



30

ЗАВОДСКИЕ ЭПОКСИДНЫЕ ПОКРЫТИЯ И ИХ ВОЗМОЖНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В РОССИИ

А.Д. Катаев
С.А. Каменский

На сегодняшний день порошковые эпоксидные материалы используются в следующих системах заводских покрытий:

- однослойные эпоксидные – Fusion Bonded Epoxy (FBE), по международной классификации;
- двухслойные эпоксидные, Dual Fusion Bonded Epoxy (DFBE);
- трехслойные эпокси-полиолефиновые, 3LPE или 3LPP, в зависимости от вида внешнего слоя – полиэтилен PE или полипропилен PP.

Именно эти 3 вида отвечают требованиям современных спецификаций, предъявляющих высокие требования к покрытиям.

В разных странах, на разных рынках используют преимущественно те или иные виды заводских покрытий на стальных трубах. Выбор того или иного вида покрытия определяется предпочтением оператора трубопровода, опытом промышленной эксплуатации, наличием доступных источников информации к опыту других стран, диаметрами трубопроводов влияющих на массу трубы с покрытием, сложностью транспортировки труб с покрытием, экономическими факторами и т.д. В Европе традиционно используют в основном 3LPE\3LPP покрытия, в США и Канаде – FBE и DFBE. Во многих странах используют и те, и другие виды заводских покрытий.



Рисунок 2

В России сегодня большинство ведущих трубоизоляционных предприятий используют эпоксидные материалы 3М Scotchkote именно в 3LPE покрытиях. Несомненно, что 3LPE покрытия отвечают наиболее высоким современным требованиям, их использование на российском рынке вполне оправдано и отлично себя зарекомендовало. Однако, FBE и DFBE имеют несколько важных преимуществ, и их использование также может быть технологически и экономически оправдано в России.

К основным преимуществам использования FBE\DFBE покрытий можно отнести их высокую адгезию к стали как в сухих условиях, так и в условиях эксплуатации с повышенной влажностью, превосходную сопротивляемость к катодному отслаиванию, отличное сохранение защитных свойств при высоких температурах эксплуатации в течение длительного времени. Все это справедливо и для 3LPE покрытий – за счет слоя эпоксидного материала и барьерным свойствам слоя полиолефина.

Очень важным преимуществом 3LPE является их высокая ударная прочность. В России, до недавнего времени, эпоксидные порошковые материалы использовались в основном в качестве первого слоя – прай-

мера, в системе трехслойного заводского полиэтиленового покрытия (ГОСТ Р 51164-98). Данное обстоятельство обусловлено тем, что использование FBE эпоксидных покрытий на трубах в качестве моно-системы для антикоррозионной защиты, существенно ограничивало область их последующего применения из-за недостаточной высокой ударной прочности. При температуре испытаний плюс 20 (±5) С прочность при ударе у эпоксидных покрытий обычно не превышает 4-6 Дж, при минусовых температурах (минус 20-40 С) прочность покрытия снижается до значений в 2-3 Дж, что значительно осложняет транспортировку изолированных труб и проведение строительно-монтажных работ в зимнее время года.

Компанией 3М, специализирующейся на разработке новых материалов и систем изоляционных антикоррозионных покрытий, с конца 90-х годов была разработана и внедрена новая по своим свойствам система из двухслойного эпоксидного покрытия — DFBE, характеризующаяся повышенной ударной прочностью, стойкостью к сдирам, прорезам и абразивному износу. Кстати, именно прорез, сдир и абразивный износ являются основными видами механических воздействий на покрытие трубы при ее транс-

портировке и строительстве. Прямой удар, который имитируется при испытаниях в лаборатории, встречается реже. К настоящему моменту покрытия DFBE уже имеют более чем десятилетний успешный опыт промышленной эксплуатации во многих странах мира. Наибольшее распространение трубы с таким покрытием получили там, где условия перевозки готовых изделий сопряжены с высокой степенью опасности повреждения покрытия, где применяется старое оборудование по укладке, где к наружным покрытиям трубопроводов предъявляются повышенные требования к стойкости к механическим воздействиям.

