

# ШТУЧНІ ТА ПІДЗЕМНІ ТРАНСПОРТНІ СПОРУДИ

УДК 625.745.2

**Чечуга О.С., Каськів В.І., Грабчук С.П.**

## ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ РОБОТИ ВОДОПРОПУСКНОЇ ТРУБИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД УМОВ ЇЇ ОБПИРАННЯ

**Анотація.** У статті наведені результати досліджень згинальних моментів, що виникають в елементах труби при різних умовах її обпирання.

**Ключові слова:** автомобільна дорога; насип; водопропускна труба; основа.

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований изгибающих моментов, возникающих в элементах трубы при различных условиях ее опирания.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога; насыпь; водопропускная труба; основание.

**Abstract.** This article presents the results of bending moments arising in the culverts elements under different conditions it based.

**Key words:** road; embankment; culverts; basis.

Проблема розрахунку труб, укладених тим чи іншим способом у землю, вже давно привертає до себе увагу численних дослідників, що присвятили їй велике число робіт і створили ряд різних методів розрахунку. Більшість публікацій датується серединою і другою половиною минулого сторіччя. Складність проблеми полягає у великій кількості чинників, що впливають на величину і розподіл навантажень, що передаються на трубу, а також чинників, від яких залежить несуча здатність труби. На відміну від наземних конструкцій розрахункова схема підземної споруди, зокрема труби, що знаходяться у земляному середовищі, повинна відображати взаємодію цієї споруди з оточуючим її ґрунтом, оскільки вони працюють спільно. Ґрунт є не тільки навантаженням, але також і середовищем, в якому протікають деформації

труби, і передається тиск від автотранспорту, що рухається. Крім того, це середовище саме деформується разом із спорудою.

У статті виконано дослідження впливу на роботу системи “насип - водопропускна труба - основа” жорсткості основи системи та наявності фундаменту, а також величини обхвату труби спланованим ложем або фундаментом. У дорожньому будівництві можна виділити два способи обпирання водопропускної труби (варіювання показників яких прийнято до розрахунків):

а) трубу укладають на спрофільовану за формою труби основу з природного (часто на з’їздах) або насипного піщаного або піщано-гравійного ґрунту.

б) труба обпирається на фундамент. Трубу укладають на лекальні залізобетонні блоки або монолітний бетонний фундамент, під яким влаштовують підготовку (подушку) з утрамбованого щебеню або гравію.

Дослідження виконували за залежностями запропонованими М.В. Малишевим у [1] з врахуванням отриманих авторами залежностей (1), (2) і (3).

Розрахункова схема наведена на рис. 1.

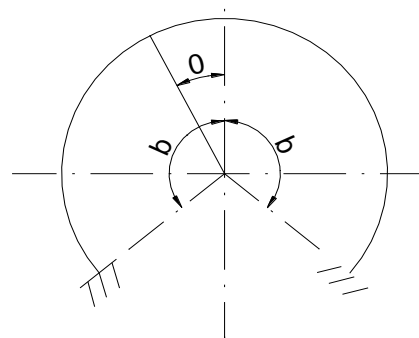


Рис. 1. Розрахункова схема

$$p_0 = \frac{1 + \xi}{1 + \nu_1 + \alpha_2} \gamma h. \quad (1)$$

$$p_2 = \frac{1 - \xi}{2} \gamma h \frac{(k_4 k_3 - 2k_1 k_6)(k_2 - k_1) + (k_3 + k_1)}{k_1(k_5 k_1 - k_2 k_4)}. \quad (2)$$

$$t_2 = -\frac{1 - \xi}{2} \gamma h \left[ 3 \left( \frac{k_2}{k_1} \left( \frac{k_4 k_3 - 2k_1 k_6}{k_5 k_1 - k_2 k_4} \right) + \frac{k_3}{k_1} \right) - 0,5 \left( \frac{k_4 k_3 - 2k_1 k_6}{k_5 k_1 - k_2 k_4} \right) - 1 \right], \quad (3)$$

де складові формул (1) – (3) детально розглянуті і описані у роботі: "Розробка математичної моделі системи "насип – водопропускна труба – основа" на основі теорії пружності" автор О.С. Чечуга.

