



ПОЛИМЕРНЫЕ ТРУБЫ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ: 50 ЛЕТ ЭВОЛЮЦИИ И РОСТА

Джим Годдард

Введение

Дренаж является неотъемлемой частью любого дорожного проекта, будь то шоссе, взлетно-посадочная полоса и рулежные дорожки аэропорта или полоса отчуждения железной дороги. Системы дорожного дренажа включают дренажные и водопропускные трубы, ливневые кол-

лекторы и водоудерживающие сооружения. В разных штатах, в зависимости от климатических и инженерно-геологических условий, расходы на устройство дренажа составляют от 8 до 12% общей стоимости дорожного строительства. Доля дренажных систем в общей сумме затрат на эксплуатацию дорожного хозяйства несколько выше.

История

Из всего многообразия полимерных труб наибольшее влияние на дорожную отрасль оказали трубы из ПЭВП – как по объемам потребления, так и по доступным диаметрам. Всего 50 лет назад, в 1963 году, их производство в Северной Америке практически отсутствовало; к 2012 году

его объемы в США, Канаде и Мексике превысили 900 тыс. тонн. Полиэтиленовая трубная отрасль представлена частными, в основном региональными производителями.

Первые проекты дорожного строительства с использованием гофрированных ПЭ труб в дренажных сетях автомагистралей были реализованы в начале 1970-х гг. в Айове и Джорджии. Департамент транспорта Джорджии был первым, включившим ПЭ гофрированные трубы в спецификации, разработанные на основе стандарта ASTM F 405 для сельскохозяйственных дренажных систем.

В июне 1976 года Федеральное управление шоссейных дорог выпустило свод правил, регламентирующий использование, монтаж и характеристики дренажных труб, в который были включены и гофрированные ПЭ трубы.

В том же 1976 году в аэропорту Джексонвилл, Флорида, был реализован первый крупный проект с применением ПЭ гофрированных труб в аэродромном строительстве. С тех пор ПЭ гофрированные трубы широко используются для прокладки дренажных сетей, ливневой канализации и водоотведения во многих аэропортах по всей территории США.

В конце 1979 года диапазон диаметров производимых труб расширился до 375 мм.

К 1980 году суммарный объем рынка гофрированных ПЭ труб в Северной Америке вырос до 150 млн долларов, из которых около 58% приходилось на сельское хозяйство.

Рост объемов их потребления и расширение областей применения ускорились после 1981 года, с появлением труб диаметрами 450 и 600 мм. В сентябре 1981 года Департаментом транспорта Огайо была проложена первая известная полиэтиленовая водопропускная труба под одним из шоссе на юго-западе штата. Из-за высокой кислотности грунтовых вод ($\text{pH} < 4$) трубы в этом месте быстро выходили из

строя, и каждые 2–5 лет их приходилось менять. Установленная вместо них полиэтиленовая труба работает уже 32 года, и никаких видимых изменений в ней не произошло. В течение нескольких лет Департамент транспорта штата заменил трубы из других материалов на гофрированные полиэтиленовые в тех районах, где коррозионная активность грунтовых вод создавала проблемы для дренажных сетей.

За время применения ПЭ труб в дорожном строительстве трубный полиэтилен сильно изменился. Сегодня все ведущие производители полиэтилена предлагают специальные марки трубного сырья, ориентированные на применение в этой отрасли. Современные материалы обладают сбалансированными характеристиками и высокой стойкостью к растрескиванию.

Следующим шагом в использовании ПЭ труб и расширении областей их применения стало появление в 1987 году технологии производства двухслойных гофрированных труб с гладким внутренним слоем. Помимо лучшей пропускной способности за счет значительного снижения коэффициента шероховатости, новые

трубы обладают гораздо более высокой продольной жесткостью, что существенно упростило их монтаж. Благодаря гладкой внутренней стенке такие трубы нашли широкое применение в строительстве коллекторов ливневой канализации и длинных водопропускных каналов с небольшими уклонами.

