

УДК 624.954

І.М. Підгурський, к.т.н., доц., М.І. Підгурський, д.т.н., проф., Д.З. Биків  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ОЦІНКА ПЕРЕМІЩЕНЬ ФУНДАМЕНТІВ МЕТАЛЕВИХ СИЛОСІВ ПРИ ЗБЛОКУВАННІ В ОДИН РЯД

I.M. Pidgurskyi Ph.D., Assoc. Prof., M.I. Pidgurskyi Dr., Prof., D.Z. Bykiv  
ASSESSMENT OF FOUNDATION DISPLACEMENTS  
OF METAL SILOS IN A SINGLE-ROW CONFIGURATION

На будівельному ринку елеваторів, починаючи з 2000-х років переважно застосовують тонкостінні металеві силоси. Перевагами металевих силосів у порівнянні з залізобетонними є їх менша маса, можливість заводського виготовлення конструкцій, доступне транспортування та швидкість виконання монтажних робіт за малих затрат праці. В Україні здійснюється будівництво нових елеваторів (особливо в західних областях та портах Дунаю), реконструкція та відновлення існуючих елеваторів (у зв'язку з їх руйнуванням під час війни), проте дефіцит сховищ для зберігання зернових та олійних культур становить близько 15-20 млн тонн [1].

Для металевих силосів залишається важливою проблема їх надійності, зокрема, як металевих корпусів (стінка і покрівля), так і фундаментних конструкцій. Більшість ускладнень та аварійних ситуацій при експлуатації металевих силосів викликано нерівномірними деформаціями ґрунтової основи та їхнім впливом на конструкції фундаментів внаслідок таких деформацій.

Навантаження для перевірки фундаментів за експлуатаційною придатністю включають в себе постійні навантаження, тимчасові навантаження від зерна, снігу та вітру у їх найбільш несприятливому поєднанні [2].

Згідно ДБН [2] сталеві силоси з гофрованою стінкою допускається проектувати як окремо розташованими, так і зблокованими. У зв'язку з цим необхідно враховувати взаємодію фундаментів при їх навантаженні через ґрунтову основу. Також при визначенні тиску на ґрунтову основу необхідно враховувати як випадки завантаження-розвантаження силосів сипкими матеріалами, так і їх взаємного розташування.

Для цього було проведено моделювання НДС системи фундаментів методом скінчених елементів. Зважаючи на однорідність ґрунтів, що залягають під фундаментною плитою та сталу товщину шарів ґрунту, для моделювання застосовано модифіковану модель Пастернака, яка дозволяє також враховувати просторову роботу ґрунту та взаємний вплив фундаментних плит.

Досліджено особливості осідання та крен плитних фундаментів при сумісній роботі основи та фундаментів металевих силосів при їх однорядному розташуванні за умов повного завантаження споруд.

У зв'язку з цим, проведено розрахунок одиничної фундаментної плити та ряду фундаментних плит при максимальному заповненні силосів зерном [1-3]. Результати розрахунку представлено на рис. 1 і 2. Ізополі вертикальних переміщень окремої фундаментної плити представляють собою концентричні кола. Максимальні осідання локалізуються в центрі фундаментної плити.

Відносний коефіцієнт нерівномірності, який визнається як відношення різниці максимального і мінімального переміщення до граничного осідання складає 6,3 %.

Ізополі осідань зблокованих фундаментних плит суттєво відрізняються від окремої плити. Взаємний вплив фундаментних основ приводить до видовження ізоліній осідань вздовж ряду. Максимальні значення осідань спостерігаються для фундаментних плит, що знаходяться всередині ряду (рис. 2).

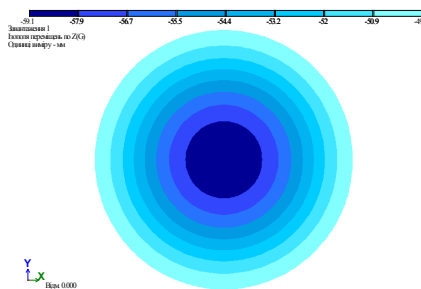


Рис. 1. Ізополя вертикальних переміщень (осідань) одиничної фундаментної плити

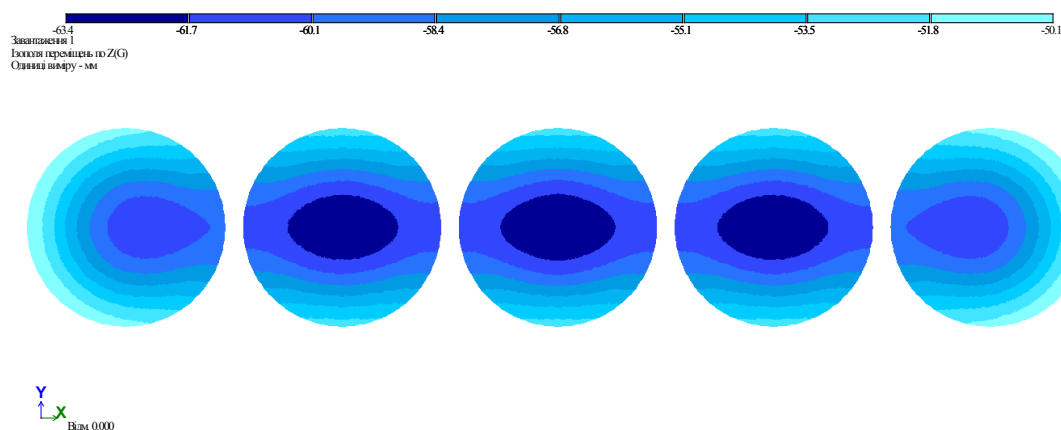


Рис. 2. Ізополя вертикальних переміщень (осідання) зблокованих фундаментних плит

Зауважимо, що осідання фундаментної плити залежить від кількості фундаментів в ряді і від їх розташування. Максимальне значення осідання мають фундаменти, що знаходяться в центральній частині ряду, оскільки на них впливають навантаження від інших плит. Оскільки, навантаження симетричне, то крен фундаментів, розташованих у центральній частині, рівний нулю. Крайні ж фундаменти зазнають менших осідань, але значення крену для них є найбільшим, оскільки одна частина фундаменту осідає з усім рядом, а інша працює без цього впливу.

Зазначені особливості переміщень фундаментних плит одинарних та зблокованих силосів необхідно враховувати при їх проектуванні та у процесі експлуатації.

### Література

1. Підгурський М. І., Підгурський І. М., Сорочак А.П., Биків Д.З. Дослідження осідань фундаментних плит металевих силосів при однорядному розташуванні та моделюванні варіантів їх завантаження / Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2023. – Вип. 44. - С. 239-251.
2. ДБН В.2.6-221:2021 Конструкції силосів сталевих з гофрованою стінкою для зерна. Основні положення – К.: Мінрегіон України, 2022. 11 с.
3. Підгурський М. І., Підгурський І. М., Підвисоцький О. І., Биків Д. З. Дослідження впливу конструктивних рішень пальово-плитного фундаменту металевих силосів на особливості деформування фундаментної плити / Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. – Рівне, 2023. - Вип. 43. - С. 244-254.