

П. М. КОВАЛЬ, І. П. БАБЯК (ДерждорНДІ ім. М. П. Шульгіна, Київ),
Т. М. СІТДИКОВА (Міністерство транспорту та зв'язку України, Київ)

НОРМУВАННЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ Й БУДІВНИЦТВІ СПОРУД З МЕТАЛЕВИХ ГОФРОВаниХ КОНСТРУКЦІЙ

В статті наведено опис металевих гофрованих конструкцій. Особливу увагу приділено нормуванню проектування і особливостям з цим пов'язаним. Вказано питання, які діючі норми дозволяють вирішити.

В статье приведено описание металлических гофрированных конструкций. Особое внимание уделено нормированию и особенностям, связанным с этим. Указаны вопросы, которые действующие нормы позволяют решить.

In the paper the exposition of metal corrugated constructions is given. The special attention is paid to the normalization and related features. The questions, which can be solved by the operating norms, are specified.

Металеві гофровані конструкції (МГК) є одним з раціональних і перспективних видів транспортних споруд, будівництво яких вимагає мінімальних транспортних витрат для перевезення конструкцій МГК, невеликих витрат матеріалів та трудовитрат на будівельному майданчику. Все це забезпечує прискорення темпів будівництва транспортних споруд. Будучи гнучкими конструкціями, вони працюють за рахунок сумісної роботи з навколишнім ґрунтом засипання. Це сприяє полегшенню конструкцій і дозволяє їх укласти без фундаментів [1, 2].

Транспортні споруди з металевих гофрованих конструкцій мають цілий ряд переваг у порівнянні з аналогічними бетонними конструкціями [3].

Основною з небезпек для МГК, як і для інших металевих конструкцій та споруд, є корозія. Тому, антикорозійні заходи значно впливають на кінцеву ціну конструкції. Основним засобом захисту є цинкування, яке наносять гарячим способом. Застосовується також покриття епоксидною смолою по цинкуванню в залежності від агресивності середовища [4].

До особливостей металевих гофрованих конструкцій можна віднести більш високі вимоги до засипки та ущільнення. Зокрема, засипання необхідно виконувати пошарово одночасно із обох боків горизонтальними шарами товщиною до 20 см по всій довжині труби на однакову висоту з пошаровим ущільненням за допомогою спеціальної техніки (рис. 1, а). В безпосередній близькості до МГК ущільнення виконують ручними трамбувальними механізмами (рис. 1, б). Вимоги до МГК та конструктивні особливості, які повинні бути забезпечені

для надійної експлуатації, відображені у розділах 3 та 4 ВБН В.2.3-218-198 [5].

Завдяки конструктивним, технологічним і економічним перевагам металеві гофровані конструкції одержали поширення в усьому світі. Так, у Росії, розпорядженням Міністерства транспорту РФ Ос-542-р від 17.06.2002 р., рекомендовано застосування гофрованих труб при будівництві і реконструкції доріг.

Але нормативні вимоги, якими керуються постачальники не враховують повною мірою умови Росії, зокрема поєднання мерзлотних і сейсмічних процесів. Тому виникла необхідність розробки рекомендацій з врахуванням цих природно-кліматичних умов. Так, у 2002 році, за завданням Державної служби дорожнього господарства Росії (РОСАВТОДОР) були розроблені рекомендації [6], що регламентують застосування гофрованих труб у районах вічної мерзлоти, а також включають деякі коректування з питань гідроізоляції і забезпечення стійкості конструкції труби при великих висотах насипів. При підготовці методичних рекомендацій були досліджені умови адаптації закордонного досвіду дорожнього будівництва з застосуванням металевих гофрованих водопропускних труб до складних інженерно-геологічних умов районів будівництва Сибіру, Забайкалля і Далекого Сходу.

Багато років застосовуються МГК у скандинавських країнах (Швеція та ін.).

У вітчизняній практиці будівництва МГК почали застосовуватися, в основному, з середини дев'яностих років. Такі конструкції використані при будівництві транспортних розв'язок та перепуску водотоків в АР Крим, на автомобільній дорозі Київ – Одеса, Харків – Сімферополь та ін. (рис. 2).

