

ЗАВОДСКИЕ ЭПОКСИДНЫЕ ПОКРЫТИЯ ТРУБ. ПЕРСПЕКТИВЫ, ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

С.Г. Низьев, А.В. Ухов, AkzoNobel

Накопленный опыт применения различных типов наружных защитных покрытий трубопроводов показал, что не существует единственного, универсального типа покрытия, рассчитанного на различные условия строительства и эксплуатации трубопроводов.

В некоторых условиях (повышенные температуры эксплуатации, защита от коррозии подводных переходов, морских трубопроводов, строительство методами «закрытой» прокладки) предпочтение отдается заводским полипропиленовым покрытиям труб. Для изоляции фитингов и запорной арматуры трубопроводов, имеющих сложную конструкцию, как правило, используются полиуретановые покрытия на основе жидких двухкомпонентных материалов, наносимые методом «горячего» безвоздушного распыления. Для строительства линейной части магистральных газонефтепроводов подземной прокладки с температурой эксплуатации до +60 °С наиболее часто применяются заводские трехслойные полиэтиленовые покрытия. Для обеспечения противокоррозионной защиты промышленных трубопроводов со сроком эксплуатации 10–15 лет достаточно использовать двухслойные полиэтиленовые или комбинированные ленточно-полиэтиленовые покрытия. При проведении в трассовых условиях работ по переизоляции действующих трубопроводов с битумно-мастичными и полимерными ленточными покрытиями обычно применяют комбинированные покрытия на основе модифицированных битумных мастик и полимерных (в том числе термоусаживающихся) лент. В зарубежной практике для этой цели чаще применяют полиуретановые или эпоксидно-полиуретановые покрытия трассового нанесения. В качестве наружных противокоррозионных покрытий трубопроводов надземной прокладки используют наполненные

алюминиевой пудрой жировые смазки, атмосферостойкие лакокрасочные, эпоксидные и полиуретановые покрытия.

Самые разнообразные материалы и покрытия применяются для изоляции зоны сварных стыков трубопроводов, начиная от термоусаживающихся полимерных лент и заканчивая покрытиями на основе эпоксидных, уретановых смол и экструдированных полиолефинов.

В некоторых случаях антикоррозионные покрытия применяются в конструкции с наружным теплоизоляционным покрытием или со слоем бетонного утяжелителя.

Таким образом, существует целый спектр защитных покрытий трубопроводов заводского и трассового нанесения. Каждый тип покрытия имеет свои достоинства и недостатки, каждый рассчитан на определенные области применения. При наличии такого разнообразия защитных покрытий не так-то просто выбрать оптимальный тип покрытия для тех или иных условий строительства и эксплуатации трубопроводов. В то же время следует исходить из простого правила: выбор того или иного типа покрытия должен осуществляться в пользу такого защитного покрытия, которое имеет несомненные преимущества перед другими типами покрытий для конкретных условий применения. При этом должны приниматься в расчет не только комплексные характеристики покрытия для определенных условий применения, но и технологичность нанесения покрытия, его

ремонтпригодность, стоимость изоляционных работ, а главное – надежность и эффективность противокоррозионной защиты трубопровода.

О НЕКОТОРЫХ НЕДОСТАТКАХ ЗАВОДСКИХ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ПОКРЫТИЙ ТРУБ

В последние годы в Российской Федерации в качестве заводских покрытий для магистральных газонефтепроводов подземной прокладки используются преимущественно трехслойные полиэтиленовые покрытия толщиной не менее 3,0–3,5 мм. Данный тип покрытия характеризуется высокой прочностью при ударе, стойкостью к продавливанию, хорошими диэлектрическими свойствами, низкой влагокислородопроницаемостью, повышенной адгезией к стали, что позволяет не только транспортировать изолированные трубы на значительные расстояния, но и обеспечить надежную и долговременную защиту трубопроводов от коррозии. Наличие такого комплекса свойств не только позволяет транспортировать трубы с заводским полиэтиленовым покрытием на значительные расстояния, но и осуществлять эффективную противокоррозионную защиту трубопроводов.

