

ЕФЕКТ ВІД ВИКОРИСТАННЯ КОНТИНУАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ГРУНТОВОЇ ОСНОВИ ПРИ ВРАХУВАННІ ПІДДАТЛИВОСТІ ОСНОВИ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Проаналізована відмінність напружено-деформованого стану конструктивних елементів будівлі з повним каркасом, безкаркасної будівлі з несучими стінами та будівлі, у конструкціях якої не виникають зусилля від нерівномірних осідань, при використанні різних моделей піддатливої основи. Розрахунок виконаний з використанням моделі ґрунтової основи у двох варіантах: з моделюванням піддатливості основи за допомогою стержнів з заданим коефіцієнтом жорсткості та з використанням континуальної кінцево-елементної моделі піддатливої основи. Проаналізовано два варіанти ґрунтів основи з різною піддатливістю.

Показано, що перехід до просторового моделювання ґрунтового масиву дозволяє зменшити витрати арматури для безкаркасної будівлі на величину до 9%, а для повнокаркасної – до 30%. Для будівлі, у конструкціях якої не виникають зусилля від нерівномірних осідань, просторове моделювання ґрунтового масиву практично не дає ефекту.

Ключові слова: жорсткість будівлі, жорсткість основи, сумісна робота, модель ґрунтової основи.

Annotation

The difference between the stress-strain state of structural elements of a building with a full frame, frameless building with load-bearing walls and a building in which the structures do not arise from uneven settlements, using different models of a flexible base is analyzed. The calculation was performed using a soil foundation model in two variants: modeling the soil's flexibility using bars with a given stiffness coefficient, and using a continuous finite element model of the soil base. Two variants of soil base with different pliability are analyzed.

It is shown that the transition to spatial modeling of the soil massif reduces the cost of reinforcement for frameless building by up to 9%, and for full frame - up to 30%. For a building that does not suffer from uneven sedimentation in the constructions, the spatial modeling of the soil base has little effect.

Keywords: rigidity of the building, rigidity of the base, teamwork, soil base model.

Вступ

Чинні нормативні документи [1] рекомендують виконувати статичні розрахунки будівельних конструкцій і фундаментів виходячи з їх спільної роботи у системі «основа-фундамент-будівля». Розрахункова схема об'єктів класу СС3 у всіх випадках, а класу СС2 у складних інженерно-геологічних умовах повинна враховувати просторову роботу конструкцій, властивості деформування основи, геометричну і фізичну нелінійність властивостей матеріалів і ґрунтів.

Останнім часом у зв'язку з інтенсивним розвитком обчислювальної техніки і програмного забезпечення використання для розрахунку систем «основа-фундамент-будівля» стало традиційним [2 - 4]. При цьому перевагу слід віддавати групі методів розрахунку, що розглядають споруди, фундамент й основу як неподільне ціле, що спільно деформується. При цьому використовують різні розрахункові схеми чи розрахункові ідеалізації надземної будівлі, фундаментів і основи.

Реалізація таких методів можлива за допомогою програмних комплексів, розроблених в Україні – «Міраж», «Ліра-Windows», «SCAD», «Поліфем»; а також розроблених за рубежом – «Robot», «Ansys», «Plaxis 3D Foundation», «Nostran», «Nemec», «Wolf», тощо.

Тривалий час вітчизняні програмні комплекси передбачали для моделювання піддатливості основи використання моделі коефіцієнта жорсткості, коли ґрунтовий масив не моделюється, а замінюється на систему стержнів з заданим коефіцієнтом жорсткості. Коефіцієнт жорсткості приймається перемінним в плані будівлі і знаходиться шляхом послідовних ітерацій.

Просторове моделювання ґрунтового масиву було можливе лише за допомогою зарубіжних програмних комплексів, наприклад "Plaxis 3D Foundation". Останнім часом з'явилися версії вітчизняних програмних комплексів, що дозволяють це зробити, зокрема версія Ліра-9,6.