Первый слой данной системы – это одно из стандартных антикоррозионных порошковых эпоксидных покрытий, т.е. Scotchkote™ 226N или 226N+, которое наносится слоем 250-300 мкм на предварительно нагретую стальную поверхность, после абразивной очистки, методом электростатического напыления. Эти же материалы используются в трехслойных покрытиях в качестве первого слоя. Второй слой – марки Scotchkote™ 8352 или Scotchkote 6352, также представляет собой порошковое эпоксидное покрытие, но значительно более твердое и стойкое к механическим повреждениям. Материал напыляется слоем в 500 - 750 мкм поверх в первого слоя, в период стадии гелеобразования первого материала, для создания наружного слоя повышенной ударной прочности, стойкого к продавливанию, прорезу, абразивному износу и пенетрации. Scotchkote™ 8352 и 6352 были специально разработаны для обеспечения защиты первого слоя от механических воздействий, возникающих при транспортировке готовых изделий, при проведении работ по направленному бурению, при строительстве трубопроводов в условиях «сложных» грунтов. В процессе нанесения, терморезактивный материал второго слоя полностью сплавляется с материалом первого слоя, тем самым, исключая возможность возникновения отслаивания (**рисунок 1**). Благодаря своей специально подобранной композиции состава, «Scotchkote™ 8352» обладает отличной пластичностью, что позволяет производить при строительно-монтажных работах «холодную» гибку труб с сохранением сплошности покрытия даже при проведении работ в зимнее время года (**рисунок 2**). Наличие в системе слоя-основания с очень высокой адгезией к стали, за-

щищенного массивным наружным слоем, обеспечивает повышенную теплостойкость покрытия, значительно увеличивает показатели сопротивляемости к катодному отслаиванию, а также обеспечивает сохранность адгезии. Тесты, проведенные в лаборатории показывают, что двухслойное эпоксидное покрытие может применяться при температурах эксплуатации 110 С и выше. Прочность при ударе при температуре -40 С составляет 12-14 Дж, что сопоставимо с заводским трехслойным полиэтиленовым покрытием. Внешнее покрытие Scotchkote 6352 имеет отличную стойкость к прорезу, более высокую, чем у 8352, но и меньшую пластичность. Этот тип внешнего покрытия широко используется в технологии строительства переходов наклонно-направленным бурением.

При строительстве переходов методом наклонно-направленного бурения двухслойные эпоксидные покрытия имеют важное технологическое преимущество перед трехслойными – это их значительно более высокая стойкость к прорезу. Глубина прореза двухслойных эпоксидных покрытий при испытании в разы ниже, чем у трехслойных. Термоусаживающиеся муфты, широко используемые при строительстве из труб с трехслойным покрытием, также повреждаются значительно сильнее, чем жидкие эпоксидные\полиуретановые или порошковые покрытия на стыке, используемые при строительстве из труб с двухслойным эпоксидным покрытием.



Рисунок 3

Важным экономическим преимуществом FBE и DFBE покрытий является их более низкая, чем у 3LPE, себестоимость. Разница в себестоимости достигает величины 30% у FBE и 10-15% у DFBE. Технологический процесс нанесения FBE и DFBE покрытия существенно менее затратный, по сравнению с нанесением 3LPE и 3LPP покрытий. Требования, предъявляемые к подготовке поверхности одинаковы для обеих систем покрытий. Стоимость оборудования для нанесения двухслойных эпоксидных покрытий значительно ниже, чем для трехслойных покрытий.

Скорость нанесения эпоксидного покрытия выше, чем у трехслойного. Все это, с учетом более низкой себестоимости материалов для нанесения изоляции на 1 м² приводит к тому, что DFBE, а тем более однослойные FBE покрытия имеют значительно более низкую себестоимость по сравнению с трехслойными.

Более низкая себестоимость эпоксидных покрытий и необходимость более низких капитальных вложений может быть очень важным фактором при освоении новыми предприятиями производства труб с покрытием. За рубежом очень многие компании, занимающиеся торговлей стальными трубами, особенно малого и среднего диаметра, занимаются и нанесением покрытий.

