

Ю. В. БЕЛЯВСКИЙ, А. В. МИШУТИН

(Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ВОДОПРОПУСКНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТРУБ

Аналіз роботи системи «високий насип–водопроектна труба–основа» виявляє причини деформації розтягу уздовж осі труби, просідання тіла труби щодо оголовків, тощо. Для вирішення даної проблеми пропонуються нові конструкції водопроектних труб.

Анализ работы системы «высокая насыпь–водопроектная труба–основание» выявляет причины деформации растяжения вдоль оси трубы, проседания тела трубы относительно оголовков и др. Для решения данной проблемы предлагаются новые конструкции водопроектных труб.

The analysis of work of the system «high filling – water-carrying pipe – the base» reveals the causes of stretch deformation along the pipe axis, deflection of the pipe body in relation to its heads, etc. For solution of these problems new designs of water-carrying pipes have been suggested.

В процессе эксплуатации водопроектные трубы воспринимают постоянные и временные нагрузки (от массы насыпи и транспортных средств), изменяющиеся в времени, зависят от температуры и влажности окружающей среды, действий водного потока и льда, сейсмических нагрузок. [1].

Анализ работы системы «высокая насыпь–водопроектная труба–основание» показывает, что закладка трубы в систему «насыпь–основа» имеет существенное влияние на ее напряженно-деформированное состояние, вызывая при этом явления разуплотнения грунта в области трубы (рис. 1).

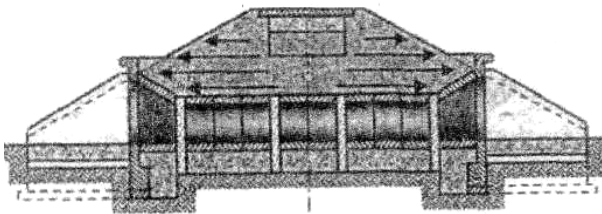


Рис 1. Растяжения трубы вдоль оси

Эти явления являются одной из главных причин возникновения таких деформаций: растяжения трубы вдоль оси; проседания тела трубы относительно оголовков; проседания отдельных колец в теле трубы; проседания насыпи над трубой; деформация оголовков (отсовывания оголовков в результате давления насыпи, образования трещин и др.); заиливание отверстий в результате попадания грунта через образованные щели между кольцами при растяжении труб и др. [2].

Для решения данной проблемы предлагаются следующие варианты конструкций труб: металлические гофрированные трубы, железобетонные сборно-монолитные трубы.

Гофрированная труба – естественная геотехническая конструкция. Вместе с окружающей ее засыпкой она образует сопряженную конструкцию, которая воспринимает действующие на нее нагрузки. Гофрированная труба обладает упругостью, вследствие чего в засыпке образуется равномерное пассивное давление. По контуру трубы давление также равномерное. При этом на нее действуют нормальные силы, а изгибающие моменты отсутствуют. Работая совместно с грунтом, труба сохраняет свою форму в результате образовавшегося в грунте устойчивого состояния. В то же время возможны продольные смещения и деформации, обеспечиваемые гофрированной формой металла. Стабилизирующий эффект грунта уменьшает нагрузки, действующие на трубу, по сравнению с расчетными. Об этом свидетельствует диаграмма зависимости коэффициента нагрузки от плотности окружающего грунта (рис. 2).

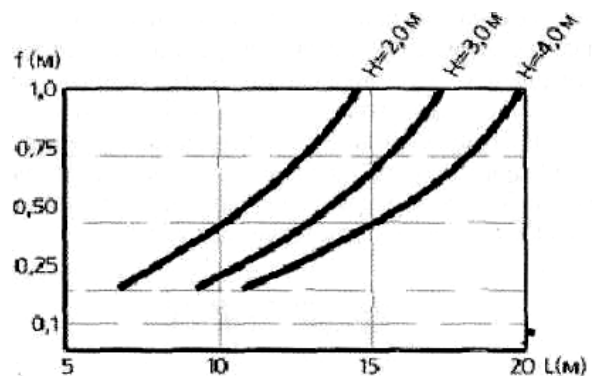


Рис. 2. Диаграмма зависимости коэффициента нагрузки от плотности окружающего грунта

На диаграмме по оси ординат приведен коэффициент нагрузки, по оси абсцисс плотность

по Проктору, % (АА8НТО Т-99). При высоких откосах и проседающих грунтах часто возникают обусловленные деформациями, неравномерные понижения, которые в большинстве случаев располагаются в средней части трубы. Гофрированная стальная труба допускает появление больших продольных понижений без угрозы ее работоспособности.