Але в літературі відсутні будь-які рекомендації щодо відмінності результатів, які можуть бути одержані при використанні різних способів моделювання основи. Тому в роботі була поставлена мета: визначити ефект від використання просторової континуальної кінцево-елементної моделі піддатливої основи для різних конструктивних схем будівель на різних ґрунтах.

Результати дослідження

У роботі був виконаний просторовий розрахунок трьох будівель з принципово різними конструктивними схемами. Головна їх відмінність у різній просторовій жорсткості і відповідно чутливості до нерівномірних деформацій основи.

Типи конструктивних схем будівель для розрахунку обирались відповідно до типів конструктивних рішень будівель, введених у таблиці допустимих значень деформацій основи з нормативних документів, які у спрощеній формі враховують сумісну роботу будівлі з основою.

Всі будівлі у таких таблицях поділені на три основних групи:

1. Будівлі з повним каркасом;
2. Безкаркасні будівлі з несучими стінами;
3. Будівлі, у конструкціях яких не виникають зусилля від нерівномірних осідань.

Відповідно для розрахунку були обрані такі будівлі:

1. Повнокаркасна чотирьох поверхова будівля з монолітними колонами та перекриттями і самонесучими полегшеними стінами;
2. Безкаркасний цегляний двоповерховий блок з монолітним перекриттям;
3. Одноповерхова однопролітна виробнича будівля з збірних залізобетонних конструкцій з шарнірним спиранням ригеля на колони.

Оскільки напружено-деформований стан системи "основа-фундамент-будівля" залежить не тільки від жорсткості будівлі, а і від жорсткості основи, то для розгляду було обрано два типи ґрунтових основ:

1. Ґрунтова основа з глинистих ґрунтів з достатньо низьким значенням приведенного модулі деформації;
2. Ґрунтова основа з піщаних ґрунтів з порівняно великим значенням модуля деформації.

Кожна з обраних трьох типів будівель була розрахована на двох різних ґрунтових основах.

У кожному випадку розрахунок виконувався двічі: з складанням просторової моделі ґрунтової основи і з використанням моделювання піддатливості основи за допомогою коефіцієнта жорсткості.

Розрахунки виконані за допомогою програмного комплексу Ліра 9,6.

На рисунках 1 - 6 показані одержані розрахункові моделі для кожного з розглянутих видів будівель.

За результатами розрахунків були одержані діаграми внутрішніх зусиль в системі і діаграми армування окремих конструктивних елементів.

Аналіз одержаних результатів показав, що для одноповерхової виробничої будівлі з низькою просторовою жорсткістю надземної частини будівлі результати розрахунків з використанням різних моделей основи відрізняються несуттєво, для будівель з більшою просторовою жорсткістю перехід до просторового моделювання ґрунтового масиву призводить до кращого перерозподілу зусиль, що в результаті впливає при призначенні армування на кількість витрачених матеріалів в бік їх зменшення.

Вид ґрунту практично мало впливає на відмінність між результатами розрахунку при різних схемах моделювання основи, хоча в менш жорстких ґрунтах ефект від перерозподілу зусиль виявився більшим, як це і можна було логічно очікувати.

На рисунках 7 - 9 показані порівняльні діаграми кількості витраченої арматури для конструктивних елементів різних будівель в залежності від схеми моделювання основи і виду ґрунту. Для повнокаркасної і безкаркасної будівель це витрати на плиту перекриття, а для одноповерхової виробничої будівлі – на балку покриття.