В это же время происходило дальнейшее увеличение диаметров производимых труб: в 1987 году появились трубы диаметрами 750 и 900 мм, в 1991 – 1050 и 1200 мм, в 1998 – 1500 мм. Трубы таких диаметров изготавливались только двухслойной конструкции, с гладкой внутренней стенкой. Прежде чем внедрить каждый новый типоразмер труб в практику дорожного строительства, службы эксплуатации Департаментов транспорта разных штатов проводили испытания их образцов в условиях реальных транспортных нагрузок. Важнейшим результатом этих работ стали данные об относительной эффективности ПЭ труб по сравнению с трубами из других материалов, ранее прошедших аналогичные испытания в таких же условиях и по тем же методикам. Эти сравнения показали, что

Рис. 1. Санация железобетонной трубы в Уилмингтоне, штат Делавэр



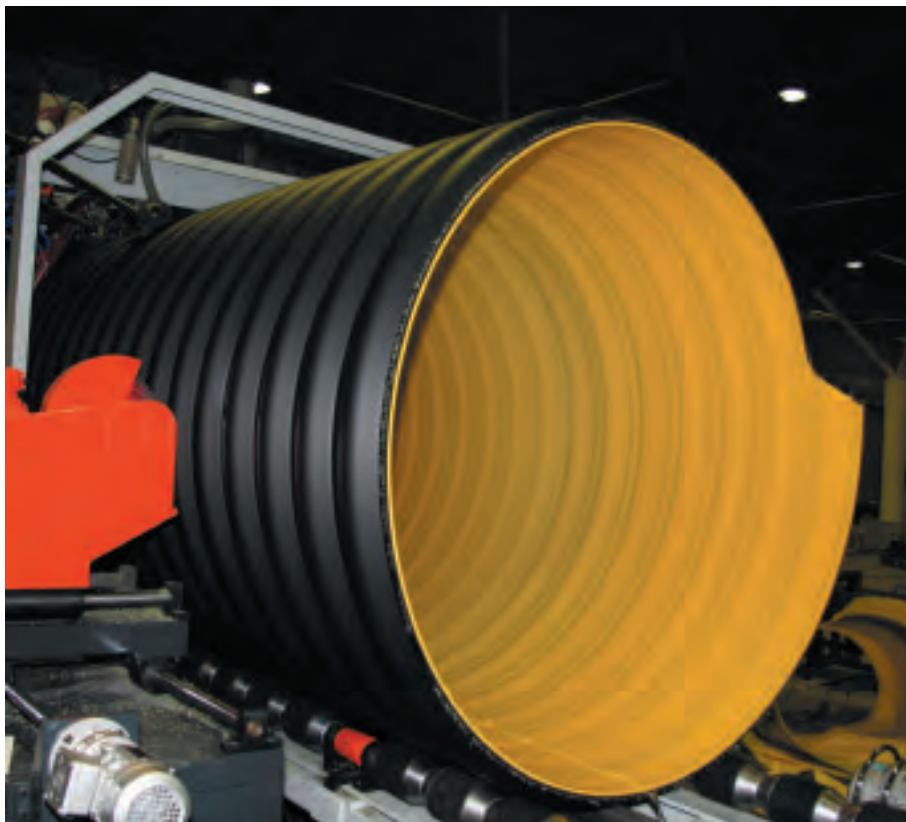


Рис. 2. Полиэтиленовые трубы большого диаметра, армированные стальным профилем

ПЭ трубы с профилированной стенкой могут превосходить по рабочим характеристикам «гладкие» трубы из более жестких материалов.

Развитие нормативной базы

Развитие и внедрение любой трубной продукции напрямую зависит от развития соответствующей нормативной базы. В США основными разработчиками стандартов, связанных с трубами, являются Американская ассоциация служащих государственных автодорог (AASHTO) и Американское общество специалистов по испытаниям и материалам (ASTM).

Большое влияние на развитие дорожной отрасли оказали стандарты, разработанные AASHTO. Ими руководствуются многие государственные структуры, в частности, Департаменты автодорог штатов, Федеральное управление автомобильных дорог, Федеральное управление гражданской авиации, Инженерный корпус вооруженных сил США и др.

AASHTO разрабатывает стандарты не только на материалы, но и на проектирование, строительство и программы обеспечения качества.

Перечень стандартов ASTM, регламентирующих производство и применение гофрированных ПЭ труб, приведен в табл. 2.

Качество ПЭ труб и их соответствие стандартам контролируется в рамках Национальной программы оценки дорожных материалов (NTPER), разработанной и реализуемой AASHTO. Программа предусматривает случайный отбор образцов труб у производителей – участников программы – для прохождения полного цикла испытаний, предусмотренных AASHTO M294, в двух независимых лабораториях. Результаты этих испытаний размещаются на сайте AASHTO (www.transportation.org).

В настоящее время Департаменты транспорта всех штатов для целого ряда применений предписывают использование гофрированных ПЭ труб. Федеральное управление автомобильных дорог, Федеральное управление гражданской авиации, Инженерный корпус вооруженных сил и другие ведомства включают их в свои спецификации. Федеральное агентство по чрезвычайным ситуациям (FEMA) выпустило руководство по применению гофрированных ПЭ труб в строительстве дамб.