Вместе с тем заводские полиэтиленовые покрытия не лишены отдельных недостатков, ограничивающих некоторые области их применения. Известно, что полиэтилен и полимерные композиции, используемые для нанесения адгезионного подслоя покрытия, являются термопластичными материалами. При повышенных температурах эксплуатации, а также при

хранении изолированных труб летом под открытым небом, когда температура на поверхности труб может достигать 70–80 °С, наблюдается значительное снижение механических характеристик покрытия (прочность при разрыве, прочность при ударе, стойкость покрытия к продавливанию). При повышенных температурах происходит и заметное снижение адгезионных характеристик покрытия. Так, например, в случае двухслойных полиэтиленовых покрытий, где в качестве адгезива используются композиции сополимера этилена и винилацетата или этилена с эфиром акриловой кислоты, показатель адгезии покрытия к стали при температуре +20 °С обычно соответствует 100–150 Н/см, а при температуре +60 °С уже не превышает 10–30 Н/см ширины. По этой причине в соответствии российскими стандартами на наружные защитные покрытия (ГОСТ Р 51164, ГОСТ Р 9.602) максимально допустимая температура применения полиэтиленовых покрытий должна быть не выше +60 °С. С появлением новых современных полимерных композиций для адгезионного подслоя, имеющих повышенную температуру размягчения, допустимая температура эксплуатации трехслойных полиэтиленовых покрытий может быть увеличена до +80 °С. Но этого недостаточно, если температура транспортируемых продуктов будет достигать значений плюс 100–110 °С.

Хорошо известно, что полиэтилен имеет ограниченную стойкость к световому старению. Без добавок светостабилизаторов его атмосферостойкость обычно не превышает 6–9 месяцев. С целью повышения стойкости заводских покрытий к УФ-облучению (для обеспечения транспортировки и хранения изолированных труб) в состав полиэтиленовых композиций вводят добавки технического углерода – сажи. Технический углерод является одним из наиболее эффективных и дешевых УФ-стабилизаторов полиэтилена. В то же время он является гигроскопичным материалом, приводящим к повышению влагопоглощения и снижению некоторых характеристик полиэтиленовых покрытий труб. Это ограничивает широкое использование заводских полиэтиленовых покрытий при морской прокладке трубопроводов. Известно, что полиэтилен относится к классу неполярных полимерных материалов и, по существу, обладает

ярко выраженными антиадгезионными свойствами. На полиэтилен плохо наносятся краски, заводское полиэтиленовое покрытие имеет низкую адгезию к бетону, к пенополиуретановому теплоизоляционному покрытию.

Накопленный опыт строительства трубопроводов показывает, что при строительстве участков трубопроводов методами «закрытой» прокладки (проколы под дорогами, строительство подводных переходов методом наклонно-направленного бурения) заводские полиэтиленовые покрытия могут подвергаться значительным механическим повреждениям. Зачастую при протаскивании изолированных труб через скважины повреждения покрытия (прорезание, сдиры, отслаивание) происходят по всей его толщине, практически до металла, и поэтому единственным способом повышения эффективности противокоррозионной защиты трубопровода является строительство дополнительных станций катодной защиты.

Для определенных условий строительства и эксплуатации трубопроводов хорошей альтернативой стандартным заводским полиэтиленовым покрытиям могут стать однослойные и двухслойные эпоксидные покрытия труб.

О ПЕРСПЕКТИВАХ И ВОЗМОЖНЫХ ОБЛАСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ЭПОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ ТРУБ

Наружные защитные покрытия на основе порошковых эпоксидных красок имеют 40-летний опыт применения и широко используются в качестве заводских покрытий труб в США, Канаде, Великобритании, ЮАР. Востребованы эпоксидные покрытия в Китае, Индии, в ряде европейских, африканских и азиатских стран. Накопленный опыт практического применения однослойных эпоксидных покрытий показал, что даже при незначительной толщине (350–400 мкм) покрытия способны обеспечить надежную защиту трубопроводов от коррозии на длительный период их эксплуатации. Эпоксидные покрытия характеризуются высокой адгезией к стали, повышенной стойкостью к катодному отслаиванию и длительному воздействию почвенного электролита. Они не экранируют токи катодной защиты, под эпоксидными покрытиями не бы-

