

## НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЕКТУВАННЯ І БУДІВНИЦТВА СПОРУД З МЕТАЛЕВИХ ГОФРОВАНИХ КОНСТРУКЦІЙ

**Коваль П.М.**

**Фаль А.Є.**

**Бабяк І.П.**

**Сітдикова Т.М.**

*ДерждорНДІ*

---

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

Штучні споруди з металевих гофрованих конструкцій мають ряд переваг у порівнянні з аналогічними бетонними конструкціями:

По-перше, це адаптація споруд з МГК. Вони мають високу пристосовність до ґрунтових умов, що змінюються, та мають підвищену сейсмостійкість і опір до руйнування. Використання різних марок сталей дозволяє застосовувати їх при низьких температурах.

По-друге, це довговічність. Використання різних антикорозійних покриттів дозволяє сертифікувати штучні споруди з МГК на термін до 75 років.

По-третє, їх транспортабельність. Виготовлення МГК із стандартних гофрованих листів дозволяє влаштувати у заводських умовах і транспортувати в будь-яке місце конструкції будь-яких розмірів. Бетонні труби через складності при транспортуванні у заводському виготовленні можуть бути тільки до 3 метрів. Вартість транспортування МГК у 10-15 разів нижча порівняно з транспортуванням залізобетонних труб. Наприклад, в одному піввагоні транспортується до 400 погонних метрів труб діаметром 1,5 м.

По-четверте, це зручність монтажу. Швидкість виготовлення споруд із МГК у 5-7 разів вища у порівнянні із використанням бетонних конструкцій. При їх влаштуванні не потрібне використання складної і дорогої техніки. Крім того, монтаж і будівництво споруд із МГК може проводитися в зимовий період, що, як правило, утруднено при використанні бетону.

По-п'яте, це їх економічність. Як показав вітчизняний та закордонний досвід будівництва, застосування МГК у дорожньому будівництві дозволяє зменшити витрати на спорудження об'єктів, як правило, на 30-40 % [3].

До особливостей гофрованих металевих труб можна віднести більш високі вимоги до засипки та ущільнення. Зокрема, засипання необхідно вести пошарово одночасно із обох боків горизонтальними шарами товщиною до 20 см по всій довжині труби на однакову висоту. Ущільнення проводиться ручним механізованим інструментом – пневматичними або електричними трамбовками масою не менше 200 кг за 4 проходи по одному сліду.

Ґрунт засипки повинен мати коефіцієнт ущільнення не менше 0,95. Модуль деформації ґрунту повинен бути не менше 300 кг/см<sup>2</sup>. Основним ворогом МГК є корозія, тому антикорозійні заходи значно впливають на кінцеву ціну конструкції. Основним засобом захисту є цинкування товщиною не менше 80 мкм, що наносять гарячим способом. Застосовується також покриття епоксидною смолою по цинкуванню в залежності від агресивності середовища [4].

Оскільки в Україні за даними Державної служби автомобільних доріг України (Укравтодор) станом на 01.01.2005 р. в експлуатації на автомобільних дорогах знаходиться 16082 (371157,0 п.м.) мостів і 129053 водоперепускних труб, одним із напрямків застосування металевих гофрованих конструкцій є ремонт існуючих малих мостів і водоперепускних труб. Якщо брати труби, то в середньому, при мережі доріг загального користування 169739 км, їх кількість становить біля однієї (0,8) труби на один кілометр. Близько 29 % із цих труб вимагають ремонтних заходів. Основними їх дефектами є тріщини кілець та їх просідання, порушення гідроізоляції стиків між кільцями, руйнування лотка і укріплень, тощо.

У вітчизняній практиці цивільного будівництва МГК почали застосовуватися в основному з середини дев'яностих років з використанням постачань імпортованих конструктивних елементів та інженерного забезпечення. Такі конструкції використано при будівництві транспортної розв'язки біля с. Фруктове в АРКрим, на автомобільній дорозі "Київ – Одеса" біля м. Біла Церква, схожі конструкції також використовувались на новій ділянці Жашків – Червонознам'янка автомобільної дороги "Київ-Одеса" (рис. 1, 2).