Якщо труба, яка має кільцевий переріз, влаштована на бетонному фундаменті, то визначення згинаючих моментів у нижньому напівкільці у перерізі  $\frac{\pi}{2} \geq \theta \geq \beta$  виконують за формулами:

$$M_{\theta \geq \beta} = K_1 N_1 R . \quad (4)$$

$$N_1 = R \left( \frac{p_2 + 2t_2}{3} + p_0 \right), \quad (5)$$

де  $K_1$  – коефіцієнт отриманий у [50].

При обпиранні труби на сплановане ложе:

$$M_{\theta \geq \beta} = K_2 N_1 R , \quad (3.4)$$

де  $K_2$  – коефіцієнт отриманий у [50].

Деякі характерні результати розрахунків наведені на рис. 2 – рис. 6.

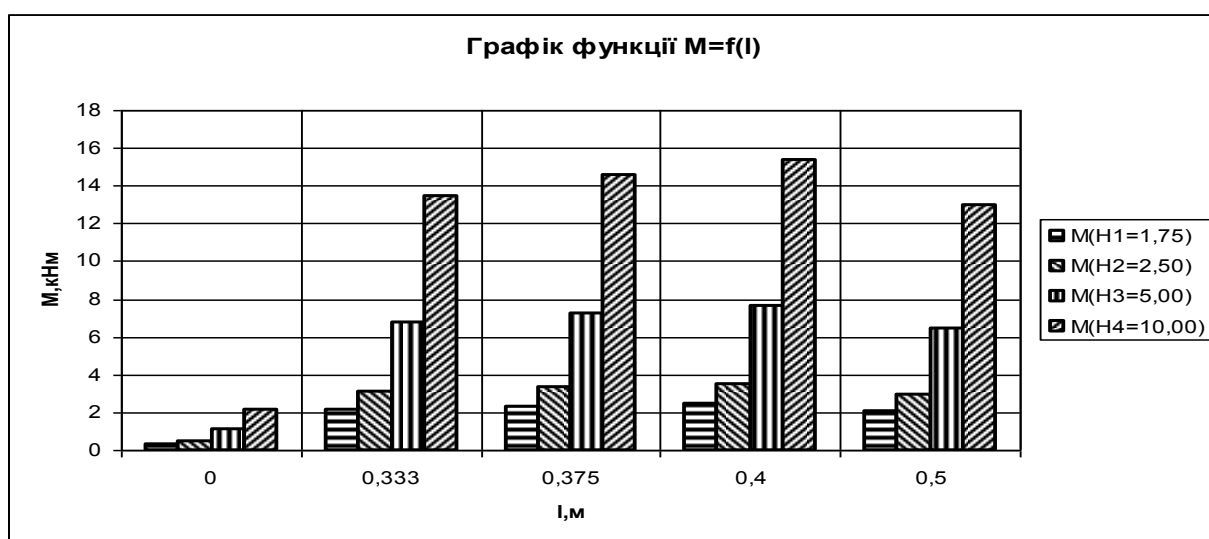


Рис. 2. Залежність згинальних моментів від висоти насипу та кута обхвату при нежорсткій основі