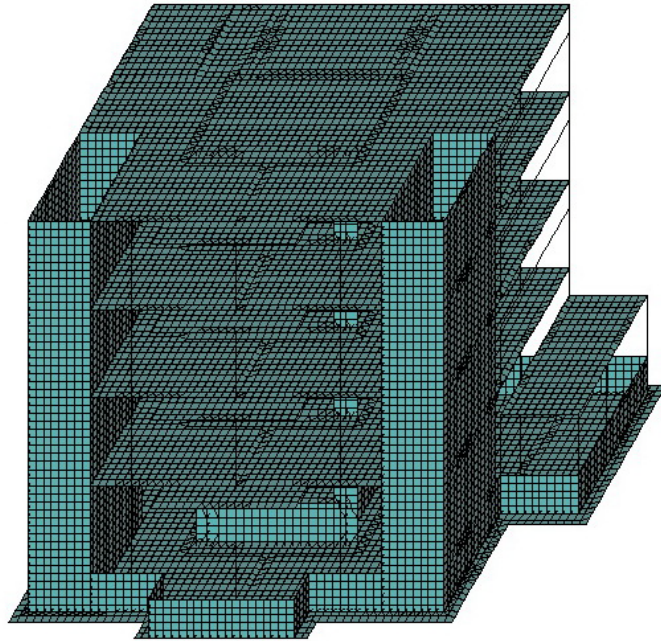


Рис. 1 – Варіант з моделюванням піддатливості основи за допомогою стержнів з заданим коефіцієнтом жорсткості для каркасної монолітної чотириповерхової будівлі (будівля №1)

об'єктивний в'ес

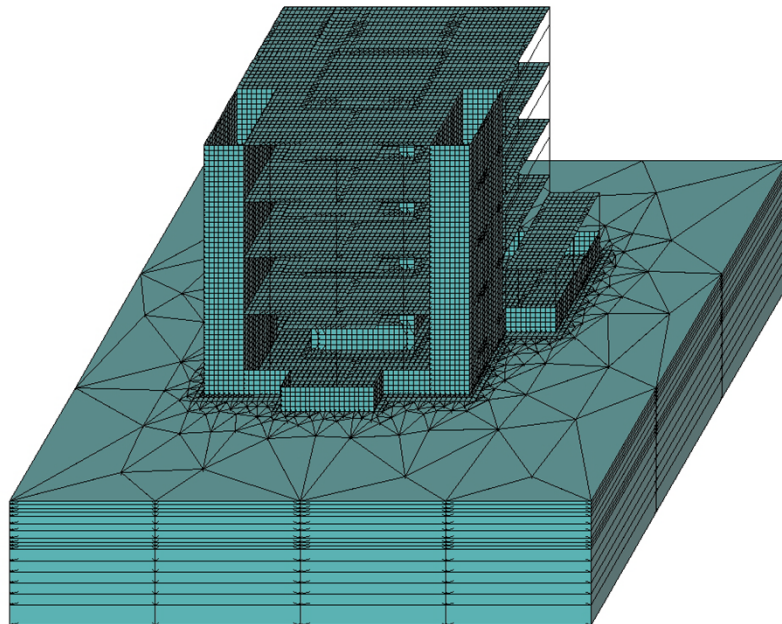


Рис. 2 – Варіант з моделюванням піддатливості основи з моделюванням з використанням континуальної кінцево-елементної моделі піддатливої основи для каркасної монолітної чотириповерхової будівлі (будівля №1)