*Рисунок 1 – МГК в стадії будівництва на автомобільній дорозі "Київ-Одеса"*



*Рисунок 2 – МГК на автомобільній дорозі "Київ-Одеса" км 229+775*

Застосування МГК в будівництві вимагає нових технологій, матеріалів та відповідного нормативного забезпечення, а саме, норм, які регламентують проектування, монтаж, гідравлічні та конструктивні розрахунки.

У 1970-1975 р.р. у колишньому СРСР проводилися дослідження і розроблялися технічні умови по застосуванню водоперепускних гофрованих металевих і склопластикових труб (ВСН 176-71 був затверджений у 1971 р.). Згодом був виданий нормативний документ з проектування і будівництва металевих гофрованих водоперепускних труб ВСН 176-78. Цей документ був підготовлений союзним науково-дослідним інститутом транспортного будівництва (ЦНИИС), та його Новосибірським філіалом (СибЦНИИС) за участю Державного союзного дорожнього

науково-дослідного інституту (СоюздорНИИ) та погоджений і затверджений колишнім Мінтрансстроем у 1978 р. Доповнення до цього документу були видані в 1984-1985 роках. У цей же час було організоване виробництво металевих оцинкованих гофрованих елементів труб та розпочато широке застосування їх при будівництві залізниць і під'їзних залізничних колій на БАМі (Захід Сибіру) [5].

Завдяки конструктивним, технологічним і економічним перевагам металеві гофровані конструкції одержали поширення в усьому світі. 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 певні коригування 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 водоперепускних труб до складних інженерно-геологічних умов районів будівництва Сибіру, Забайкалля і Далекого Сходу.

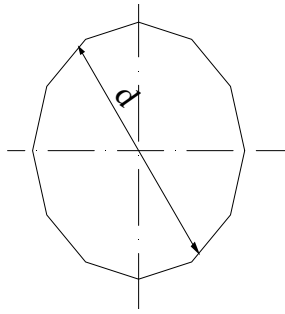
До цього часу значна частина рекомендацій, які містяться у ВСН 176-78, вимагають коригування та адаптування до сучасних вимог ДБН, ГОСТів, ДСТУ та ВБН на види робіт та матеріали з врахуванням накопиченого досвіду будівництва й експлуатації штучних споруд у різних умовах. Вимоги, що містить ВСН 176-78, мають деякі відмінності від закордонних нормативних документів, наприклад, щодо гідроізоляції, захисту від корозії при створенні ґрунтової обійми. Закордонна розрахункова база залишається на основі емпіричних підходів і формул.

У вітчизняній практиці будівництва нормативних документів і технічних вказівок стосовно будівництва водоперепускних споруд з металевих гофрованих конструкцій на залізничних шляхах та автомобільних дорогах немає. Це пояснює необхідність розробки вітчизняних норм з проектування і будівництва споруд з гофрованих металевих конструкцій, що працюють разом з ґрунтом засипки під автомобільною дорогою.

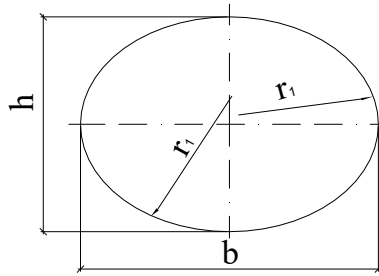
В основу розробки проекту ВБН “Проектування та будівництво штучних споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах загального користування” було покладено науковий досвід застосування гофрованих металевих водопропускних труб, накопичений у провідних науково-дослідних інститутах, зокрема в Державному дорожньому науково-дослідному інституті імені М.П.Шульгіна (ДерждорНДІ), з узагальненням закордонного та вітчизняного досвіду з проектування та будівництва металевих гофрованих конструкцій.

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

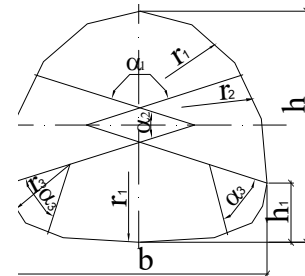
1. Розширено номенклатуру виробів – збільшено отвір МГК до 8 м;
2. Крім традиційних круглих запропоновано використання конструкцій з іншими перерізами (рис. 3-8).