ло зафиксировано случаев возникновения стресс-коррозии. По сравнению с полиэтиленовыми покрытиями заводские эпоксидные покрытия труб имеют более высокую стойкость к УФ-облучению и поэтому могут быть использованы в качестве противокоррозионных покрытий трубопроводов надземной прокладки. Обладая высокими защитными характеристиками и хорошим сцеплением с пенополиуретаном и бетоном, эпоксидные покрытия могут использоваться как в конструкции теплоизолированных труб, так и при строительстве морских трубопроводов. Кроме того, по сравнению с заводским полиэтиленовым покрытием эпоксидные покрытия обладают более высокой теплостойкостью, что позволяет использовать их при температурах эксплуатации до +80 °С, а специальные теплостойкие покрытия – до температур +110 °С. Порошковые эпоксидные покрытия имеют много достоинств и сравнительно мало недостатков. Основным недостатком заводских эпоксидных покрытий труб, существенно ограничивающим область их применения, является более низкая по сравнению с полиэтиленовыми покрытиями прочность при ударе (3–4 Дж при комнатной температуре). Это в значительной степени осложняет транспортировку и хранение труб с однослойным эпоксидным покрытием, а также последующее проведение строительномонтажных работ. Прежде всего из-за низких механических характеристик заводского эпоксидного покрытия данный тип покрытия не получил широкого применения в нашей стране. Вместе с тем в РФ был накоплен определенный практический опыт в области нанесения и применения заводских эпоксидных покрытий труб. Впервые технология заводской изоляции труб покрытиями на основе отечественных порошковых эпоксидных красок была освоена Волжским трубным заводом. За время активной работы участка нанесения покрытий (1977–1995 гг.) на заводе было произведено более 800 тыс. т труб с наружным эпоксидным покрытием. Несмотря на выявленные проблемы с транспортировкой и хранением изолированных труб, проведенные исследования по шурфованию и обследованию отдельных участков трубопроводов после длительного периода их эксплуатации показали, что

Таблица 1. Ударная прочность двухслойного эпоксидного покрытия Resicoat R-726 + R-641

Прочность покрытия при ударе, Дж	ВНИИСТ боек 16 мм	AkzoNobel боек 16 мм	ЧТПЗ боек 20 мм
минус (40±3) °С	13	10	17,6
плюс (25±10) °С	8	10	17,6

заводские эпоксидные покрытия в значительной степени сохранили свои защитные свойства и обеспечили надежную защиту стальных труб от коррозии.

За прошедшие годы произошли большие изменения в области разработки эпоксидных изоляционных материалов и систем наружных защитных покрытий трубопроводов, полученных на их основе. Появился новый класс защитных покрытий – двухслойные эпоксидные покрытия труб с целым комплексом уникальных свойств, которыми не обладали стандартные эпоксидные покрытия.

Конструктивно двухслойное покрытие состоит из внутреннего антикоррозионного слоя толщиной 300–400 мкм и наружного защитного слоя толщиной от 400 до 750 мкм. Общая толщина двухслойного эпоксидного покрытия в среднем равна 750–1000 мкм и обычно не превышает 1200 мкм.

Нанесение на обычное тонкопленочное эпоксидное покрытие дополнительного наружного слоя на основе наполненных или вспенивающихся эпоксидных композиций позволило заметно повысить прочность покрытия при ударе в широком интервале температур. В таблице 1 приводятся результаты проверки ударной прочности эпоксидного покрытия Resicoat R-726 + R-641.

Помимо этого, за счет второго дополнительного слоя значительно улучшились и другие характеристики защитного покрытия (стойкость к прорезанию, шероховатость, стойкость к УФ-облучению и пр.). Это расширяет области применения заводских эпоксидных покрытий труб и делает

их конкурентноспособными в сравнении с другими защитными покрытиями трубопроводов. В общем виде можно выделить несколько перспективных областей применения заводских эпоксидных покрытий труб.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОДНОСЛОЙНЫХ ЭПОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ

1. Противокоррозионная защита трубопроводов диаметрами до 530 мм включительно

Однослойное эпоксидное покрытие может применяться в качестве заводского покрытия труб малых и средних диаметров, используемых при строительстве промышленных трубопроводов, межпоселковых газопроводов, газовых сетей, трубопроводов коммунального назначения. В первую очередь наружное эпоксидное покрытие рекомендуется наносить на трубы, где в качестве внутреннего антикоррозионного покрытия также используется защитное покрытие на основе порошковых или жидких эпоксидных красок.