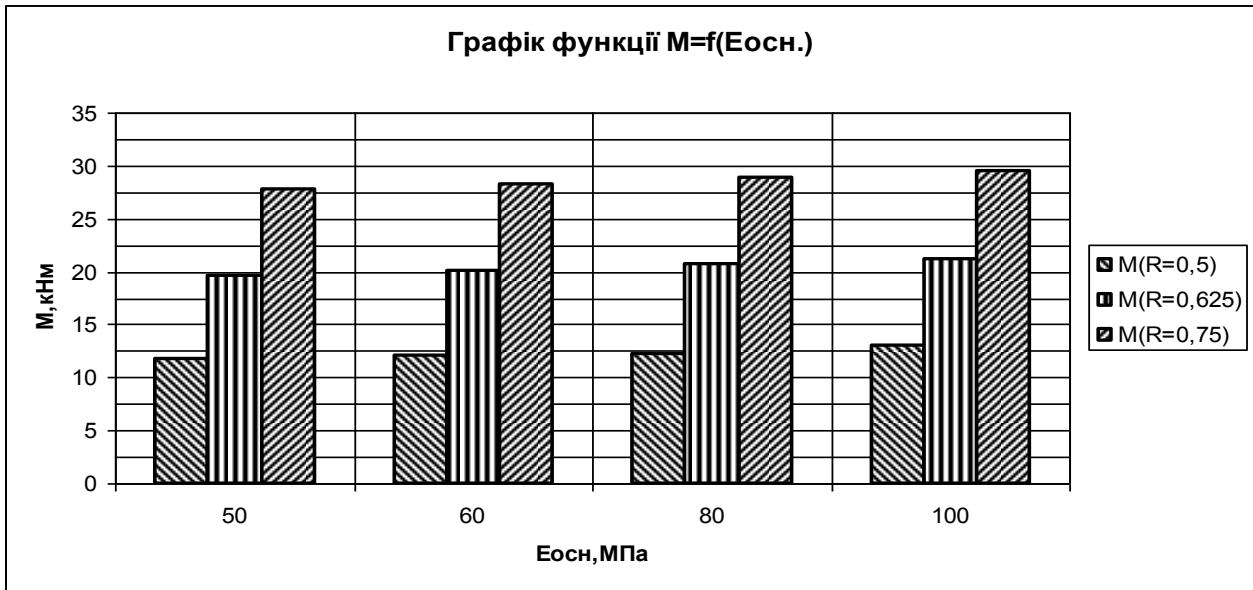


Рис. 3. Залежність згинального моменту від модуля деформації основи та радіуса труби при нежорсткій основі

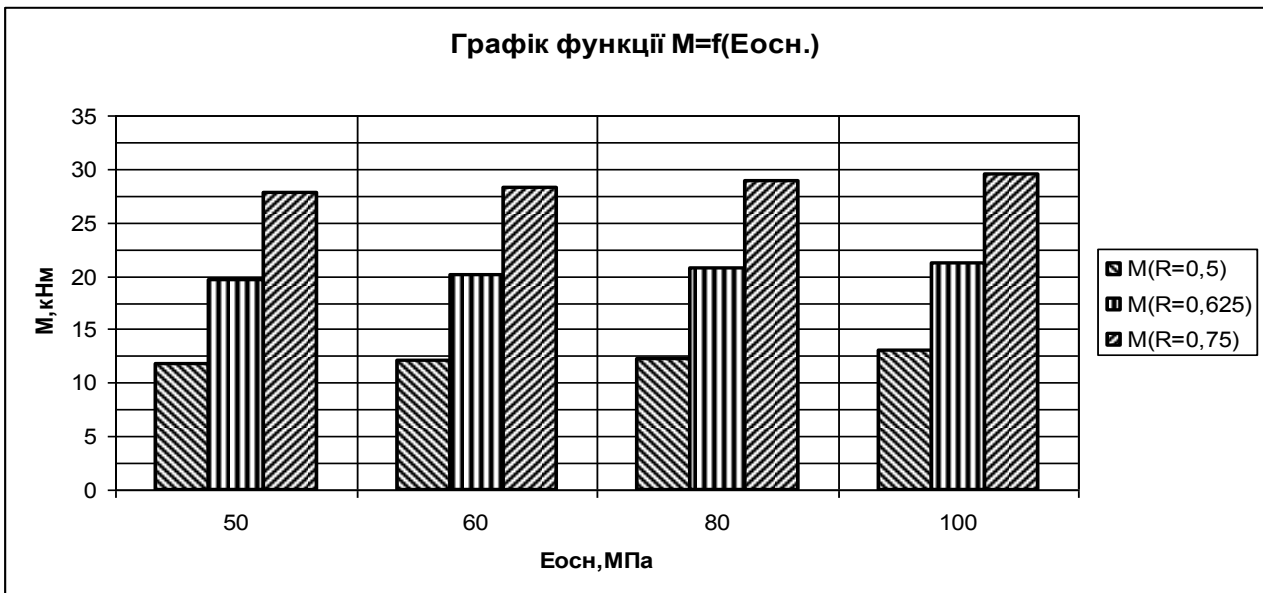


Рис. 4. Залежність згинального моменту від модуля деформації основи та радіуса труби при нежорсткій основі

