

## НАУКОВИЙ СУПРОВІД СПОРУДЖЕННЯ ГОФРОВАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ПРОГОНОМ 12 М НА ОБХОДІ М. ОЛЕСЬКО У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Сташук П.М.

Бабяк І.П.

Державний дорожній науково-дослідний інститут ім. М.П. Шульгіна

Сігдикова Т.М.

ТОВ "Мостобудівельна компанія МСУ"

---

Перші спроби будівництва металевих гофрованих конструкцій (МГК) датуються ХІХ сторіттям. Широкого розвитку в світі будівництво споруд з МГК набуло, зокрема, в Канаді [1] в другій половині ХХ століття. Сучасні споруди значно відрізняються від тих, що споруджувались в минулі роки. Зокрема, різниця полягає у:

- горизонтальних отворах МГК, що можуть досягати 14 м (рис. 1) і більше;
- товщині металевих листів та розміром гофра;
- застосуванні цинкових антикорозійних покриттів товщиною не менше 80 мкм.



а



б

Рис. 1. ( а, б) – МГК в Ставропольському краї, Росія. Довжина 100 м, отвір 6 м, товщина стінки 7 мм, висота насипу – 20 м

У вітчизняній практиці транспортного будівництва споруди із використанням МГК почали створювати з середини дев'яностих років. Прикладами таких споруд є розв'язка біля с. Фруктове в АР Крим (рис. 2, а), та споруди на автомобільній дорозі Київ-Одеса, зокрема на км 169+290 (рис. 2, б).

Ефективне використання МГК вимагає розробки нової для України нормативної бази. До 2007 року при проектуванні МГК користувались рекомендаціями ВСН 176-78, котрі не містили відомості про сучасні матеріали. У 2006 на замовлення Державної служби автомобільних доріг України „Укравтодор” інститутом ДерждорНДІ розроблено ВБН В.2.3-218-198:2007 „Споруди транспорту. Проектування та будівництво споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах загального користування” [2]. У 2007 році інститут розробив „Посібник з проектування та будівництва споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах загального користування” [3].



*а*



*б*

*а – транспортний тунель біля с. Фруктове в АР Крим;  
б – біоперехід на автомобільній дорозі Київ-Одеса км 169+290.*

*Рис. 2. МГК в Україні*

В основу ВБН “Проектування та будівництво штучних споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах загального користування” покладено науковий досвід застосування МГК провідних науково-дослідних інститутів, зокрема ДерждорНДІ. Розроблені будівельні норми [2, 3] направлені на вирішення питань технології влаштування та монтажу МГК, встановлення конструктивних вимог до МГК, систематизації існуючих перерізів МГК при будівництві та реконструкції штучних споруд, раціонального використання економічних, матеріальних, енергетичних, трудових ресурсів, охорони навколишнього середовища та забезпечення належної якості при будівництві та проектуванні МГК.

Згідно з ДБН В.1.2-5:2007 „Науково-технічний супровід будівельних об’єктів” [4] мости та штучні споруди (тунелі, шляхопроводи, естакади) на автомобільних дорогах вищих категорій підлягають обов’язковому науково-технічному супроводу, і подальший розвиток нормативної бази з використання МГК вимагає проведення науково-технічного супроводу під час їх будівництва. Окрім того, науково-технічний супровід проектування і будівництва є одним з основних способів забезпечення належної якості побудованих споруд.

Працівниками ДерждорНДІ у 2007 році було проведено науковий супровід спорудження транспортного тунелю з МГК прогоном 12 м на обході м. Олесько у Львівській області.

Технічні параметри транспортного тунелю (згідно проектної документації):

- матеріал конструкції – гофрований оцинкований метал;
- тип гофрованої конструкції – SuperCor SC-80S;
- розмір гофра – 380×140 мм;
- товщина листа гофра – 7 мм;
- поперечний переріз – горизонтальний еліпс;
- ширина конструкції – 11,99 м;
- висота конструкції – 8,32 м;
- висота насипу над конструкцією – 1,5 м;
- нормативний опір сталі листів SuperCor SC-80S – 315 МПа;
- з’єднання листів – болтове Ø 20 мм;
- марка сталі гофра – Ст3 (згідно даних виробника);

- розрахункове навантаження на транспортний тунель А-15, НК-100.