Многие ведомства успешно используют гофрированные ПЭ трубы для санации трубопроводов, вышедших из строя. Так, в 1983–1984 гг. Департамент транспорта штата Оклахома восстановил более 40 водопропускных стальных труб, пострадавших от коррозии. В 2007 году Департамент транспорта штата Делавэр восстановил методом санации разрушающуюся железобетонную трубу, проложенную под оживленной магистралью в Уилмингтоне, без перекрытия движения (рис. 1). Экономия по сравнению с демонтажом старой трубы и прокладкой новой оценивается почти в 1 млн долларов.

Таблица 1. Стандарты AASHTO (подкомитет стандартов на материалы) на гофрированные ПЭ трубы

Номер по AASHTO	Название	Год принятия
M 252	Гофрированные полиэтиленовые дренажные трубы	1976
M 294	Гофрированные полиэтиленовые трубы диаметрами от 300 до 1500 мм	1986

Таблица 2. Стандарты ASTM, регламентирующие производство и применение гофрированных ПЭ труб

Номер по ASTM	Название	Год принятия
F 405	Технические условия на гофрированные полиэтиленовые трубы и фитинги	1974
F 449	Стандартная технология укладки гофрированных полиэтиленовых труб для сельскохозяйственного дренажа и водопонижения	1976
F 481	Стандартная технология укладки труб из термопластов и гофрированных труб на полях фильтрации	1976
F 667	Технические условия на гофрированные полиэтиленовые трубы и фитинги большого диаметра	1980
F 2306	Технические условия на полиэтиленовые (ПЭ) трубы с профилированной стенкой и кольцевыми гофрами и фитинги диаметром 300–1500 мм для безнапорных систем водоотведения и дренажа грунтовых вод	2005
F 2648	Технические условия на полиэтиленовые (ПЭ) трубы с профилированной стенкой и кольцевыми гофрами и фитинги диаметром 50–1500 мм для дренажа	2007
F 2433	Метод определения жесткости труб из термопластов	2005
D 1248	Технические условия на экструдированные полиэтиленовые материалы для проводов и кабелей	1952
D 3350	Технические условия на материалы для изготовления полиэтиленовых труб и фитингов	1974
F 2136	Метод определения стойкости к медленному распространению трещины (испытание с надрезом при постоянной нагрузке) ПЭВП и гофрированных ПЭ труб	2001

Итог последних 50-ти лет

Производство и применение гофрированных ПЭ труб в Северной Америке, начавшееся в 1966 году практически с нуля, сегодня превратилось в отрасль с многомиллиардным оборотом. В ней работают около 20-ти производителей, от крупных международных компаний до небольших частных заводов, обслуживающих местные рынки. Эти трубы доминируют на рынке дренажных систем и занимают значительную долю на рынках водопропускных труб и ливневой канализации.

Чего ждать в будущем?

В ближайшие 20 лет в трубной отрасли произойдут большие изменения. Возможно, самым значительным из них станет количество труб,

прокладываемых бестраншейными методами. За последние годы этот сегмент развивался особенно быстро, и рост его будет продолжаться. Помимо уже привычных ремонта и санации поврежденных трубопроводов, продолжит расширяться применение ПЭ труб в горизонтально-направленном бурении и туннелировании, будут расти масштабы этих сооружений.

Продолжится рост диаметров труб. Есть технологии, позволяющие изготавливать трубы из термопластов диаметром более 3 м. Спирально-витые трубы больших диаметров уже сегодня успешно применяются в промышленной и коммунально-бытовой канализации.

Будут также развиваться конструкции труб, прежде всего, комpositных. Так, уже появились технологии производства ПЭ труб, стенка

которых усилена стальным профилем (рис. 2). Разрабатываются и другие варианты армирования, в том числе и синтетическими волокнами.

Будут развиваться и совершенствоваться полимерные материалы для производства труб. За последнее десятилетие появились марки полимеров, далеко превосходящие по своим механическим и химическим свойствам все предшествующие материалы. Будет расширяться применение труб из полиэтилена, полипропилена и ПВХ.

Цены на полимеры, особенно на производные этилена, останутся низкими. Открытие и разработка огромных запасов газа в США изменили сложившееся соотношение цен газа и нефти в сторону существенного удешевления газа. В ближайшие 10 лет эти тенденции будут сохраняться.