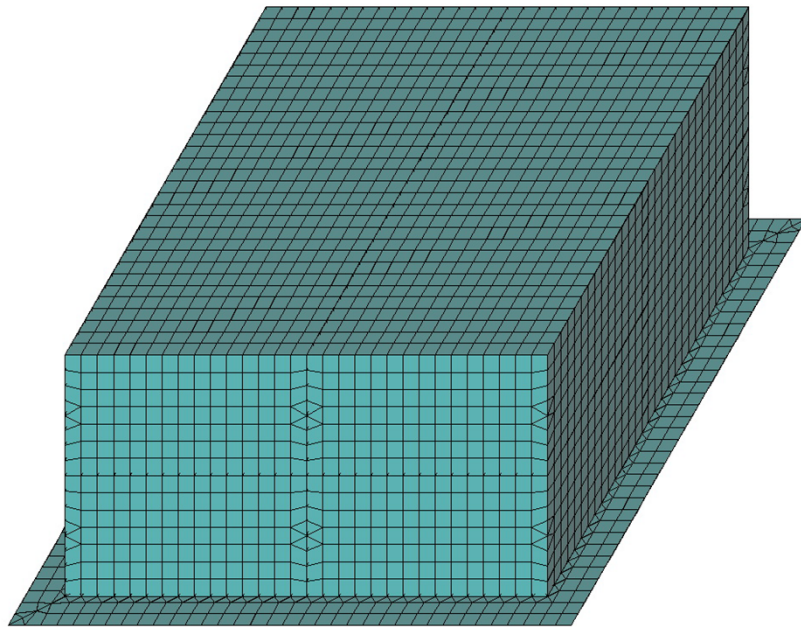


Рис. 3 – Варіант з моделюванням піддатливості основи за допомогою стержнів з заданим коефіцієнтом жорсткості для безкаркасної цегляної двоповерхової будівлі з монолітним перекриттям (будівля №2)

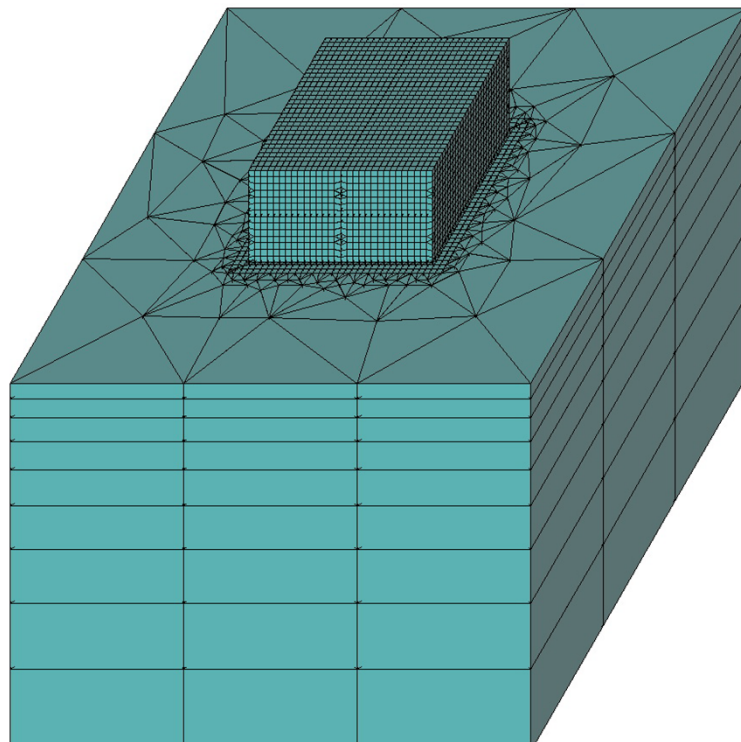


Рис. 4 – Варіант з моделюванням піддатливості основи з моделюванням з використанням континуальної кінцево-елементної моделі піддатливої основи для безкаркасної цегляної двоповерхової будівлі з монолітним перекриттям (будівля №2)

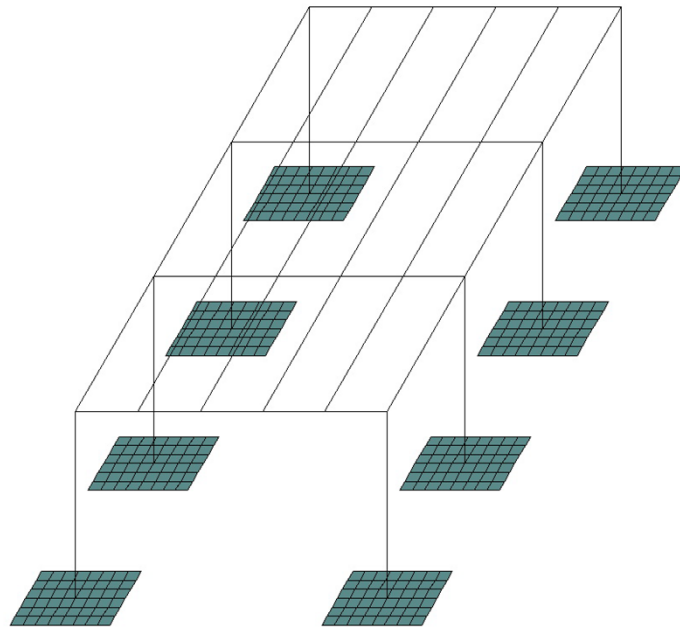


Рис. 5 – Варіант з моделюванням піддатливості основи за допомогою стержнів з заданим коефіцієнтом жорсткості для одноповерхової будівлі із збірним каркасом (будівля №3)