Помимо этого, однослойное эпоксидное покрытие рекомендуется применять в качестве наружного противокоррозионного покрытия трубопроводов с температурой эксплуатации до +110 °С.

Для обеспечения сохранности защитного покрытия при транспортировке и складировании труб необходимо использовать резиновые кольца, эластичные прокладки, деревянные ложементы, применять пакетирование труб малого диаметра.

2. Противокоррозионная защита трубопроводов с наружным теплоизо-

ляционным покрытием (без ограничения по диаметрам труб).

При нанесении наружного антикоррозионного и теплоизоляционного пенополиуретанового покрытия на одном и том же предприятии, когда проблемы по обеспечению сохранности покрытия при транспортировке труб сводятся к минимуму, выбор однослойного эпоксидного покрытия в качестве защитного покрытия труб является наиболее оптимальным вариантом.

Известно, что адгезия эпоксидного покрытия к пенополиуретановому слою гораздо выше, чем адгезия между пенополиуретаном и заводским полиэтиленовым покрытием. В результате этого исключается проскальзывание труб по отношению к теплоизоляционному покрытию. Выбор в пользу эпоксидного покрытия оправдан и более низкой стоимостью в сравнении с заводским полиэтиленовым покрытием труб. Кроме того, при использовании эпоксидного антикоррозионного покрытия диапазон температур эксплуатации теплоизолированных трубопроводов может быть увеличен до +80–110 °С (промышленные, технологические трубопроводы, теплосети, сети горячего водоснабжения и др.).

3. Трассовая противокоррозионная защита сварных стыков

При строительстве и укладке трубопроводов, построенных из труб с заводским эпоксидным покрытием, возникают вопросы, связанные с обеспечением противокоррозионной защиты зоны сварных стыков труб. Для этой цели могут быть использованы как стандартные покрытия на



Рис. 1. Защита сварных стыков низкотемпературным эпоксидным покрытием Resicoat R-726LAT на барже при морской прокладке в рамках Малазийского проекта (417 км, диаметр – 914 мм)

основе термоусаживающихся полимерных лент, так и специально разработанные покрытия на основе порошковых эпоксидных красок с пониженной (180°C) температурой отверждения. Снижение температуры отверждения порошковой краски с 230°C до 180°C позволяет сократить время на нагрев зоны сварного стыка на 30–40% и, как следствие, уменьшить расходы на электроэнергию и увеличить скорость укладки, что может быть очень критично при морской прокладке трубопроводов (см. фото 1).

4. Внутренняя противокоррозионная защита водопроводов и фитингов

Для промышленных, технологических трубопроводов, а также для трубопроводов коммунального назначения (водопроводы холодного и горячего водоснабжения) наиболее актуальной проблемой является обеспечение внутренней антикоррозионной защиты стальных труб. Для этой цели могут быть использованы высокоэффективные однослойные покрытия на основе порошковых эпоксидных красок. В зависимости от агрессивности перекачиваемого продукта должны применяться специальные системы защитных эпоксидных покрытий, в том числе, и с фенольным прамирующим слоем (для сред с высоким содержанием сероводорода). В случае контакта с питьевой водой, защитное покрытие должно иметь соответствующее разрешение надзорных органов.

Для внутренней противокоррозионной защиты зоны сварных стыков трубопроводов наиболее эффективно использование специальных стальных втулок с наружным и внутренним однослойным эпоксидным покрытием.

РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДВУХСЛОЙНЫХ ЭПОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ

1. Противокоррозионная защита трубопроводов диаметрами до 820 мм включительно

Двухслойное эпоксидное покрытие труб имеет повышенную прочность при ударе по сравнению с однослойным эпоксидным покрытием и поэтому наряду с двухслойными и трехслойными полиэтиленовыми покрытиями может применяться при прокладке линейной части промышленных и магистральных трубопроводов. Прежде всего данный тип покрытия рекомендуется использовать при стро-



Рис. 2. Оборудование для проверки адгезии бетона к покрытию испытанием усилия на сдвиг

ительстве «горячих» участков трубопроводов с температурой эксплуатации от $+80^{\circ}\text{C}$.