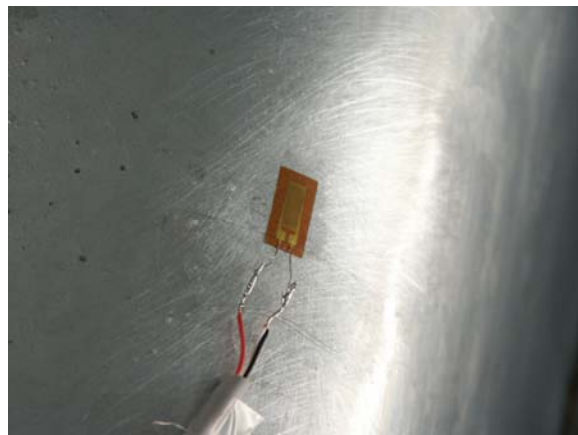
Програма науково-технічного супроводу включала виконання таких робіт:

- моніторинг напружено-деформованого стану (НДС) МГК із використанням високоточного вимірювального обладнання під час засипки;
- визначення фізико-механічних характеристик піску засипки МГК;
- визначення ущільнення засипки гофрованої конструкції динамічним зондуванням.

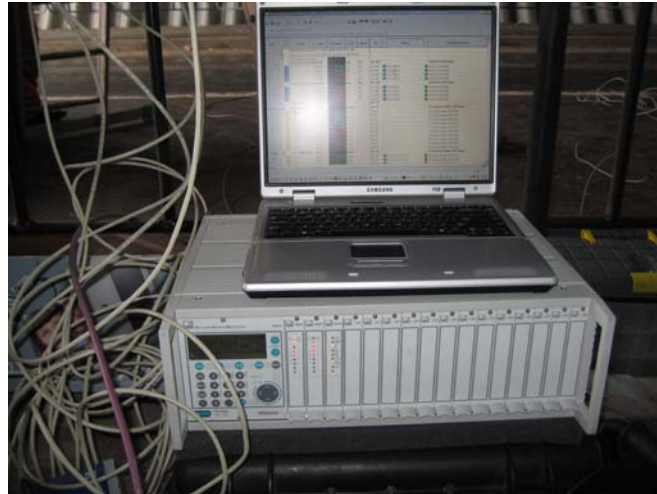
Моніторинг напружено-деформованого стану МГК здійснювали вимірюванням в обраних перерізах конструкції місцевих деформацій металу із використанням тензорезисторів з базою вимірювання 10 мм (рис. 3, а, б). Як реєструвальний пристрій використано програмно-технічний комплекс НВМ (рис. 3, в). Для захисту тензорезисторів від атмосферних впливів їх вкривали захисним покриттям.



а



б



в

а, б – тензорезистори; в – ПТК „НВМ”.

Рис. 3. Обладнання для дослідження напружено-деформованого стану МГК

Схему розташування тензорезисторів в обраних перерізах конструкції та їх маркування представлено на рисунку 4.

