

УДК 624.159

МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ ПЛИТНОГО ФУНДАМЕНТУ З АРМОВАНИМИ ДИСПЕРСНИМИ ҐРУНТАМИ

Ковалевський С. О.¹, аспір., Сінченко Д. В.², студ.,

Ковба В. В.³, канд. техн. наук, доц.

ННІ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

Українського державного університету у науки і технологій

¹zamokykr1@gmail.com, ²23190-pcb.sinchenko@365.pdaba.edu.ua,

³kovba.vladyslav@pdaba.edu.ua

Постановка проблеми. У сучасному світі урбанізація та зростання інфраструктурних проєктів неминуче призводять до освоєння територій зі складними інженерно-геологічними умовами. Дефіцит якісних будівельних майданчиків з оптимальними ґрунтовими характеристиками лише підсилює цю тенденцію. В таких обставинах ключового значення набувають технології зміцнення ґрунтів основи будівель та споруд. Одним з ефективних та економічно вигідних методів є застосування ґрунтоцементних елементів. Ґрунтоцементні елементи, ефективно перерозподіляючи навантаження від фундаменту на більш міцні шари ґрунту, дозволяють значно зменшити величину та нерівномірність осідань, а також підвищити загальну стійкість фундаментних конструкцій. Це стає особливо актуальним у випадках, коли використання традиційних пальових фундаментів є надто дорогим або технічно складним. У зв'язку з цим, точне прогнозування поведінки системи «фундамент – армована основа» на етапі проєктування є критично важливим. Числове моделювання, що враховує складну взаємодію між фундаментом, ґрунтовими шарами та армуючими елементами, надає інженерам потужний інструмент для оптимізації проєктних рішень, мінімізації ризиків та забезпечення надійності майбутніх споруд.

Мета дослідження. Метою є числове моделювання роботи плитного фундаменту на ґрунтовій основі, укріпленій ґрунтоцементними елементами у ПК Plaxis 3D.

Результати дослідження. Моделювання ґрунтової основи здійснювалося за допомогою моделі HS (Hardening Soil), яка точніше відображає поведінку слабких ґрунтів у порівнянні з лінійно-пружними моделями. Побудова сітки здійснювалась автоматично з локальним ущільненням у зоні навантаження.

Завдання дослідження:

- побудова об'ємної моделі з урахуванням геологічної будови ділянки;
- визначення параметрів для HS-моделі (Hardening Soil);
- аналіз деформацій та напружень під час поетапного навантаження плити;
- порівняння результатів із неармованим варіантом основи.

При моделюванні було враховано напашарування ґрунтів: лесовидні супіски та суглинки, що підстилаються щільними пісками. Модель розрахункової області мала габарити 30×30×25 м (рис. 1). Основу армовано 81 ґрунтоцементною колоною діаметром 0,5 м та довжиною 6 м, розміщених за сіткою 1×1 м. Параметри матеріалів:

- модуль деформації ґрунтоцементу: 120 МПа;
- коефіцієнт Пуассона: 0,3;
- питома вага: 20 кН/м³.

Навантаження прикладались поетапно в 5 кроків, до досягнення 350 кН/м².

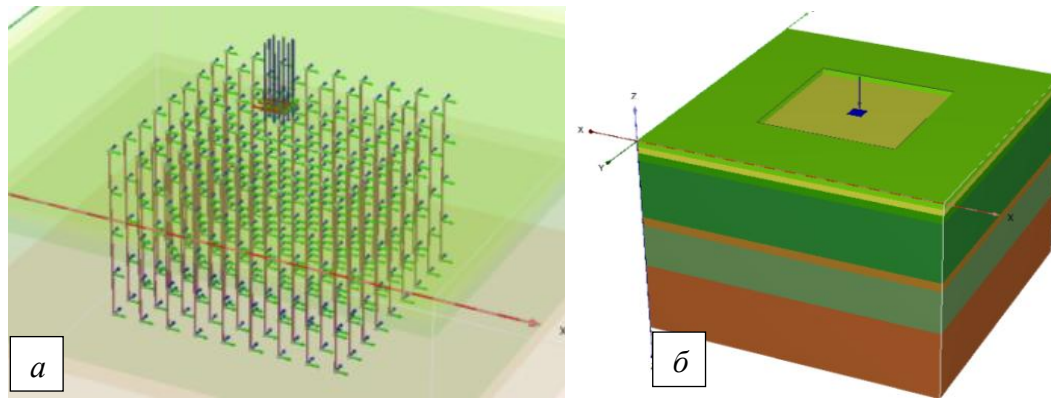


Рис. Розрахункова модель поля ґрунтоцементних елементів (а) та ґрунтової основи (б) в ПК Plaxis 3D

Результати числового моделювання продемонстрували значний позитивний вплив ґрунтоцементних елементів на деформаційні характеристики фундаментної плити. Застосування армування призвело до зменшення максимального осідання на 38 % порівняно з неармованою основою (до 21,67 мм). Крім того, аналіз розподілу напружень виявив більш рівномірну роботу армованої основи зі зменшенням концентрацій напружень під краями фундаменту та глибини зони активних деформацій.

Отримані дані свідчать про те, що технологія зміцнення ґрунтів ґрунтоцементними елементами суттєво покращує ключові технічні показники системи «фундамент – основа», підвищуючи її несучу здатність та зменшуючи деформації, особливо на схильних до просідання ґрунтах. Поєднання числового моделювання в Plaxis 3D з ґрунтоцементуванням є потужним інструментом для оптимізації проєктних рішень, прогнозування поведінки споруд та мінімізації ризиків, пов'язаних з деформаціями ґрунтової основи.

Висновки. Числове моделювання в Plaxis 3D із використанням моделі Hardening Soil показало, що армування ґрунтової основи ґрунтоцементними елементами суттєво зменшує осідання фундаменту (на 38 %) та забезпечує рівномірніший розподіл напружень. Це підвищує несучу здатність основи й ефективність роботи фундаменту. Запропонована методика є надійним інструментом для проєктування в умовах слабких або складних ґрунтів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Зоценко М. Л., Косточка Є. Г., Новицький О. П. Особливості визначення стисливості штучних основ, що армовані ґрунтоцементом. *Вісник СНАУ. Серія : Будівництво*.
2. Крисан В. І. Напружено-деформований стан ґрунтового масиву, армованого ґрунтоцементними елементами. Полтава : ПНТУ, 2010. 28 с.
3. Brinkgreve R.B.J., Engin E., Swolfs W.M. Plaxis 3D Reference Manual. Delft University of Technology, 2016.
4. ДБН А.2.1-1-2014: Інженерні вишукування для будівництва. Київ : Мінрегіонбуд України, 2014. 128 с.