

УДК 624.012.25

Андрійчук О.В.,
Луцький національний технічний університет

ПІДВИЩЕННЯ МІЦНОСТІ ТА ТРІЩИНОСТІЙКОСТІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БЕЗНАПІРНИХ ВОДОПРОВІДНИХ ТРУБ

У статті наведено загальні відомості про залізобетонні безнапірні труби та існуючі способи підвищення їх міцності та тріщиностійкості. Запропоновано використання сталевібробетону для виготовлення безнапірних труб.

Ключові слова: *безнапірні водопровідні труби, кільцевий переріз, тріщиностійкість, міцність, сталава анкерна фібра, сталевібробетон.*

Залізобетонні безнапірні труби – це універсальні конструкції, які використовують практично у всіх галузях будівництва: промислового, цивільного, гідротехнічного, транспортного та міському (системи водовідведення), для іригаційних систем (колектори, регулятори) тощо [1, 2].

За призначенням залізобетонні безнапірні труби поділяються на: водостічні – застосовують при влаштуванні мереж зливової каналізації; каналізаційні – призначені для транспортування стічної господарсько-побутової та промислової води; іригаційно-меліоративні; дренажні; водовідвідні, що вкладаються в насипах автомобільних та залізничних шляхів, і інші.

Безнапірні залізобетонні труби в світовій практиці давно складають конкуренцію трубам із інших матеріалів. В загальному балансі використання безнапірних водопровідних труб вони займають провідну позицію та володіють найбільшими техніко-економічними перевагами в порівнянні з трубами з чавуну та сталі. Використання бетонних та залізобетонних труб в безнапірних трубопроводах показало, що термін їхньої служби складає 80 – 100 років, тоді як термін служби металевих трубопроводів обмежується 30 роками.

В практиці найчастіше використовуються труби діаметром від 300 до 3500 мм. Це одні з найбільш масових залізобетонних дорожніх виробів, що використовуються при будівництві та реконструкції доріг всіх категорій в різних кліматичних зонах. В середньому на 1 км дорожнього полотна приходить від 1 до 1,4 споруди на основі водопровідної труби, а в групі збірних гідротехнічних споруд трубчасті конструкції займають до 60 % від загального об'єму залізобетонних конструкцій.

Із усіх відомих конструкцій безнапірних залізобетонних труб найбільш поширеними є циліндричні з круглим поперечним перерізом (рис. 1). Така

форма раціональна при гідравлічній роботі та найбільш зручна при виготовленні та монтажі трубопроводів.

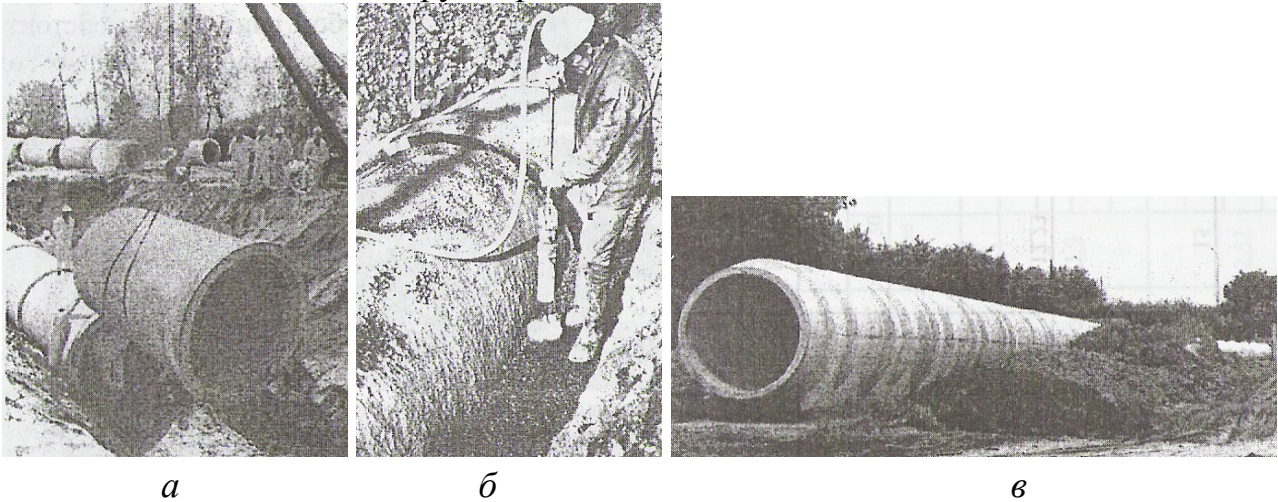


Рис. 1. Процес вкладання труб (а) та ущільнення ґрунту насипу (б);
в – будівництво трубопроводу в м. Москва (р-н Мар'яніно)

На рис. 2 подані схеми для статичного розрахунку циліндричних труб кільцевого поперечного перерізу.

