

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
“ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА  
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА”



МІНІСТЕРСТВО  
ОСВІТИ І НАУКИ  
УКРАЇНИ



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization

**М.А.Н.**

• Мала академія наук  
України під егідою  
• ЮНЕСКО

# ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ XVII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ “АКАДЕМІЧНА Й УНІВЕРСИТЕТСЬКА НАУКА: РЕЗУЛЬТАТИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ”



**12-13 ГРУДНЯ 2024 РОКУ**

УДК 624.138.232.1:624.131.54

З ДОСВІДУ ЗВЕДЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ МЕТАЛЕВИХ  
ЗЕРНОСХОВИЩ НА ПРИРОДНИХ І ШТУЧНИХ ОСНОВАХ

**Винников Ю.Л., Харченко М.О., Кічасов О.С.**

*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»  
vynnykov@ukr.net kharchenkoto@ukr.net*

**Марченко В.І.**

*ТОВ «Науково-технічне підприємство «АЛЬМАГРУП»  
marchenkovalentyn@gmail.com*

**Актуальність.** Металеві силоси – це найбільш популярний тип споруд для зберігання зерна. До їх безперечних переваг зазвичай відносять: розподіл тиску на всю площу основи; забезпечення жорсткості споруди; уникнення нерівномірних осідань; можливість розміщення комунікацій у тунелях плит і т. ін. Та через складні інженерно-геологічні умови (просадочні, слабкі, здатні до набухання ґрунти, підтоплені та зсувонебезпечні території і т. ін.) на приблизно 75% території України виник дефіцит ділянок, придатних у природному стані для подібних об'єктів. А складні умови вимагають поліпшення геотехнічних властивостей основ споруд [1].

**Мета.** Тому мають місце проблеми проєктування зерносховищ: складність оцінювання спільної роботи системи «основа – фундамент – підземна галерея – надземна частина споруди»; необхідність урахування неоднорідності ґрунтів, а також циклічного режиму завантаження силосу, тощо. Отже, є сенс проаналізувати авторський досвід досліджень, проєктування й обстеження металевих зерносховищ на природних і штучних основах.

**Методика та організація дослідження.** Аналіз аварій і наднормативних деформацій цих споруд вказує на те, що вони зазвичай викликані нерівномірними деформаціями їх основи чи руйнуванням фундаментів [2-5]. Тому методика досліджень базується на натурних інженерно-геологічних обстеженнях системи «основа – фундамент – підземна галерея – надземна споруда», у т. ч. тривалих геодезичних спостереженнях, металевих зерносховищ на природних і штучних основах, зокрема й тих, які з різних причин отримали наднормативні деформації.

**Результати дослідження.** Натурними дослідженнями деформованого стану природних і армованих ґрунтоцементними елементами (ГЦЕ) слабких глинистих основ плитних фундаментів зерноскховищ силосного типу в часі, встановлено, що:

- ряд силосів на природній основі вже після першого завантаження зерном отримали осідання, які у 1,5 – 2 рази перевищили гранично допустимі (150 мм);
- осідання армованих основ сусідніх аналогічних зерноскховищ з однаковою завантаженістю виявилися в 3,8 рази меншими порівняно з природними;
- швидкість осідань природних слабких водонасичених основ зерноскховищ склала від 0,05 до 3 мм/добу, а армованих ГЦЕ – від 0,05 до 0,25 мм/добу;
- армовані ГЦЕ основи відновлюють деформації від 7 до 12,5% порівняно з досягнутими на попередньому циклі завантаження, а максимальні підняття основ проявляються при першому розвантаженні;
- для оцінювання напружено-деформованого стану (НДС) основ зерноскховищ коректно використовувати просторову задачу методу скінченних елементів (МСЕ) з пружно-пластичною моделлю ізотропного зміцнення ґрунту Hardening Soil Model, бо вона коректніше порівняно з іншими пружно-пластичними моделями визначає осідання основи при складному режимі її завантаження.

Поширеним є і тип фундаментів силосів – залізобетонний стрічковий, на який спирається підземна галерея з днищем (зазвичай днище з'єднано з галереєю, але не з'єднано з фундаментною стрічкою), для якого встановлено, що:

- при проектуванні таких споруд можливо використовувати аналітичні моделі за умови суттєвого обмеження величини тисків під подошвою стрічкового фундаменту та відповідно обмеження розрахункових осідань і просідань їх основи (доцільно обмежити максимальні краєві тиски величиною 200 кПа);
- слід якісно ущільнювати з відповідним контролем ґрунт зворотної засипки під днище чи виконувати деформаційний шов по підземній галереї, щоб уникнути її безпосереднє спирання на стрічковий фундамент;
- при використанні МСЕ при проектуванні силосів слід виконувати ітераційні розрахунки із урахуванням можливих розрахункових ситуацій і стадій їх

експлуатації, зокрема необхідно враховувати жорсткість основи під різними елементами системи, а особливо можливі локальні замокання просадочної товщі, деградацію лесового масиву, можливість неякісного ущільнення ґрунту під днище, а також найбільш несприятливі сполучення парелічених чинників.

**Висновки.** Таким чином, доведено ефективність зміцнення слабких основ металевих зерносховищ ГЦЕ, виготовленими за бурозмішувальною технологією. При цьому осідання основ знижуються від 2 до 4 разів порівняно з природними.

#### **Література:**

1. Зоценко М.Л. *Фундаменти, що споруджуються без виїмання ґрунту: Монографія / М.Л. Зоценко, Ю.Л. Винников. – Полтава: ПолтНТУ імені Юрія Кондратюка, 2019. – 346 с.*

2. Винников Ю.Л. *Оцінювання деформованого стану армованих основ зерносховищ при циклічному режимі завантаження за просторовою задачею методу скінченних елементів / Ю.Л. Винников, В.І. Марченко // Зб. наук. праць (галузеве машинобуд., буд-во) / Полт. нац. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка. Вип. 4 (34). – Т. 1. – Полтава: ПолтНТУ, 2012. – С. 79 – 86.*

3. Винников Ю.Л. *Розрахунок фундаментної плити силосів на армованій стохастичній основі / Ю.Л. Винников, М.О. Харченко, В.І. Марченко // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика: збірник наук. праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Вип. 3. – Д.: Вид-во ФОП Удовиченко О.М., 2012. – С. 26 – 32.*

4. *Аналіз експлуатаційної придатності фундаментів споруд для зберігання зерна / Ю. Винников, М. Харченко, В. Марченко, О. Кічасов // Основи та фундаменти: Міжвід. наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА. – 2023. – Вип. 46. – С. 63 – 72.*

5. *Досвід спостереження за силосами для зерна на період відновлення їх експлуатаційної придатності / Ю.Л. Винников, М.О. Харченко, О.С. Кічасов, В.І. Марченко // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика: збірник наук. праць Дніпровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, 2024, №26. – С. 18 – 30.*