По приведенной диаграмме можно определить допустимую величину вертикальных деформаций гофрированной металлической трубы (рис. 3).

На железных дорогах чаще всего используют трубы эллиптического поперечного сечения с вертикальной большой осью (табл. 1). Максимальная нагрузка на ж.-д. ось 32 т.

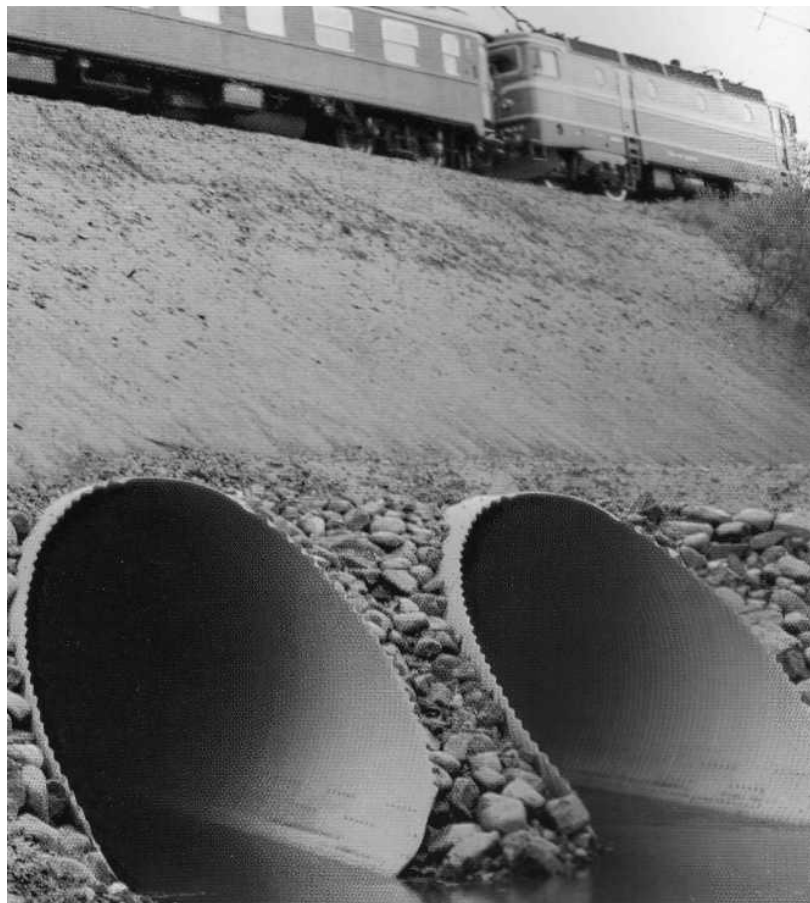


Рис. 3. Гофрированная металлическая труба

Таблица 1

Основные параметры металлических труб

Тип трубы	Горизонтальный диаметр	Вертикальный диаметр	Площадь поперечного сечения, м ²
Е4	1,92	2,12	3,20
Е5	2,06	2,28	3,70
Е16	3,61	3,99	11,33
Е17	3,75	4,15	12,20

Круглые и эллиптические гофрированные металлические трубы наиболее экономичны по площади поперечного сечения. Их конструктивная прочность по отношению к нагрузкам наибольшая. В итоге они в большей степени подходят для высоких насыпей. Сборно-монолитный вариант железобетонной конструкции водопропускной трубы является наибо-

лее долговечным и надежным в эксплуатации решением (рис. 4).

Удовлетворение комплекса требований по технологии приготовления и эксплуатации позволят получить бетон прочностью 30,0..60,0 МПа, плотностью 2400 кг/м³, водонепроницаемостью при толщине конструкции 4..6 см не менее В-8, морозостойкостью не менее 400 циклов.

