

УДК 624.21:625.745.2

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РОЗМІРУ ТИПУ ГОФР НА
НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН МЕТАЛЕВИХ
ГОФРОВАНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

Пелешко І.Д., к.т.н., доц., Ковальчук Ю.Є., асис.

Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів,

Ковальчук В.В., к.т.н.,

Львівська філія Дніпропетровського національного університету залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна, м. Львів, kovalchuk.diit@gmail.com

Найважливішим напрямком економічної політики в світі є підвищення ефективності всіх галузей народного господарства. Вирішення цього завдання в галузі капітального будівництва транспортних споруд

пов'язано із раціональним використанням виділених капітальних вкладень. Особлива увага при цьому має бути приділена впровадженню прогресивних конструкцій і будівельних матеріалів. Резерви підвищення ефективності капітальних вкладень значною мірою полягають в обґрунтованості рішень, прийнятих на стадії проектування об'єктів, які збільшать термін служби транспортних споруд. При будівництві нових залізничних ліній та автомобільних доріг споруджується велика кількість водопропускних труб (більше 50% від всіх транспортних споруд) та малих і середніх мостів, тому вибір економічно доцільних транспортних споруд забезпечить ефективне капіталовкладення, а також надасть можливість державі зекономити кошти на ремонт та реконструкцію даних споруд.

У процесі експлуатації виникає ряд дефектів транспортних споруд, які потребують ремонтних заходів. Так за даними Укрзалізниці станом на 01.01.2012 р. на залізницях, які підпорядковані "Укрзалізниці", експлуатуються 7131 середніх та малих мостів загальною довжиною 158,9 км, з яких 760 дефектних, 10940 водопропускних труб із яких 259 дефектних. За даними служби автомобільних доріг України (Укравтодору) в експлуатації на автомобільних дорогах знаходиться 12182 автодорожніх мостів із загальною довжиною 127,351 км, з них 1861 дефектних, 129053 водопропускних труб. Якщо брати тільки труби, то в середньому, при мережі автомобільних доріг загального користування 169739 км, їх кількість складає біля однієї (0,8) труби на один кілометр, 29 % із цих труб вимагають ремонтних заходів. Зважаючи на те, що за останніх 5 років виконується ремонт не в достатній мірі, відсоток труб, які потребують ремонтних заходів, ще збільшився.

Одним із напрямків реконструкції та заміни дефектних малих мостів та водопропускних труб, а також, враховуючи часті повені у весняну та осінню пори року в Західній Україні, які спричиняють руйнування мостів та підмивання колії, є будівництво металевих гофрованих конструкцій (МГК), як окремої конструкції, або використання МГК в якості ремонтуючої конструкції при ремонті методом гільзування.

Металеві гофровані конструкції були відомі, ще з кінця XIX століття [1-6]. У Росії перші згадки про спорудження металевих гофрованих труб - зустрічаються, ще з 1875 р. коли на Закаспійській залізниці було укладено близько 1300 погонних метрів труб. У період з 1887 р. до 1914 р. їх уклали, ще 64000 погонних метрів, що склало п'ять тисяч споруд. На сьогоднішній день розпорядженням Міністерства транспорту Російської Федерації рекомендовано застосування гофрованих металевих труб при будівництві і реконструкції автомобільних та залізничних доріг.

У США вперше МГК з'явилися у 1896 р. Спочатку будували труби невеликих отворів (до двох метрів), пізніше, в міру виготовлення більш потужного металевого профілю, стали зводити великі споруди: мости типу арочних, шляхопроводи, тунелі, потужні огорожі. Дослідивши довговічність, корозійну стійкість і надійність оцинкованих МГК, американці визнали їх

придатними, як для суворих умов Канади та Аляски, так і для тропіків Африки, Азії та Південної Америки.

В інших країнах гофровані труби знайшли широке застосування тільки в останні 50 років. На даний час відомі канадська фірма ARMTEC (гофри 152x51 і 400x150 мм при товщині 3–7 мм), італійська FRACASSO (152x51, товщина 3–7 мм), норвезько-шведсько-фінська фірма VIACON (150x50, товщина 3–7 мм). Вони забезпечують потреби в металевих гофрованих конструкціях країни Європи, Америки, Африки та Австралії.

У таких країнах, як Польща, Швеція, Італія, США та ін. застосування МГК на сьогоднішній день динамічно розвивається.

В Україні будівництво МГК почало розвиватися, в основному, з середини дев'яностих років ХХ ст. Такі конструкції використані при будівництві транспортних розв'язок та перепуску водотоків в АР Крим на автомобільній дорозі Київ–Одеса, Харків–Сімферополь, тощо; на залізниці споруджено МГК на дільниці Вадул-Сирет–Держкордон.

Так, на дільниці Вадул-Сирет – Держкордон, яка з'єднує Україну з Румунією, під час літніх паводків був зруйнований кам'яний арковий міст. Відновлення ділянки міжнародного значення потрібно було виконати негайно, і тільки завдяки застосуванню МГК понад 6 м дозволило її відновити в стислі терміни і зекономити кошти, які залізниця понесла б у випадку довготермінового перекриття руху.

Проте у процесі експлуатації металевих гофрованих конструкцій зафіксовані наступні дефекти: просідання склепіння труби, надлишкові деформації вертикального та горизонтально діаметрів труби, викришування металу поблизу болтових з'єднань, корозія металу труби, тощо. Тому дослідження, спрямовані на встановлення причин появи таких дефектів, є необхідними та актуальними на сьогоднішній день. Відповідний моніторинг дозволяє прийняти своєчасні інженерні рішення для підвищення несучої здатності МГК.