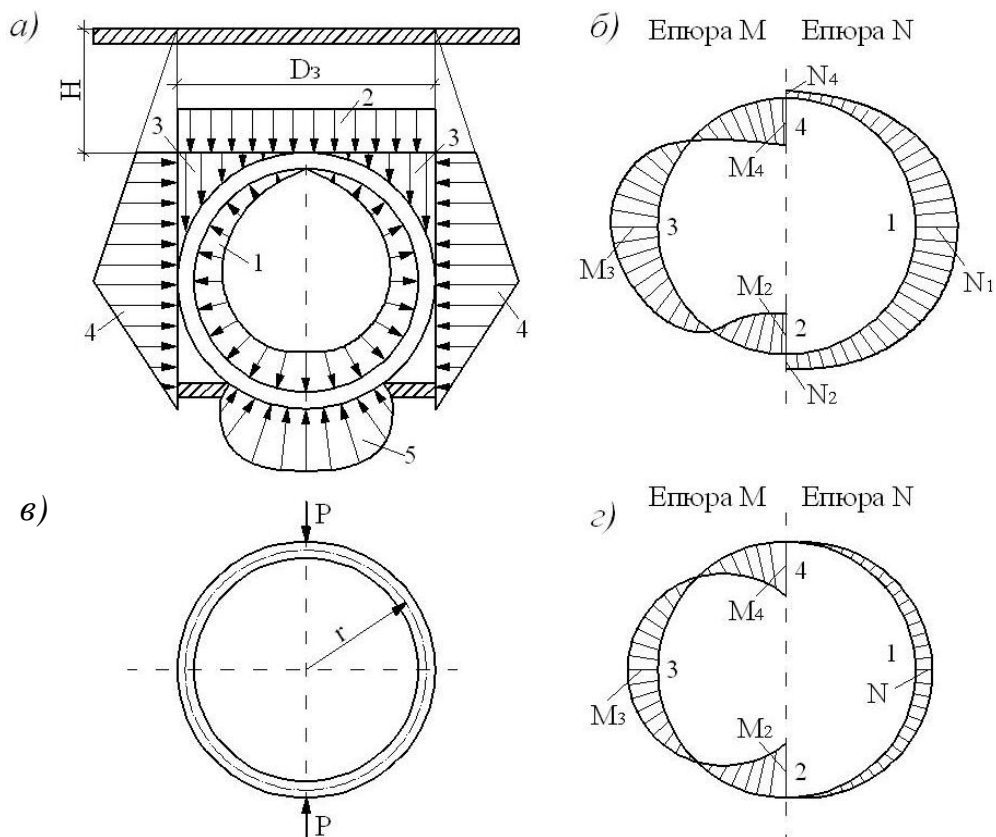


Рис. 2. Схеми до статичного розрахунку круглих труб:
а) – схема навантажень; б) і в) – епюри згинальних моментів і поздовжніх сил N ; г) –
схема дії приведенного навантаження; 1 – вага рідини, що транспортується;
2 – вертикальний тиск ґрунту та надземного навантаження; 3 – тиск ґрунту в пазах;
4 – боковий тиск ґрунту; 5 – опорна реакція ґрунту основи

Армування з/б безнапірних труб виконується згідно ГОСТ 6482 – 88 [3], що передбачає використання для труб внутрішнім діаметром до 1 м одинарного спірального арматурного каркасу (рис. 3, а), а для труб із внутрішньому діаметрі понад 1 м застосовується подвійний арматурний каркас (рис. 3, б).