а)



б)



Рис. 1. Пошарове ущільнення ґрунту засипки при влаштуванні металевої гофрованої труби: а – за допомогою спеціальної техніки; б – із застосуванням ручних трамбувальних механізмів



Рис. 2. Металева гофрована конструкція прогоном 12 м на обході м. Олесько у Львівській області

Оскільки в Україні за даними Державної служби автомобільних доріг України (Укравтодор) станом на 01.01.2005 р. в експлуатації на автомобільних дорогах знаходиться 16082 шт. (371157,0 п. м.) мостів і 129053 шт. водопропу-

скних труб, одним із напрямків застосування металевих гофрованих конструкцій є ремонт існуючих малих мостів і водопрпускних труб. Якщо брати труби, то в середньому, при мережі доріг загального користування 169739 км, їх кількість складає біля однієї (0,8) труби на один кілометр. Біля 29 % із цих труб вимагають ремонтних заходів. Зважаючи на те, що ремонт транспортних споруд за останніх п'ять років виконується не в достатній мірі, відсоток труб, які потребують ремонтних заходів, збільшився.

Основними дефектами бетонних труб є тріщини кілець та їх просідання, порушення гідроізоляції стиків між кільцями, руйнування лотка і укріплень, тощо. Врахування дефектів існуючих труб і їх величини є необхідним для прийняття раціональних проектних рішень щодо ремонту.

Застосування МГК в будівництві вимагає нових технологій, матеріалів та відповідного нормативного забезпечення, а саме, норм, які регламентують проектування, монтаж, гідравлічні та конструктивні розрахунки. Такими нормами є ВБН В.2.3-218-198, розроблені Державним дорожнім науково-дослідним інститутом ім. М. П. Шульгіна (ДерждорНДІ) за участю авторів статті.

Вимоги до конструктивних особливостей, що містять ВБН В.2.3-218-198, мають відмінності від закордонних нормативних документів, наприклад, щодо гідроізоляції, захисту від корозії при створенні ґрунтової обойми. Закордонна розрахункова база залишається на основі емпіричних підходів і формул, створених в результаті аналізу численних експериментальних даних.

У діючих нормах України застосовано формули опору матеріалів, що дозволяє, з точки зору фізики явища, проектувати майбутню споруду МГК.

В основу ВБН «Проектування та будівництво споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах загального користування» покладено науковий досвід застосування гофрованих металевих водопрпускних труб, накопичений у провідних науково-дослідних інститутах, зокрема в ДерждорНДІ, з узагальненням закордонного та вітчизняного досвіду з проектування та будівництва МГК.

В нормативному документі, над яким працювали фахівці інституту, виконані наступні роботи:

1. Розширено номенклатуру виробів – збільшено отвір МГК до 8 м.

2. Крім традиційних круглих, запропоновано використання конструкцій з іншими перерізами: горизонтальний еліптичний переріз, переріз з плоским дном, переріз пониженої висоти, арковий переріз.

3. Розширено зону використання: з використанням МГК можна виконувати ремонт та нарощування залізобетонних труб.

Ремонт існуючих залізобетонних споруд виконується методом «гільзування». За таким методом допускається встановлення металевої гофрованої конструкції всередину залізобетонної з подальшим омоноличенням зазорів. Також МГК використовуються для подовження існуючих транспортних споруд при реконструкції або капітальному ремонті доріг.

4. Передбачено використання нових геосинтетичних матеріалів для армування ґрунтової обійми навколо конструкції та укосів насипу біля вхідного та вихідного оголовків та ін.

Проведена робота вимагала використання та аналізу нормативних документів, які діяли ще на території колишнього СРСР та нових сучасних вітчизняних нормативних документів, адаптованих до кліматичних та сейсмічних умов України, з врахуванням правил охорони праці та техніки безпеки.

Після апробації прийнятих норм ВБН В.2.3-218-198 у вітчизняній практиці будівництва було встановлено, що, загалом, норми дають можливість проектувати споруди та будівництво нових і реконструкцію існуючих транспортних споруд на автомобільних дорогах загальнокористування.

Разом з тим, оскільки переваги у певних випадках таких споруд на транспортними спорудами із залізобетону є беззаперечними, постало питання будівництва споруд з прогонами, більшими ніж 8 м (аж до 25 м). Такий досвід будівництва існує в Європі. Тож, існує необхідність розробки вітчизняних норм з проектування і будівництва споруд з металевих гофрованих конструкцій, що працюють разом із ґрунтом засипки під автомобільною дорогою для прогонів до 25 метрів.