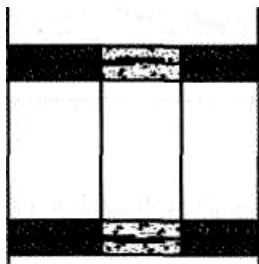


Рис. 4. Сборно-монолитный вариант конструкции водопропускной трубы

Долговечность бетонов является определяющей характеристикой бетонов и складывается из таких качественных характеристик как морозостойкость и коррозионная стойкость. Длительность службы бетона в конструкции объясняется естественными перерывами в замораживании и оттаивании бетона весной, летом и осенью, в течение которых восстанавливается структура бетона в результате физико-химических процессов твердения, т. е. происходит естественное самозалечивание бетона. Учитывая восстановление структуры бетона и количество циклов замораживания и оттаивания, которым подвергается бетон в конструкции корпуса в течение одного зимнего сезона, установлена степень морозостойкости бетона по количеству переходов температуры через 0 по метеорологическим данным и агрессивности воды.

Коррозионная стойкость бетона является функцией его сопротивляемости различным видам воздействий внешней среды и определяется структурой и свойствами цементного камня, а также структурными особенностями бетона как материала.

При действии агрессивной среды в цементном камне, растворе или бетоне возникают процессы коррозии, которые по данным В. М. Москвина классифицируются следующим образом [5]:

Коррозия первого вида. Ведущим признаком коррозии первого вида является растворение и вымывание составных частей цементного камня соприкасающейся с ним водной средой.

Коррозия второго вида. Ведущим признаком коррозии второго вида является развитие химических обменных реакций между солями, растворенными в водной среде, и составными частями новообразований цементного камня. Продукты реакции выносятся водной средой. Остающиеся на месте плохо растворимые продукты реакции не вызывают возникновения растягивающих напряжений в стенках пор и капилляров.

Коррозия третьего вида. Ведущим признаком коррозии третьего вида является накопление в порах-капиллярах и других пустотах цементного камня, раствора или бетона, кристаллов солей, образовавшихся за счет химических реакций взаимодействия агрессивной среды и составных частей новообразований цементного камня. Кристаллы солей, расширяясь, разрушают стенки пор цементного камня.

Коррозия первого вида возможна, когда под действием одностороннего напора возникает фильтрация воды сквозь толщу бетона. Коррозионные процессы значительно усиливаются под влиянием климатических условий, многократного замораживания и оттаивания, увлажнения и высушивания, коррозии за счет усадки и набухания цементного камня. Необходимо учитывать ветровую и биологическую коррозию, а также различные механические воздействия.

Для повышения качества и надежности работы бетона и железобетонных конструкций используется защита I и II видов. К защите I вида относится использование специальных видов цемента и комплексных химических добавок. Используется, в основном, при строительстве новых и восстановлении эксплуатируемых сооружений. К защите II вида относится использование покрытий для бетонов, когда методы I вида защиты недостаточны или малоэффективны.

Развитая современная строительная индустрия предлагает большой комплекс по видам цемента и комплексных химических добавок для решения подвижности бетонной смеси, регулирования сроков схватывания и твердения бетона, повышения его прочности, плотности, коррозионной стойкости, водонепроницаемости, а также всевозможные покрытия (типа «Сайпекс», «Пенетрон» и т. д.), которые необходимо использовать для восстановления конструкций и реконструкции сооружений для повышения срока их эксплуатации.

После проведения комплексного технического обследования бетона конструкций водопропускных труб разрабатываются рекомендации по восстановлению защитного слоя арматуры, повышению водонепроницаемости бетона, коррозионной стойкости, уплотнения структуры, используя методы I и II видов защиты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Савенко В. Я. Проблеми будівництва та експлуатації системи «висока насип-водопропускна труба-основа» / В. Я. Савенко В. В. Петрович, В. І. Каськів // Автошляховик України. – 1999. – №3(157). – С. 39–40.
2. Артамонов Е. А. Водопропускные трубы под насыпями / Е. А. Артамонов, Г. Я. Волченков и др. / Под ред. О. А. Янковского. – М.: Транспорт, 1982. – 232 с.
3. Сборные металлические гофрированные конструкции. – М.: Via Con Baltik. 2001. – 16 с.
4. Мишутин А. В., Повышение долговечности бетонов тонкостенных конструкций плавучих и портовых гидротехнических сооружений / А. В. Мишутин, Н. В. Мишутин, – Одесса, 2003. – 292 с.
5. Москвин В. М. Коррозия бетона / В. М. Москвин и др. – М.: Стройиздат, 1986. – 530 с.

Поступила в редколлегию 15.06.2005.