

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДВУХСЛОЙНЫХ ГОФРИРОВАННЫХ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ



По материалам Plastic Pipe Institute и Transportation Technology Center, Inc., США

Американский Институт полимерных труб (Plastic Pipe Institute) и Центр транспортных технологий (Transportation Technology Center, Inc.) опубликовали результаты натурных испытаний двухслойных гофрированных полиэтиленовых труб большого диаметра, проложенных на небольшой глубине под железной дорогой. Испытания показали высокую надежность и безопасность труб даже в самых жестких условиях эксплуатации.

Поскольку двухслойные гофрированные ПЭ трубы производятся и в России и находят все более широкое применение, редакция надеется, что предлагаемый материал будет интересен заказчикам и проектировщикам систем водоотведения. Более подробные материалы испытаний имеются в редакции.

Железные дороги продолжают играть важную роль в XXI в. По данным американской Ассоциации железных дорог, в 2009 г. в США в эксплуатации находились около 1,4 млн грузовых вагонов и 224 тыс. км путей.

Для строительства дренажных каналов под насыпями железных дорог необходимы долговечные и надежные трубы. Уже несколько десятилетий для этой цели успешно используют гофрированные трубы из ПЭ высокой плотности, главным образом, малых диа-

метров. Американский Институт полимерных труб (PPI) исследовал работоспособность гофрированных ПЭ труб большого диаметра при неглубоком заложении в железнодорожную насыпь.

Исследования проводились на полигоне для ускоренных эксплуатационных испытаний Центра транспортных технологий в Пуэбло (Колорадо). Полигон представляет собой кольцевой железнодорожный путь длиной 4,3 км, включающий как прямые участки, так и повороты разного радиуса. По кольцу ездит

состав из четырех тепловозов GP-40 и 80-ти вагонов весом по 143 т. Ежегодно по полигону проходит около 120 млн т поездной нагрузки.

Для испытаний были собраны два образца из коротких (около 1,5 м) отрезков двухслойных гофрированных труб диаметром 1200 мм, изготовленных компанией Advance Drainage System (ADS). Длина образцов была подобрана таким образом, чтобы стыки труб находились непосредственно под рельсами. На каждом образце были использованы два метода соединения – раструб с уплотнителем и стандартная свертная муфта.

Перед укладкой в грунт в образцы были установлены датчики для измерения деформаций и напряжений:

- на расстоянии 150 мм от концов трубы в раструбном и муфтовом соединениях – линейные потенциометрические датчики для измерения деформации в горизонтальном, вертикальном и диагональном направлениях;

- для измерения кольцевого сжатия труб на их внутренней стенке по окружности были закреплены проушины на расстоянии около 24 см друг от друга, через которые была протянута струна потенциометрических датчиков, установленных рядом с тензодатчиками;

- тензодатчики для измерения напряжений в стенках труб были установлены в пяти точках по окружности, причем в трех из них – в положении 12:00, 3:00 и 9:00 – измерялись напряжения на вершинах и во впадинах гофров, а двух – на 1:30 и 6:00 – только во впадинах. Для установки датчиков внутри гофров во внутренней стенке труб были прорезаны эллиптические отверстия;

- в каждой трубе измерялась температура внутренней стенки; температура воздуха также фиксировалась.

Подготовленные таким образом 24-метровые образцы были уложены на одинаковую глубину в железнодорожную насыпь на прямом участке пути на расстоянии около 15 м друг от друга. В месте уста-



новки образцов воды не было, и трубы на протяжении всего срока испытаний оставались сухими. Оба образца уложены перпендикулярно рельсам на глубину 1,2 м от верха трубы. Различие между образцами заключалось в составе и подготовке грунта засыпки. Это было сделано для того, чтобы изучить работоспособность ПЭ труб в разных условиях прокладки.

Образец 1 – засыпка траншеи до верха трубы выполнена гравием (5–25 мм), уплотненным вибротрамбовкой и покрытым геотекстилем Geotex 1201. До верха траншеи засыпка выполнена местным грунтом, уплотненным до 98% по Проктору.