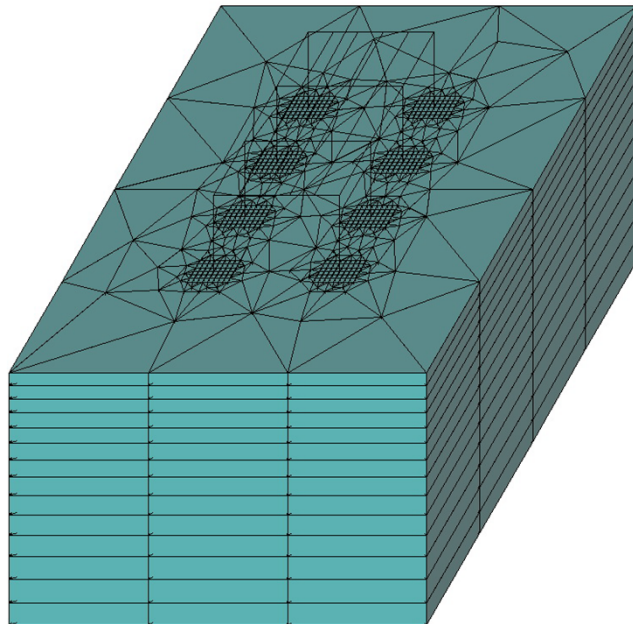


Рис. 6 – Варіант з моделюванням піддатливості основи з моделюванням з використанням континуальної кінцево-елементної моделі піддатливої основи для одноповерхової будівлі із збірним каркасом (будівля №3)

Пункти 1-4 на діаграмах:

1. Розрахунок на глинистих ґрунтах за допомогою просторових елементів ґрунта.

2. Розрахунок на глинистих ґрунтах за допомогою коефіцієнтів постелі.
3. Розрахунок на піщаних ґрунтах за допомогою просторових елементів ґрунта.
4. Розрахунок на піщаних ґрунтах за допомогою коефіцієнтів постелі.