Двухслойное эпоксидное покрытие использовалось во множестве проектов, в т.ч. в трубопроводных проектах протяженностью до нескольких тысяч километров. Имеются многочисленные спецификации компаний — операторов трубопроводов, национальные стандарты и другая техническая документация. В качестве недавних примеров, можно привести 2 проекта, которые могут быть и не очень масштабны, но близки к нашим условиям:

В России в 2002-2004 гг. для проектов «Сахалин-1» и «Сахалин-2» на ОАО «Волжский Трубный Завод» бы-



Рисунок 4



Рисунок 5



Рисунок 6

ли выпущены две достаточно больших партии труб диаметром 530 12 мм и 762 12 мм с двухслойным эпоксидным покрытием с использованием материалов «Scotchkote™ 226N» и «Scotchkote™ 6352», производство Компании 3М (рисунки 3, 4). Трубы предназначались для изготовления свайных опор. При общей толщине двухслойного покрытия около 1000 мкм его фактическая ударная прочность превышала 12 Дж. Покрытие отлично зарекомендовало себя как в процессе транспортировки труб на Сахалин – повреждений не было, так и после проведения сложных строительно-монтажных работ. Изначально заказчик хотел использовать каменноугольные покрытия, но, оценив свойства и технологичность DFBE покрытий, выбрал их и остался очень доволен. Поставщик трубы с успехом выполнил работу.

В 2006 г начато строительство нефтепровода Koyali – Ratlam, диаметром 620 мм, протяженностью 250 км, в Индии. Оператором нефтепровода является компания Indian Oil Company Ltd (IOCL). Эта компания традиционно использовала для своих проектов трубы с каменноугольным покрытием (Coal Tar Enamel, CTE), а также с 3LPE покрытием. Недавно она включила в свои спецификации требования к покрытиям DFBE, позволив своим поставщикам предлагать для трубопроводных проектов трубы и с таким видом покрытия. Компания Welspun освоила технологию DFBE и предложила его для участия в тендере на поставку изолированных труб для данного проекта. По ряду причин, таким как стоимость покрытия, его эксплуатационные свойства, повышенная стойкость к механическим пов-

реждениям при транспортировке и строительстве, наличие достаточного числа успешных проектов с таким видом покрытия в других странах и т.д. предпочтение было отдано именно DFBE покрытию (рисунки 5, 6).

Направление DFBE покрытий активно развивается. Наличие в системе верхнего слоя, который может разрабатываться с учетом определенных задач, позволяет выполнять заказы на трубопроводы различного назначения. Сегодня можно выделить несколько типов материала внешнего слоя, использующихся в зависимости от требований к покрытию:

- покрытие с высокой ударопрочностью, стойкостью к прорезу и гибкостью. Данный материал используется там, где предъявляется требование к гибкости труб с покрытием. Таким материалом является Scotchkote 8352,
- покрытие с высокой ударопрочностью, очень высокой стойкостью к прорезу. Данный материал используется там, где требуется высокая стойкость к прорезу, но не предполагается значительное гнутье труб с покрытием, например при строительстве переходов методом ННБ. Таким материалом является Scotchkote 6352,
- покрытие с повышенной шероховатостью, под бетонирование. Таким покрытием является Scotchkote 207R.

Конечно, использование в России труб с заводской 3LPE изоляцией, имеющей более высокую ударную прочность, оправдано, с учетом огромных расстояний перевозки, сложных условий строительства и больших диаметров трубопроводов.

Однако, строятся новые и ремонтируются трубопроводы средних и небольших диаметров, расположенные и в не столь удаленных регионах. Там использование одно- и двухслойных эпоксидных покрытий экономически и технологически оправдано. Для этих проектов не требуется такая высокая ударная прочность покрытия. Важно и то, что строительство ведется на основе тендера, а культура строительства сегодня много выше, чем лет 20 назад. Тот, кто освоит первым данные виды покрытий, получит рыночное преимущество перед другими трубоизоляционными предприятиями. Это может быть особенно важным в ситуации усиления конкуренции на рынке трубоизоляции, а также усиления прессинга со стороны компаний – операторов по цене на трубное покрытие.

Помимо более низкой себестоимости DFBE и FBE покрытия имеют и ряд других преимуществ, изложить которые в данной статье невозможно из-за ограничения по объему.

3M

ЗАО «3М Россия»
121614, г. Москва,
ул. Крылатская, д. 17, стр. 3
Бизнес-парк «Крылатские холмы»
Тел.: (495) 784-74-74
Факс: (495) 784-74-75
www.3m.com/ru