Образец 2 – засыпка траншеи до верха трубы выполнена местным грунтом, соответствующим спецификации ASTM класс III. Грунт вокруг трубы уплотнен до 94%, над трубой – до 98% по Проктору.



Глубина засыпки измерялась от низа шпал до вершины гофр трубы и включала балластный слой. Толщина и состав балластного слоя, а также ширина основной площадки были стандартными.

После сборки образцов и укладки их в траншеи показания датчиков были обнулены и приняты в качестве исходных. Далее напряжения и деформации измерялись:

- статические – после засыпки траншей;
- статические – после достижения 1 млн т поездной нагрузки;
- динамические – в течение 10 проходов состава после достижения 1 млн т поездной нагрузки;
- статические – после достижения 96 млн т поездной нагрузки;
- динамические – в течение 10 проходов состава после достижения 96 млн т поездной нагрузки.

После засыпки траншей, уплотнения грунта и монтажа железнодорожного полотна стенки труб испытывали, в основном, сжимающие напряжения, причем в муфтовых соединениях напряжения, как правило, были больше, чем в раструбных.

Измерение деформаций труб после засыпки показало, что в результате утрамбовки грунта в пазухах траншеи трубы испытали незначительное сжатие с боков (10–18 мм).

После достижения 1 млн т поездной нагрузки и завершения уплотнения грунта насыпи были проведены динамические измерения деформаций и напряжений в стенках труб в течение 10 проходов состава. Скорость состава, составлявшая во время первого прохода около 5 миль/ч (8 км/ч), к четвертому кругу увеличилась до 40 миль/ч (64 км/ч) – обычной скорости при полигонных испытаниях. При увеличении скорости состава отмечено небольшое увеличение динамических деформаций и напряжений.

Максимальные напряжения при динамических нагрузках (по сравнению с начальными величинами) измерялись во время 7-го прохода состава (7-ой проход был выбран произвольно как репрезентативный среди проходов с установившейся скоростью 40 миль/ч). Напряжения несколько возросли по сравнению с зафиксированными после засыпки траншеи, особенно на образце 2, но во всех точках напряжения, вызванные проходом поезда, были намного меньше напряжений, возникших в результате засыпки траншеи и трамбовки грунта.

Изменения деформации были аналогичными: наибольшая – 1,5 мм, зафиксированная на образце 2, –

оказалась намного меньше деформации при засыпке трубы. Как и следовало ожидать, поездная нагрузка вызвала сжатие труб в вертикальном направлении и некоторое расширение в горизонтальном и в итоге уменьшила деформацию труб, вызванную засыпкой траншеи.

Такие же измерения, проведенные через 8 месяцев, после суммарной поездной нагрузки 96 млн т, показали аналогичные результаты. По сравнению с предыдущей серией измерений, деформация трубы в вертикальном направлении увеличилась с 8 до 12 мм, а уменьшение окружности трубы составило 20 мм по сравнению с 12 мм, полученными в предыдущей серии. Динамические напряжения и деформации были близкими полученным в предыдущей серии.

Кроме того, было исследовано поведение труб при длительной статической нагрузке. Два нагруженных вагона были поставлены таким образом, чтобы вагонная тележка каждого из них находилась непосредственно над трубой. Через 6 недель был зафиксирован небольшой прогиб рельсов. После того, как вагоны убрали, рельсы выпрямились, и восстановление геометрии пути не потребовалось.

Выводы

- Двухслойные гофрированные ПЭ трубы диаметром 1200 мм, проложенные на глубине 1,2 м над верхом трубы в железнодорожной насыпи, выдержали 96 млн т поездной нагрузки.

- В ходе эксперимента не возникло необходимости в корректировке геометрии дорожного полотна вследствие деформации труб.

- По сообщениям машинистов поездов, на протяжении всего эксперимента эксплуатационные качества пути были удовлетворительными.

- Установленная на локомотивах система контроля качества пути не выявила отклонений на участках заложения труб на протяжении всего эксперимента.