Основным условием широкого применения труб с двухслойным эпоксидным покрытием является соблюдение мер и условий, обеспечивающих сохранность покрытия при транспортировке, складировании труб и выполнении строительно-монтажных работ.

2. Противокоррозионная защита морских трубопроводов с бетонным утяжелителем.

Как и в случае тепловой изоляции, использование заводского эпоксидного покрытия в качестве наружного антикоррозионного покрытия труб, подлежащих последующему обетонированию, наиболее оправданно в тех случаях, когда процессы изоляции и обетонирования труб производятся на одном и том же предприятии. Для увеличения сцепления покрытия с бетонным утяжелителем поверх стандартного однослойного эпоксидного покрытия наносится дополнительный эпоксидный слой с повышенной шероховатостью. При толщине дополнительного шероховатого слоя 100–200 мкм адгезия покрытия с бетоном может увеличиться в 4 раза, что полностью предотвратит проскальзывание труб по отношению к бетонному утяжелителю при проведении работ по укладке трубопровода. Например, адгезия двухслойного эпоксидного покрытия Resicoat R-726 + R-741 к бетону составляет 265 кПа.

3. Противокоррозионная защита на участках строительства трубопроводов методами «закрытой» прокладки.

Установлено, что при нанесении на однослойное эпоксидное покрытие дополнительного наружного защитного слоя покрытие приобретает высокую стойкость к прорезанию (царапанию). В таблице 2 приведены результаты испытаний некоторых заводских покрытий труб на стойкость к прорезанию. Испытания проводились с использованием лабораторной установки ЗАО «Анкорт» (п. Толбино, Московской обл.) по методике стандарта CAN/CSA Z245.20-06/Z245.21-06 (метод 12.15).

Из представленных данных видно, что по показателю стойкость к прорезанию (царапанию) двухслойное эпоксидное покрытие Resicoat R 726 + R 641 превосходит полиуретановое и полипропиленовое покрытия и практически в 10 раз выше стойкости к прорезанию заводских полиэтиленовых покрытий труб.

Двухслойное эпоксидное покрытие рекомендуется использовать в качестве наружного защитного покрытия кожухов на участках строительства трубопроводов методами «закрытой» прокладки (проколы под ж/д и автомобильными дорогами, строительство подводных переходов методом наклонно-направленного бурения). Для изоляции сварных стыков труб должно быть использовано аналогичное, стойкое к прорезанию защитное покрытие, имеющее повышенную адгезию к стали и к заводскому покрытию.

4. Противокоррозионная защита трубопроводов и металлоконструкций на участках надземной прокладки. При нанесении на заводское однослойное или двухслойное эпоксидное

Таблица 2. Результаты испытаний некоторых защитных покрытий трубопроводов на стойкость к прорезанию при нагрузке на конический резец 50 кг и скорости протаскивания 250 мм/мин.

№№ п/п	Тип защитного покрытия	Исходная толщина покрытия, мм	Глубина прорезания покрытия, мм	Снижение толщины покрытия, в % от исходной
1	Трехслойное полиэтиленовое покрытие труб (полиэтилен низкой плотности)	2,8	2,0–2,3 (ср. 2,1)	75
2	Трехслойное полиэтиленовое покрытие труб (полиэтилен высокой плотности)	3,5	1,5–1,8 (ср. 1,7)	48,5
3	Трехслойное полипропиленовое покрытие труб	3,0	0,41–0,65 (ср. 0,53)	17,6
4	Полиуретановое покрытие труб	2,0	0,32–0,55 (ср. 0,43)	21,5
5	Двухслойное эпоксидное покрытие труб Resicoat R 726 + R 641	1,0	0,16–0,18 (ср. 0,17)	17,0

покрытие дополнительного слоя на основе полиэфирного порошка покрытие приобретает повышенную стойкость к УФ-облучению и поэтому может использоваться в качестве наружного защитного покрытия трубопроводов для условий их наземной прокладки. Этот же тип атмосферостойкого покрытия может быть рекомендован в качестве наружного антикоррозионного покрытия свай и других металлоконструкций.

5. Противокоррозионная защита трубопроводов фитингов.