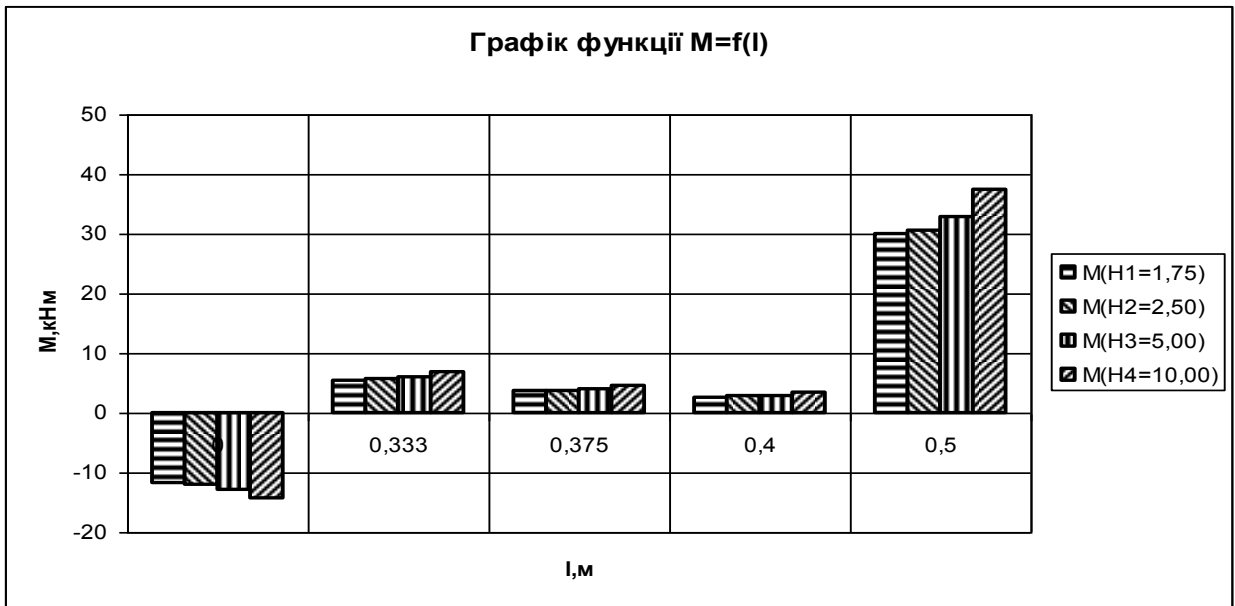


Рис. 5. Залежність згинальних моментів від висоти насипу та кута обхвату при жорсткій основі