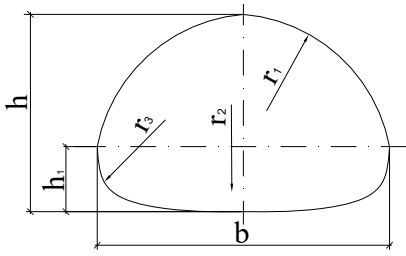
**Рисунок 3** – Круглий переріз



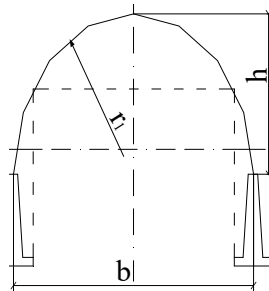
**Рисунок 4** – Горизонтальний еліптичний переріз



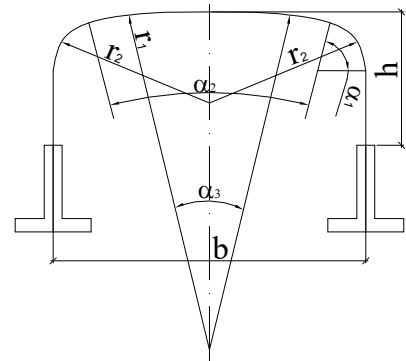
**Рисунок 5** – Переріз з плоским дном



**Рисунок 6** – Переріз пониженої висоти



**Рисунок 7** – Арковий переріз



**Рисунок 8** – Арка коробового перерізу

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

Ремонт існуючих залізобетонних споруд виконується методом „гільзування”. За таким методом допускається встановлення металевої гофрованої конструкції всередину залізобетонної з подальшим омонолічуванням зазорів. Також МГК використовуються для подовження існуючих штучних споруд при реконструкції доріг.

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

5. Передбачено використання полімерів та полімер – розчинів для влаштування лотків водопропускних споруд.

Наведено додаткові заходи щодо захисту МГК від корозійних пошкоджень, з використанням:

- матеріалів на основі епоксидних смол (наприклад, епоксидно-каучукова фарба, епоксидно-поліамідна емаль, епоксидно-кам'яновугільна емаль товщиною шару 90-400 мкм), термін служби комбінованого покриття «цинк + епоксидне покриття» у півтора рази більший, ніж сума термінів служби двох даних шарів;
- матеріалів на основі поліуретанових смол, а також мастик: бітумо-гумової або бітумо-мінеральної (бітуміноль) марок Н-1 або Н-2, яка складається з бітуму, наповнювача та

пластифікатору. Кожний шар бітумного покриття наноситься товщиною 0,7-0,8 мм, що становить 1 кг на 1 м<sup>2</sup> корисної площі (з врахуванням гофрів).

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.

## Висновки

Розроблені будівельні норми ВБН В.2.3-218-198:2007 “Проектування та будівництво споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах загального користування” та посібник до ВБН 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; раціонального використання ресурсів, економію матеріальних, енергетичних, трудових ресурсів та охорони навколишнього середовища; забезпечення належного науково-технічного рівня якості при будівництві та проектуванні гофрованих металевих конструкцій. Автори сподіваються, що розроблений документ сприятиме більш широкому впровадженню конструкцій даного типу при будівництві і ремонті штучних споруд на автомобільних дорогах України.

## Література

1. Потапов А.С., Раткевич М.Г., Куркин Ю.П. Металлические гофрированные трубы с жестким слоем засыпки// Транспортное строительство. – 1990г. – № 9.- С. 10-11.
2. Потапов А.С., Казначеева Е.Ф., Палькина З.М. Совершенствование конструкций и технологий строительства водопропускных труб в районах со сложными природными условиями// Транспортное строительство. 2004 г. – №11.- С. 10-12.
3. „Сборные металлические гофрированные конструкции” Довідкові, рекламні видання та прайс – листи фірми ”ViaCon Ukraine”.
4. Лисенко О.П., Артеменко К.Е. Досвід застосування металевих штучних споруд на автомобільних дорогах// Науково – виробничий журнал. – 2004. № 5. – С. 33-35.
5. Потапов А.С., Казначеева Е.Ф., Палькина З.М., Раткевич М.Г., Ветошкин Г.А. Сооружение металлических гофрированных труб на БАМе// Транспортное строительство. 1981г. – № 9.- С. 4-6.
6. "Методические рекомендации по применению металлических гофрированных труб"// Государственная служба дорожного хозяйства (РОСАВТОДОР) – Москва 2002г. – 99 с.