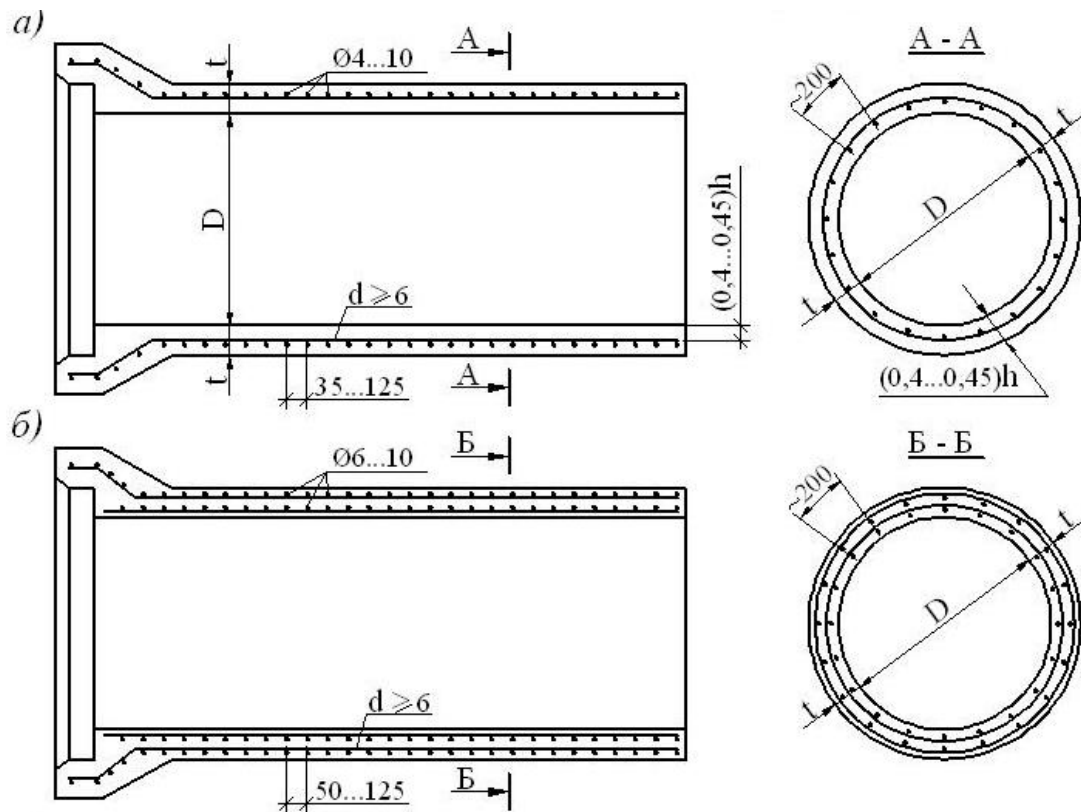


Рис. 3. Армування з/б безнапірних труб діаметром до 1 м (а) і понад 1 м (б).

Найбільшим недоліком використовуваних залізобетонних труб кільцевого поперечного перерізу на сьогоднішній день є їхня невисока тріщиностійкість.

Згідно епюри (подана на рис. 2, б, г) чітко видно, що найбільш небезпечними відносно величини виникаючих моментів і відповідно розвитку процесу тріщиноутворення є внутрішня зона вертикальних січень та зовнішня зона горизонтальних – зони розтягу. Це також підтверджується і проведеним комп'ютерним моделювання роботи елементів кільцевого перерізу (рис. 4) за допомогою програмного комплексу ПК Ліра 9.4, що працює на основі алгоритмів методу скінченних елементів. На рис. 4, б чітко видно зони із максимальними моментами, що виникають під час дії навантаження.