Із аналізу науково-дослідних робіт можна зробити висновок, що оцінка несучої здатності металевих гофрованих конструкцій при багатофакторному впливу таких складових, як тип гофр, ступінь ущільнення ґрунтової засипки і динамічне навантаження від рухомого складу залізниць не проводилась. Тому проведення даних досліджень дасть змогу оцінити вплив ступеню ущільнення ґрунтової засипки на напружено-деформований стан металевих гофрованих конструкцій. Металева труба яких має різні типи гофр. І таким чином можна буде говорити про стійкість кожного із типів гофр під певне динамічне навантаження від дії рухомого складу залізниць. Отже, метою роботи є проведення впливу ступеню ущільнення ґрунтової засипки і розмірів гофр металевої гофрованої труби на несучу здатність металевих гофрованих конструкцій. При цьому дослідження проводяться при сталій товщині металевої гофрованої труби.

З метою дослідження несучої здатності МГК були проведені дослідження її напружено-деформованого стану. Для проведення досліджень використовується металева гофрована труба конструкції Multiplate MP 150 у формі горизонтального еліпсу з наступними параметрами: внутрішнім вертикальним діаметром 6,20 м, внутрішнім горизонтальним діаметром 6,57 м, довжиною хвилі гофри 150 мм, висотою хвилі гофри 50 мм, питомою вагою ґрунту засипки – $\gamma=20 \text{ кН/м}^3$; модулем деформації ґрунту засипки – $E_0=33 \text{ МПа}$; відстанню від підшви рейки до верху склепіння труби – $h=1,88 \text{ м}$; модулем пружності сталі – $E=2,1 \cdot 10^5 \text{ МПа}$; коефіцієнтом Пуассона матеріалу споруди – $\nu=0,25$; питомою вагою матеріалу МГК – $\gamma_{sh}=145,4 \text{ кН/м}^2$; площею перерізу однієї хвилі гофри – $A=11,355 \text{ см}^2$; розрахунковим опором сталі за межею текучості – $R_y=235 \text{ МПа}$; коефіцієнтом умов роботи – $m=0,9$, товщиною металевої гофрованої конструкції 6 мм.

Результати розрахунків напружень та величин пластичного шарніру МГК наведені у табл.1

Таблиця 1

Результати розрахунку нормальних напружень та пластичного шарніру

Досліджувані параметри	Ступінь ущільнення	Розмір типу гофр		
		150x50x6	200x55x6	380x140x6
Напруження, МПа	0,9	235,815	256,756	232,592
	0,95	175,196	191,722	200,526
	1,0	117,744	130,048	169,709
Величина пластичного шарніру	0,9	1,045	1,141	1,074
	0,95	0,742	0,827	0,892
	1,0	0,463	0,534	0,716

Отримані результати напружень показали, що міцність елементів металевої гофрованої конструкції, яка виконана із гофрованої структури Multiplate MP150 товщиною гофрованого листа 6 мм із розміром хвиль гофрів 150x50 мм та 380x140 мм забезпечена при ступеннях ущільнення ґрунтової засипки від 0,9 до 1,0. Проте у металевої гофрованої конструкції, яка виготовлена із гофрованих листів розміром 200x55 мм при ступені ущільнення ґрунтової засипки 0,9 виникають напруження, які перевищують допустимі, що призводить до утворення пластичного шарніру величина якого рівна 1,141.

Література

1. Герцог А. А. Гофрированные трубы на автомобильных дорогах. – М.: Гушосдор, 1939. – 112 с.
2. Гнедовский В. Н. Трубы под железнодорожными насыпями. – М.: Трансжелдориздат, 1938. – 267 – 152 с.
3. Коваль П. М. Нормування при проектуванні і будівництві споруд з металевих гофрованих конструкцій / П. М. Коваль, І. П. Баб'як, Т. М. Сітдикова //

Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту зал. трансп. ім. ак. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2010. – № 39. – С. 114–117.

4. Металлические гофрированные трубы под насыпями / Н.М. Колоколов, О.А. Янковский, К.Б. Щербина, С.Э. Черняховская. – Москва: Транспорт, 1973. – 120.

5. Новодзинский, А. Л. Учет влияния толщины гофрированного элемента на прочность и устойчивость металлической водопропускной трубы / А. Л. Новодзинский // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура // А. Л. Новодзинский, В. И. Клевеко. – 2012. – №1. – С.81 – 94.

6. Правила розрахунків залізничної колії на міцність і стійкість. ЦП-0117 / Е. І. Даніленко, В. В. Рибкін. – К.: Транспорт України, 2006. – 168. с.

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF GHF TYPE SIZE ON THE STRESSED-DEFORMED STATE OF METALLIC CONSTRUCTIONS

A calculation of equivalent forces was conducted by the method of calculation of a railroad track by strength and stability. A mathematical algorithm was programmed by the Peterson method to calculate the stressed-strained state of MCS. An analysis of multi-choice calculations of the MCS strength, which is made from the corrugated structure Multiplate MR150 with thickness of corrugated sheet 6 mm and dimensions of the corrugation waves 150x50 mm and 380x140 mm, demonstrated that its bearing capacity is provided. The degrees of compaction of the soil backfill are from 0.9 to 1.0. A metal corrugated structure that is made from corrugated sheets of size 200x55 mm, at the degree of compaction of the soil backfill 0.9, there occur stresses that exceed the permissible. Further accumulation of residual stresses from the action of dynamic wheel load, taking into account time parameter, may affect the occurrence of fluidity of material of a metal pipe. This may lead to the formation of its plastic irreversible deformations.