Проаналізувавши діючий ВБН В.2.3-218-198, для можливості проектувати та будувати споруди з прогоном до 25 метрів необхідно переглянути або доповнити норми наступними вимогами:

– необхідно розширити сферу застосування;

– оскільки граничні значення певних показників нормовані числовими значеннями, врахувати всі можливі випадки для прогонів значної довжини є складною задачею, яку, в кожному конкретному випадку, повинен вирішувати проєктант виходячи з умов проектування та будівництва. Внаслідок цього, такі показники, як будівельний підйом, розміри і глибина розташування протифільтраційних екранів, параметри металевої п'яти вузла з'єднання металоконструкції і фундаменту (у випадку арочної конструкції труби) та деякі інші, слід встановлювати розрахунком;

– оскільки споруд із прогонами більше ніж 8 м в Україні практично нема, необхідним було б здійснення науково-технічного супроводу будівництва таких споруд згідно вимог ДБН В.1.2-5 [7], який виконуватимуть проєктувальники об'єкта або базові організації з науково-технічної діяльності, що мають ліцензію на виконання певного виду робіт відповідно до завдань супроводу;

– вимогами щодо граничних деформацій, які повинні не перевищувати величин, встановлених проєктом;

– оскільки споруди будуть мати прогони від 8 до 25 м, їх, як і всі інші нові споруди, необхідно після завершення будівельних робіт випробовувати на відповідність нормам, прикладаючи проєктне навантаження. При цьому, слід фіксувати напруження, деформації, які не повинні перевищувати допустимі значення; необхідно розширити номенклатуру МГК для можливості оптимізації вибору конструкцій МГК при проектуванні, наприклад, так, як це показано в табл. 1 або 2.

Таблиця 1

Характеристики для гофрів розміром 200×55 мм

Товщина листа, см	Площа хвилі гофри, см ² /см	Момент інерції хвилі гофри, см ⁴ /см	Момент опору, см ³ /см
δ	A	I	W
0,325	0,384	1,471	0,50
0,400	0,473	1,819	0,62
0,475	0,562	2,171	0,73
0,550	0,651	2,526	0,84
0,625	0,774	2,886	0,94
0,700	0,829	3,251	1,05

Таблиця 2

Характеристики для гофрів розміром 380×140 мм

Товщина листа, см	Площа хвилі гофри, см ² /см	Момент інерції хвилі гофри, см ⁴ /см	Момент опору, см ³ /см	Радіус інерції, см
δ	A	I	W	i
0,4	0,559	13,739	1,835	4,96
0,5	0,698	17,203	2,296	4,96
0,6	0,838	20,674	2,758	4,97
0,7	0,977	24,159	3,222	4,97

Висновки

1. Розроблені будівельні норми ВБН В.2.3-218-198 «Проектування та будівництво споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах загального користування», направлені на вирішення питань щодо: технології влаштування та монтажу металевих гофрованих труб; встановлення конструктивних вимог до металевих гофрованих труб; на систематизацію існуючих перерізів МГК, які можна використовувати при будівництві або реконструкції штучних споруд; на раціональне використання ресурсів, економію матеріальних, енергетичних, трудових ресурсів та охорону навколишнього середовища; забезпечення належного науково-технічного рівня якості при будівництві та проектуванні гофрованих металевих конструкцій пройшли апробацію у вітчизняній практиці будівництва. Встановлено, що, загалом, норми дають можливість проектувати споруди та будівництво нових і реконструкцію існуючих транспортних споруд на автомобільних дорогах загального користування.

2. Для можливості проектування та будівництва споруди з прогоном до 25 метрів необхідно переглянути або доповнити ВБН В.2.3-218-198 рядом вимог.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Потапов, А. С. Металлические гофрированные трубы с жестким слоем засыпки [Текст] / А. С. Потапов, М. Г. Раткевич, Ю. П. Куркин // Транспортное строительство. – 1990. – № 9. – С. 10-11.
2. Потапов, А. С. Совершенствование конструкций и технологий строительства водопропускных труб в районах со сложными природными условиями [Текст] / А. С. Потапов, Е. Ф. Казначеева, З. М. Палькина // Транспортное строительство. – 2004. – № 11. – С. 10-12.
3. Нормативне забезпечення проектування і будівництва споруд з металевих гофрованих конструкцій [Текст] / П. М. Коваль та ін. // Дороги і мости: зб. наук. пр. / ДерждорНДІ. – Вип. 8. – К., 2008. – С. 154-158.
4. Лисенко, О. П. Досвід застосування металевих штучних споруд на автомобільних дорогах [Текст] / О. П. Лисенко, К. Е. Артеменко // Науково-виробничий журнал. – 2004. – № 5. – С. 33-35.
5. ВБН В.2.3-218-198:2007. Споруди транспорту. Проектування та будівництво споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах загального користування [Текст].
6. Методические рекомендации по применению металлических гофрированных труб [Текст]: Утв.: Гос. служба дор. хоз-ва (РОСАВТОДОР). – М., 2002. – 99 с.
7. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів [Текст].

Надійшла до редколегії 16.03.2010.

Прийнята до друку 22.03.2010.