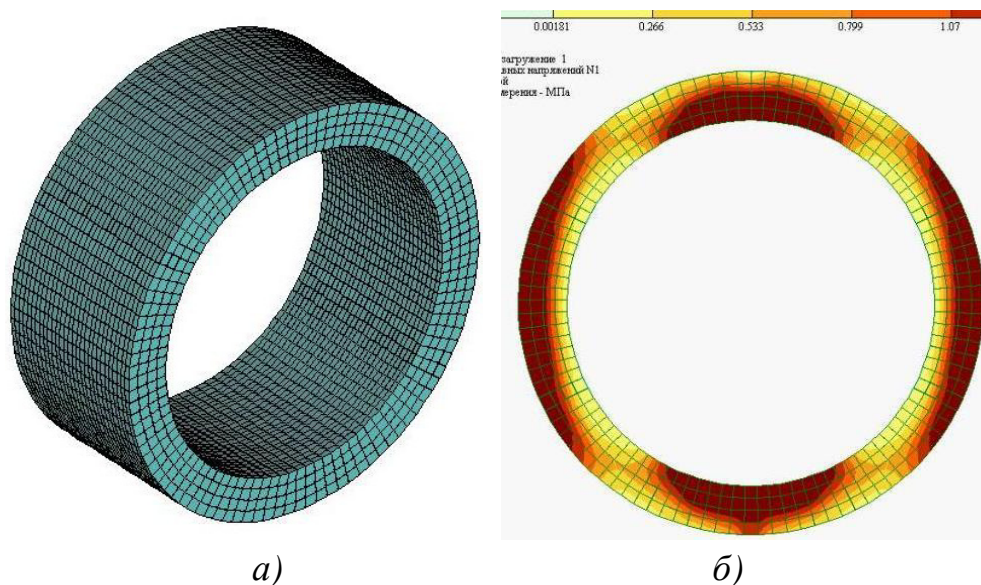


Рис. 4. Моделювання елементів кільцевого перерізу (а) та зони із максимальними згинальними моментами (б).

Одним із рішень в напрямку покращення тріщиностійкості безнапірних водопровідних труб кільцевого поперечного перерізу є застосування еліптичного каркасу (рис. 5), що враховує зони розтягу – внутрішню зону вертикальних січень та зовнішню зону горизонтальних.

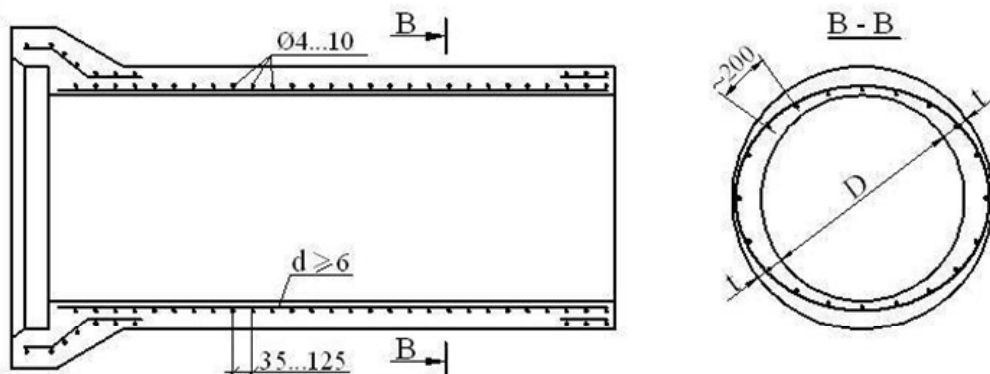


Рис. 5. Армування труби кільцевого поперечного перерізу еліптичним каркасом

Потрібно враховувати, що використання еліптичних каркасів, значно ускладнює процес виготовлення залізобетонних труб кільцевого поперечного перерізу. Також ускладнюється і процес монтажу трубопроводів. Якщо під час монтажу труба з еліптичним каркасом буде вкладена з відхиленням на 90° відносно поздовжньої осі трубопроводу, то буде не тільки зведено всю можливу перевагу таких труб нанівець, але й значно знижено тріщиностійкість даного елементу під час дії навантаження, що пришвидшить процес тріщиноутворення.

Крім циліндричних труб кільцевого поперечного перерізу (рис. 6, б) в нашій державі використовуються еліптичні труби з плоскою підшовою

обирання та циліндричні з поперечними ребрами жорсткості та підшвою обпирання (рис. 6, а, в).

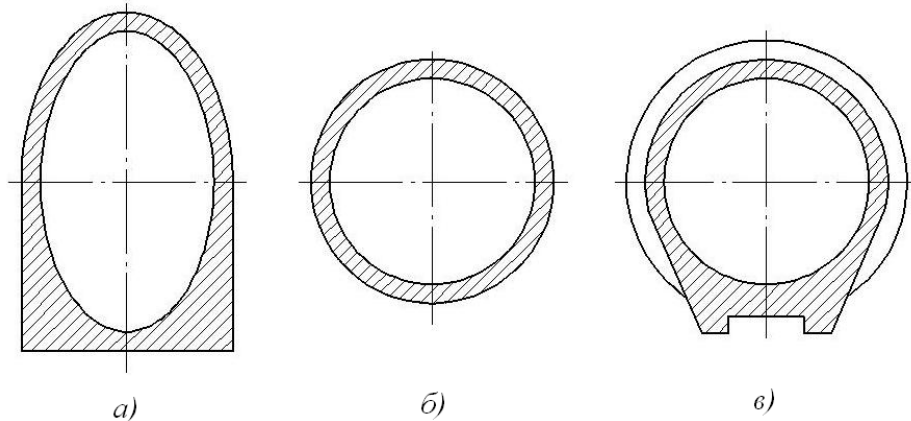


Рис. 6. Поперечні перерізи труб: а – еліптичний з плоскою підшвою обпирання; б – циліндричний; в – циліндричний з поперечними ребрами жорсткості та підшвою обпирання

Еліптичні труби з плоскою підшвою обпирання мають гірші характеристики по гідравлічній роботі та більш трудоемний процес виготовлення в порівнянні зі звичайними циліндричними трубами кільцевого поперечного перерізу.