В зарубежной практике достаточно широко однослойные и двухслойные эпоксидные покрытия используются для противокоррозионной защиты фасонных соединительных деталей трубопроводов. Применение наружных эпоксидных покрытий для изоляции фитингов тем более целесообразно и оправданно, когда в качестве внутреннего антикоррозионного покрытия фитингов также используется покрытие на основе жидких или порошковых эпоксидных красок. Процесс нанесения на фитинги порошковых эпоксидных красок освоен предприятиями: ООО «Юкорт», г. Нефтеюганск, Тюменская обл.; ООО «Трубопласт», г. Екатеринбург; ЗАО «Целер», г. Самара.

О ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ НАНЕСЕНИЯ НА ТРУБЫ ЭПОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ

Технология заводской изоляции труб покрытиями на основе порошковых эпоксидных красок достаточно проста и хорошо отработана. Эпоксидные покрытия, так же как и полиэтиленовые покрытия труб, наносятся в заводских условиях на поточных технологических линиях, укомплектованных роликовыми конвейерами, переключателями труб, установками дробеметной очи-

стки, печами технологического нагрева, оборудованием для напыления и рекуперации порошковых красок, тоннелем водяного охлаждения. Процесс подготовки поверхности труб (абразивная очистка, нагрев до требуемой температуры, при необходимости – нанесение хроматного состава) аналогичен подготовке труб в случае нанесения трехслойного полиэтиленового покрытия. Вместе с тем отличие от заводской полиэтиленовой изоляции при нанесении на трубы эпоксидных покрытий нет необходимости в использовании экструдеров для нанесения расплавов адгезива и полиэтилена, что значительно упрощает технологический процесс и снижает энергозатраты по нанесению защитного покрытия.

При нанесении на трубы однослойного эпоксидного покрытия может применяться то же технологическое оборудование, которое используется и для нанесения трехслойного полиэтиленового покрытия (узел подготовки порошковой эпоксидной краски, камера напыления, системы фильтрации и рекуперации порошковых материалов). В случае нанесения двухслойного эпоксидного покрытия технологический процесс может производиться как с использованием двух последовательно установленных камер напыления (для нанесения первого и второго слоев краски), так и с применением одной окрасочной камеры. При нанесении покрытия в одной окрасочной камере первая группа пистолетов-распылителей используется для нанесения внутреннего изоляционного слоя, а вторая – для нанесения наружного защитного слоя. Помимо импортного технологического оборудования для нанесения на трубы однослойных и двухслойных эпоксидных покрытий может быть

использовано комплектное отечественное оборудование, которое внедрено на некоторых российских трубоизоляционных предприятиях.

К настоящему времени технологический процесс нанесения на трубы заводских однослойных и двухслойных эпоксидных покрытий опробован и отработан на предприятиях: ОАО «Выксунский металлургический завод», ОАО «Челябинский трубопрокатный завод», ОАО «Волжский трубный завод», ООО «Завод по изоляции труб (г. Пересвет Московской обл.)», ОАО «МОЭ ТЗК» (г. Москва), ООО «Трубопласт» (г. Екатеринбург), ЗАО «ТВЭЛ» (г. Тобольск), ЗАО «Сибпромкомплект» (г. Тюмень) и некоторых других. Нанесение на трубы внутренних покрытий на основе порошковых эпоксидных красок внедрено на предприятиях: ООО «Бугульминский механический завод», ЗАО «УпоРТ» (г. Нижневартовск, Тюменской обл.), ООО «Предприятие «Трубопласт».

Технология нанесения эпоксидных покрытий на фитинги и втулки освоена в условиях ООО «Юкорт», (г. Нефтеюганск, Тюменской обл.), ЗАО «УпоРТ», ООО «Целер», (г. Самара).

Разработаны и введены в действие технические требования ОАО «АК «Транснефть» на заводские эпоксидные покрытия труб (ОТТ-25.220.01-КТН-213-10) и фасонных соединительных деталей трубопроводов (ОТТ-25.220.01-КТН-215-10). Аналогичные требования на терморезистивные покрытия труб и фитингов разрабатываются в системе ОАО «Газпром».

Разработка и внедрение новых перспективных однослойных и двухслойных эпоксидных покрытий труб позволит расширить номенклатуру наружных покрытий трубопроводов и оптимизировать выбор защитных покрытий для тех или иных условий их строительства и эксплуатации.