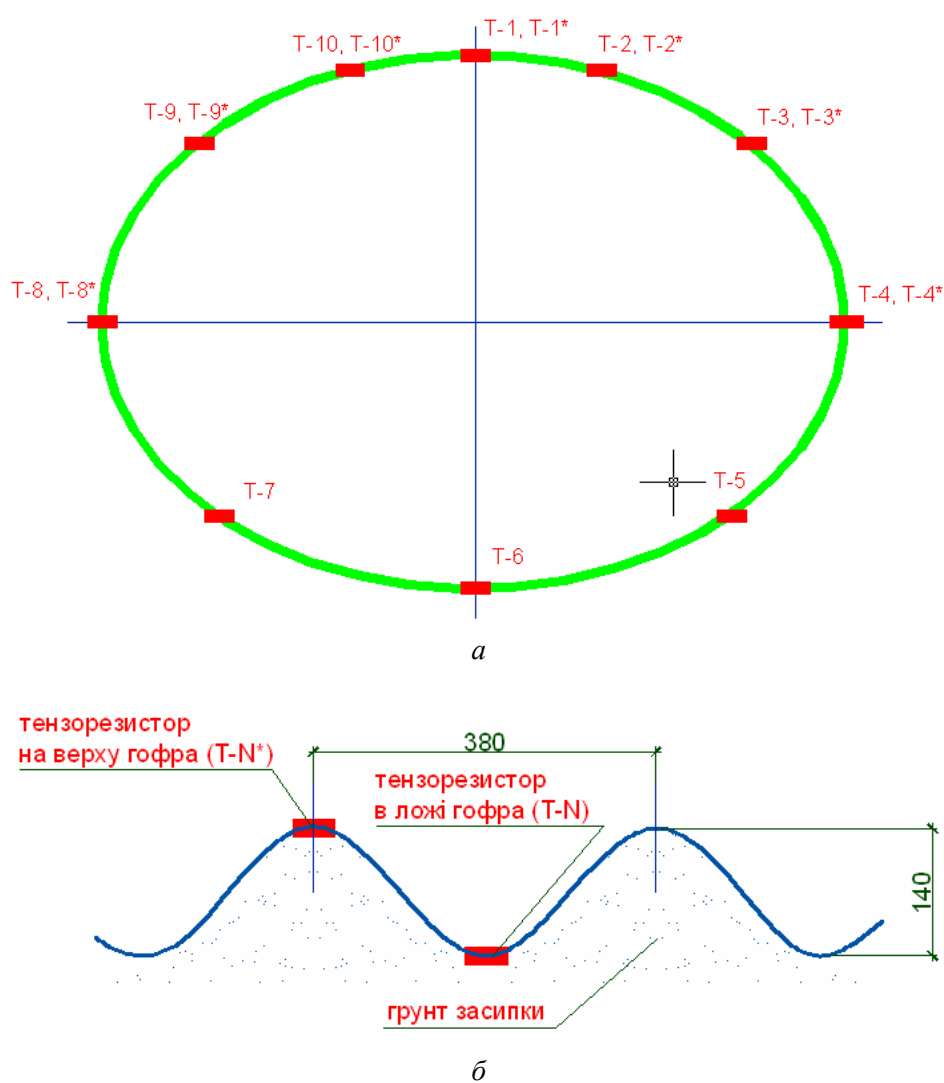


Рис. 4. Схема розташування тензорезисторів та їх маркування

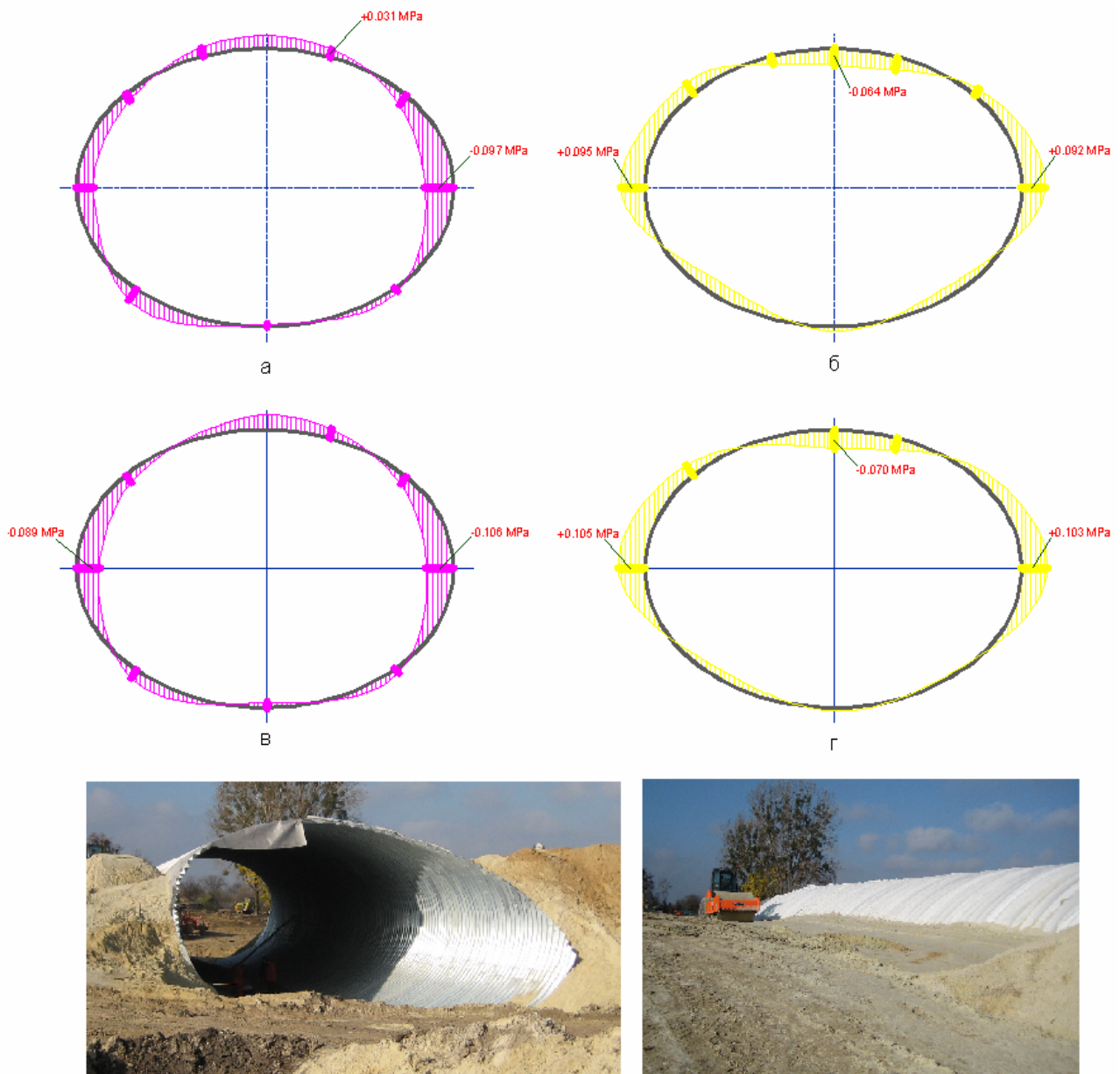
Вимірювання місцевих деформацій металу МГК у двох поперечних перерізах тунелю: по осі проїзної частини лівої смуги руху та на краю смуги безпеки.

В загальній кількості дослідження НДС виконували 4 рази. В якості початкових (нульових) відліків прийнято дані, отримані після завершення монтажу МГК (засипка конструкції ґрунтом не розпочата).

Визначалися фізико-механічні характеристики ґрунтів засипки – вологість та щільність піску, відібраного з шарів насипу проведено згідно вимог [5], і оптимальна вологість та максимальна щільності піску за [6, 7].

Для визначення фізико-механічних характеристик піску з ділянки будівництва було відібрано 10 проб ґрунту з різних шарів засипки. Проведено визначення ущільнення засипки гофрованої конструкції динамічним зондуванням.