В світовій практиці використовують безнапірні труби складних поперечних січень – стараючись надати поперечному січенню таку форму, щоб згинаючі моменти були, наскільки це можливо, зменшені або рівномірно розподілені по периметру труби. Сюди відносяться овальні та арочні труби з постійною товщиною стінки, а також труби з перемінною товщиною стінки. Дані види труб мають підвищену тріщиностійкість і міцність, але потребують значно складніших та більш технологічних процесів під час їх виготовлення в порівнянні з циліндричними трубами кільцевого поперечного перерізу.

Одним із рішень в напрямку підвищення тріщиностійкості та міцності безнапірних залізобетонних труб є застосування в конструкціях труб бетону з додаванням хаотично розміщених армуючих елементів у вигляді коротких сталевих відрізків довжиною 30 – 50 мм (фібр). Комбінування жорстких – і через це володіючих значними резервами міцності – волокон з матрицею (бетоном) дозволяє локалізувати небезпеку, пов'язану з крихким руйнуванням матриці та реалізувати таким чином основні властивості фібр: велика потенціальна міцність на розтяг та підвищений модуль пружності.

Ефективність застосування сталевібробетону в будівельних конструкціях може досягатися за рахунок зниження трудовитрат на арматурні роботи, суміщення технологічних операцій на приготування, армування, укладання та ущільнення сталевібробетонної суміші, продовження терміну експлуатації конструкцій і зниження витрат на різні види поточного ремонту.

Під час досліджень елементів кільцевого перерізу (зменшеної стендової моделі безнапірної труби) зі сталевібробетону [4 – 7] встановлено, що сталевібробетонні елементи з коефіцієнтом армування $\mu = 1,5 \%$ мають таку ж міцність, як і елементи із звичайного залізобетону за типовим армуванням та майже в два рази більшу тріщиностійкість. Досліди підтвердили, що безнапірні труби можна виготовляти із сталевібробетону.

Література

1. Бетонные и железобетонные трубы / А.Н. Попов // М.: Стройиздат, – 1973. – 269 с.
2. Железобетонные трубы. Проектирование и изготовление / Ю.А. Тевелев // Учеб. Пособие – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004. – 328с.
3. ГОСТ 6482-88. Трубы железобетонные безнапорные.
4. Бабич Є.М. Про доцільність використання сталевібробетону для виготовлення безнапірних труб / Є.М. Бабич, О.В. Андрійчук // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Збірник наукових праць – Рівне: НУВГП, 2009. – Випуск 18. – С. 119 – 126.
5. Андрійчук О.В. Особливості роботи елементів кільцевого перерізу зі СФБ при різних відсотках армування / О.В. Андрійчук // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПГАСА. – 2009. – Випуск 12. – С. 44 – 49.
6. Бабич Є.М. Експериментальні дослідження тріщиностійкості СФБ елементів кільцевого перетину / Є.М. Бабич, О.В. Андрійчук, // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури: Збірник наукових праць – Одеса: ОДАБА, 2010. – Випуск 39. Частина 1. – С. 18 – 23.
7. Андрійчук А.В. Работа элементов кольцевого сечения из сталефибробетона при повторных нагрузках. / А.В. Андрійчук // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: Материалы международной конференции молодых ученых – Могилев: Белорусско-Российский университет, 2010. – С. 97.

Аннотация

В статье приведены общие сведения о железобетонных безнапорных трубах и существующих способах повышения их прочности и трещиностойкости. Предложено использование сталефибробетон для изготовления безнапорных труб.

Ключевые слова: безнапорные водопроводные трубы, кольцевое сечение, трещиностойкость, прочность, стальная анкерная фибра, сталефибробетон.

Annotation

In the article general information over is brought about reinforce-concrete nonpressure pipes and existent methods of increase of their durability and crack durability. The use of steelfibroconcrete is offered for making of nonpressure pipes.