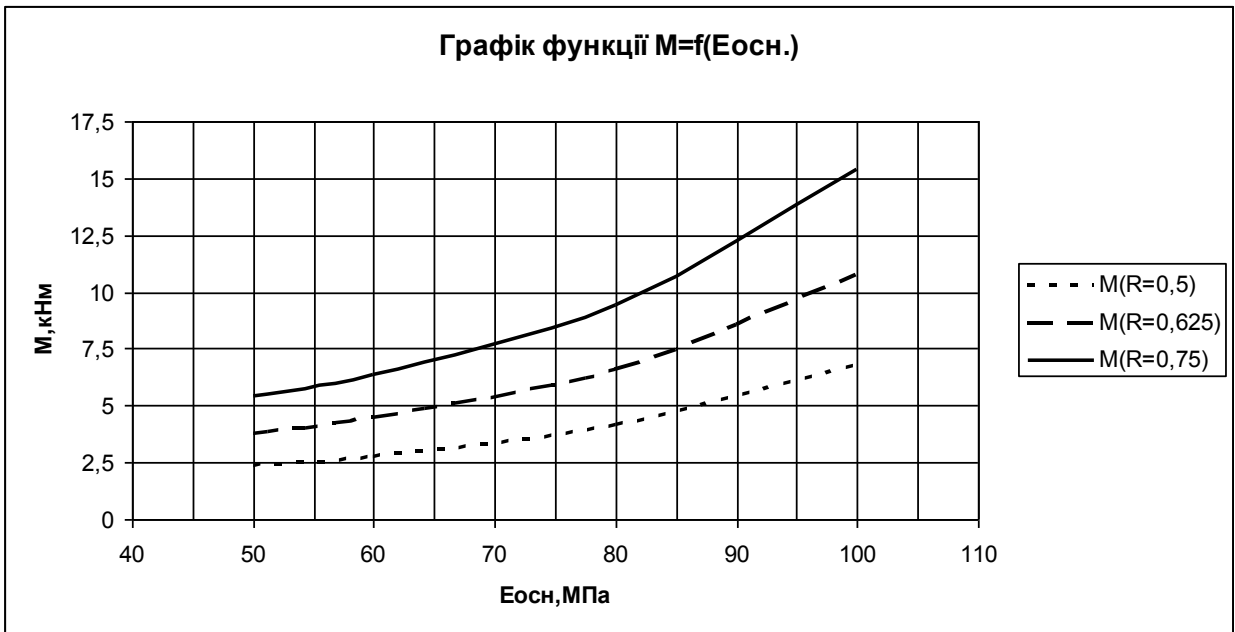


Рис. 6. Залежність згинального моменту від модуля деформації основи та радіуса труби при жорсткій основі

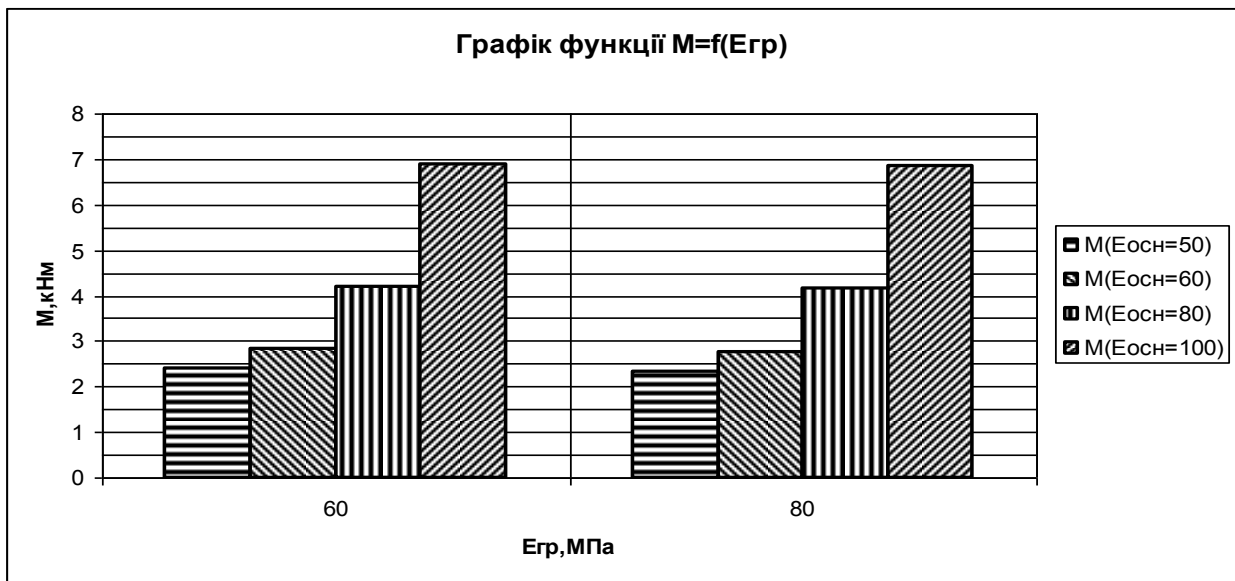


Рис. 7. Залежність згинальних моментів від виду засипки та радіуса труби при жорсткій основі

### Висновки

1. При одній і тій же висоті засипки труби з меншим діаметром знаходяться у кращому НДС (всі компоненти менші) порівняно із трубами більших діаметрів.
2. Раціональним кутом обхвату труби при нежорсткій основі є кут  $180^\circ$  в незалежності від висоти насипу і діаметра труби. При жорсткій основі раціональним є кут обхвату близький до  $90^\circ$  і при цьому ґрунт засипки немає значення.
3. Для засипки труби краще використовувати ґрунт, що має більші модуль пружності (деформації) і кут внутрішнього тертя (наприклад пісок), про що свідчать менші величини компонентів НДС.

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Малышев М.В.* Методика статического расчета коллекторов хвостохранилищ и трубопроводов, укладываемых под высокими насыпями / М.В. Малышев // Труды ВОДГЕО. – 1963. – Вып. 4. – С. 3–40 с.