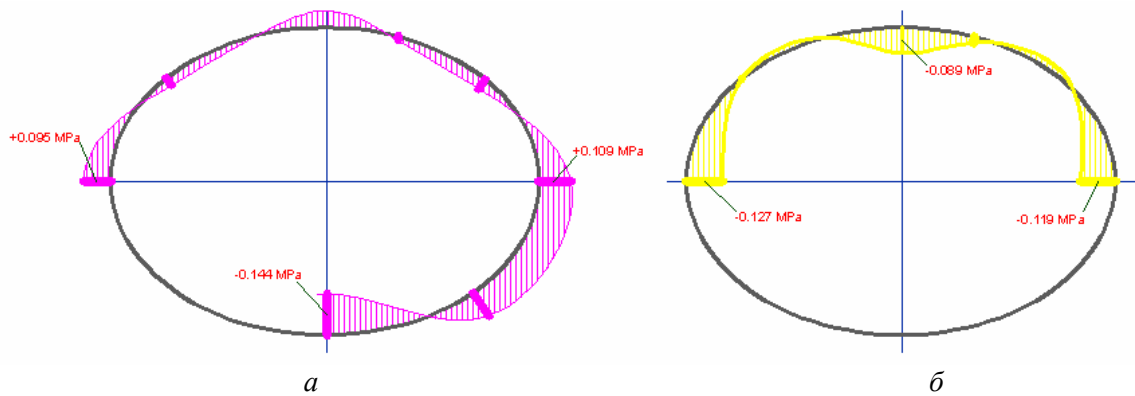
За результатами досліджень НДС побудовано епюри напружень, нормальних до поперечного перерізу МГК на різних стадіях засипки (рис. 5, 6).



д

*а, в – напруження в ложі гофра; б, г – напруження на верху гофра;  
а, б – розташування тензорезисторів по осі проїзної частини;  
в, г – вісь розташування тензорезисторів на краю смуги безпеки;  
д – загальний вигляд стану конструкції.*

*Рис. 5. Епюри напружень в МГК при висоті засипки 6 м*



*а – напруження в ложі гофра; б – напруження на верху гофра.*

*Рис. 6. Епюри напружень в МГК при виконаній засипці Тензорезистори, розташовані по осі проїзної частини*

## Висновки

1. Результати випробування на приладі стандартного ущільнення згідно [6] показали, що максимальна щільність піску складає  $1,68 \text{ г/см}^3$  при оптимальній вологості близько 7,4 % .
2. Коефіцієнт ущільнення ґрунту відібраних проб відповідає вимогам ДБН В.2.3-4:2006, табл. 6.8.
3. За результатами динамічного зондування влаштованої засипки МГК слабких неуцільнених прошарків піску не виявлено.
4. Характер епюр напружень конструкції свідчить про рівномірне виконання робіт з ущільнення засипки.
5. Згідно результатів проведених досліджень встановлено, що транспортний тунель не має дефектів та пошкоджень, що знижують його несну здатність і може бути введений в експлуатацію без обмежень руху під розрахункові проектні навантаження А-15, НК-100.
6. За відсутності науково-технічного супроводу проектування і будівництва споруди могли мати місце порушення вимог нормативних документів щодо проектування та будівництва, зокрема такі, як незадовільна якість при монтажі гофрованих конструкцій і технології їх засипки; відсутність або дефекти у влаштуванні протифільтраційних екранів або гідроізоляції; несвоєчасне і неякісне укріплення укосів насипів і ін.

## Література

1. Baidar Bakht. Evolution of the design methods for soil – metal structures in Canada/ 1/2007 // Archives of institute of civil engineering / 1-st European conference on buried flexible steel structures, Poland, 2007. P. 7-23.
2. ВБН В.2.3–218-198:2007 Споруди транспорту. Проектування та будівництво споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах загального користування. Київ, 2007.
3. Посібник до ВБН В.2.3–218-198:2007. Споруди транспорту. Проектування та будівництво споруд із металевих гофрованих конструкцій на автомобільних дорогах загального користування. Київ, 2007.
4. ДБН В.1.2-5:2007 Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. Київ, 2007.
5. ГОСТ 5180-84 Ґрунти. Методи лабораторного определения физических характеристик.
6. ГОСТ 22733-77 Ґрунти. Метод лабораторного определения максимальной плотности.
7. ДСТУ Б В.2.1-9-2002 (ГОСТ 19912-2001) Основи і підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи польових випробувань статичним і динамічним зондуванням. Київ, 2002.