

Н.И. Шепелевич, канд.техн.наук, доцент,  
РУП «Институт БелНИИС», г. Минск, Республика Беларусь  
А.С. Пузан, магистр технических наук,  
РУП «Институт БелНИИС», г. Минск Республика Беларусь  
В.П. Сухомлинов, ПО «Стеклокомпозит»,  
г. Рязань, Российская Федерация

## **ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ТРУБЫ «FLOWTECH™» ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА НАПОРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ МЕТОДОМ МИКРОТОННЕЛИРОВАНИЯ**

В последние годы для прокладки подземных трубопроводов в условиях плотной городской застройки применяется метод микротоннелирования, основанный на проталкивании за проходческим комплексом звеньев труб, как правило, железобетонных [1]. Данную технологию применяют и при прокладке напорных трубопроводов. При этом сам напорный трубопровод устраивают внутри созданного тоннеля, что требует дополнительных материальных и трудовых затрат и приводит к существенному повышению стоимости строительства.

РУП «Институт БелНИИС» совместно с ПО «Стеклокомпозит» разработано новое конструктивное решение железобетонно-стеклокомпозитной напорной трубы, предназначенной для прокладки трубопроводов методом микротоннелирования. Труба сформирована из двух слоев: внутренний слой – труба-вкладыш из стеклокомпозита, обеспечивающая водонепроницаемость трубопровода и его стыковых соединений и наружный слой – железобетонная обойма, воспринимающая внешние нагрузки, в т.ч. внутреннее давление в трубопроводе, а так же усилие продавливания при проходке тоннеля.

Следует указать, что железобетонная труба-обойма армирована сварным цилиндрическим каркасом и для изготовления таких труб могут быть использованы технологии, применяемые при производстве железобетонных безнапорных труб. Классические же железобетонные напорные трубы изготавливались предварительно напряженными с использованием достаточно сложных технологий (например, методом виброгидропрессования [2]) и сейчас практически не производятся.

Разработаны рабочие чертежи труб и технические условия на их изготовление. Изготовлены опытные образцы труб диаметром 800 мм и 2000 мм класса PN 10 (на рабочее давление 1,0 МПа) и произведены их испытания внутренним гидростатическим давлением и трехлинейной нагрузкой. Трубы изготовлены по технологиям, применяемым для

производства железобетонных безнапорных труб: труба диаметром 800 мм – методом вибропрессования, а труба диаметром 2000 мм – по литьевой технологии.

Стеклокомпозитную трубу-вкладыш одевают на сердечник формы и после укладки бетона она формирует внутреннюю полость трубы. При этом толщина вкладыша составляет соответственно 8 мм и 16 мм, что существенно меньше чем у напорных труб из стеклокомпозита. На рисунке 1 представлен внешний вид опытных образцов труб.



Рисунок 1. Внешний вид опытных образцов труб

Произведены испытания опытных образцов труб диаметром 800 мм внутренним гидростатическим давлением (см. фото на рисунке 2). Испытания показали, что первые трещины на бетонной поверхности трубы образовались при давлении 2,0 МПа. При давлении 2,55 МПа ширина раскрытия трещин на составляла от 0,1-0,15 мм.



Рисунок 2. Испытание труб гидростатическим давлением

Трехлинейной нагрузкой были испытаны два опытных образца трубы: №1 – подвергнутый испытанию гидростатическим давлением и №2 – образец с ненарушенной структурой бетона. В образце №1 первые трещины с шириной раскрытия 0,05–0,1 мм образовались на наружной боковой поверхности при нагрузке  $P = 170$  кН/м, причем это были трещины образовавшиеся при испытании трубы внутренним гидростатическим давлением. При нагрузке  $P = 290$  кН/м ширина раскрытия данных трещин составляла 0,15–0,25 мм. Внешний вид испытаний и характер образования трещин на боковой поверхности трубы представлен на рисунке 3.



Рисунок 3. Испытание трубы трехлинейной нагрузкой

В образце № 2 трещины (шириной до 0,05 мм) образовались на боковой поверхности при нагрузке  $P = 210$  кН/м. При  $P=320$  кН/м образовалась трещина в шельге трубы. Истощение несущей способности образца произошло при нагрузке  $P = 450$  кН/м. Причем образовалась «новая» наклонная трещина в шельге трубы, которая и привела к истощению несущей способности (см. фото на рисунке 4).

Следует указать, что в обоих образцах (при нагружении) трещины в стеклокомпозитном сердечнике отсутствовали, а после снятия нагрузки, трещины в образце №1 практически закрылись. Остаточная ширина раскрытия трещин на бетонной поверхности образца №1 не превышала 0,05 мм.

Таким образом, испытания показали, что прочностные характеристики опытных образцов железобетонных напорных труб марки «FLOWTECH™» соответствуют регламентированным в рабочих чер-

тежах и технических условиях и данный вид труб рекомендован к апробации в условиях опытного строительства.



Рис.4. Внешний вид наклонной трещины в шельге

Следует так же указать, что трубы данной конструкции могут использоваться и при строительстве классических напорных трубопроводов, укладываемых в траншею. Жесткость железобетонной обоймы обеспечивает устойчивость структурную трубопровода в продольном и поперечном направлениях и применение данных труб, например, в сложных инженерно-геологических условиях вполне оправдано.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шепелевич Н.И., Коноплицкий А.Л. Опыт конструирования и применения железобетонных труб диаметром 2400 мм для микротоннелирования// Строительная наука и техника. – 2010, № 1. – С. 40-43.
2. Попов А.Н., Ционский А.Л., Хрипунов В.А. Производство железобетонных напорных виброгидропрессованных труб. – М., Стройиздат, 1979. – 258 с.