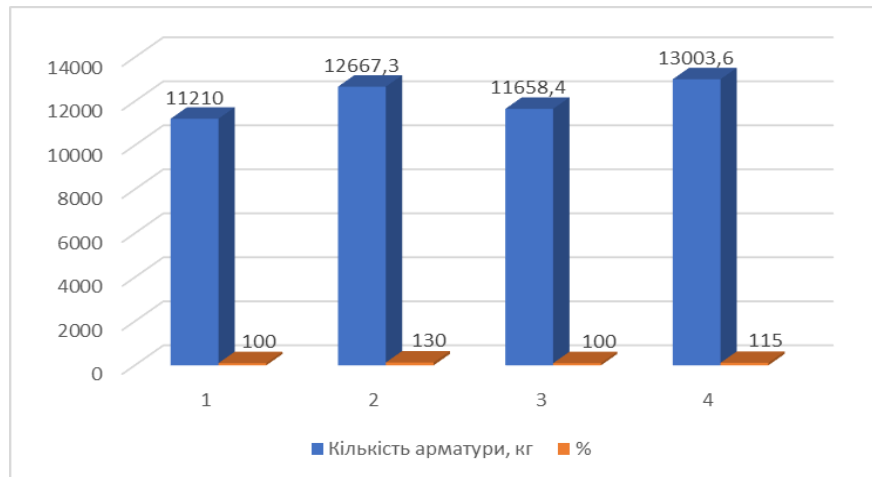


Рис. 7 – Діаграма залежності армування від методу розрахунку для будівлі №1



Рис. 8 – Діаграма залежності армування від методу розрахунку для будівлі №2

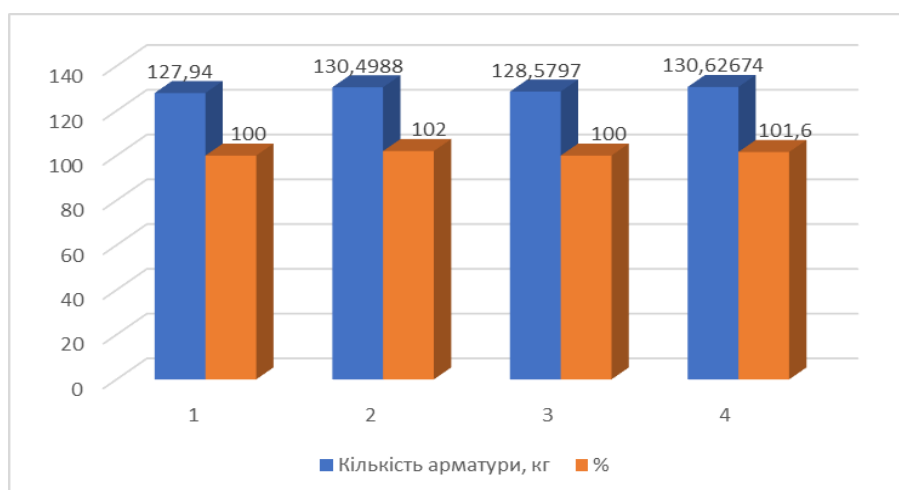


Рис. 9 – Діаграма залежності армування від методу розрахунку для будівлі №3

З діаграм видно, що перехід до просторового моделювання ґрунтового масиву дозволяє зменшити витрати арматури для безкаркасної будівлі на величину до 9%, а для повнокаркасної – до

30%. Для будівлі, у конструкціях якої не виникають зусилля від нерівномірних осідань, просторове моделювання ґрунтового масиву практично не дає ефекту.

Як бачимо, в цілому перехід до просторового моделювання призводить до більш адекватної картини розподілу внутрішніх зусиль і дозволяє в певних випадках одержувати більш економічні рішення.

Найбільший економічний ефект від вибору правильного методу розрахунку можна досягнути для будівлі з жорстким монолітним каркасом на глинистих більш піддатливих ґрунтах.

Висновки

1. Перехід до просторового моделювання призводить до більш адекватної картини розподілу внутрішніх зусиль і дозволяє для багатоповерхової каркасної будівлі одержувати більш економічні рішення.
2. Для одноповерхової виробничої будівлі з низькою просторовою жорсткістю надземної частини будівлі результати розрахунків з використанням різних моделей основи відрізняються несуттєво, для будівель з більшою просторовою жорсткістю перехід до просторового моделювання ґрунтового масиву призводить до кращого перерозподілу зусиль, що в результаті впливає при призначенні армування на кількість витрачених матеріалів в бік їх зменшення.
3. Вид ґрунту практично мало впливає на відмінність між результатами розрахунку при різних схемах моделювання основи, хоча в менш жорстких ґрунтах ефект від перерозподілу зусиль виявився більшим.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи та фундаменти споруд: ДБН В.2.1-10-2009 зі зміною №1 та №2. - [Чинний від 2012-07-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 161 с. – (Національні стандарти України).
2. Клепиков С. Н. Расчет сооружений на деформируемом основании. – К.: НИИСК, 1996. – 204 с.
3. Федоровский В.Г., Безволев С.Г. Прогноз осадок фундаментов мелкого заложения и выбор модели основания для расчета плит //Основания, фундаменты и подземные сооружения.-2000.-№4.
4. ПК ЛИРА, версія 9.0. Програмный комплекс для расчёта и проектирования конструкций. /Справочно-теоретическое пособие под ред. Академіка АИИН України А. С. Городецького. - К.-М.: 2003 -464 с.

Володимир Миколайович Нестеренко — магістрант гр. Б-18мі, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, М, Вінниця.

Науковий керівник: **Ірина Вікторівна Маєвська** — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Volodymir Nesterenko - Master hr. B-18mi, Department of construction of thermal power and gas, Vinnytsia National Technical University.

Supervisor **Irina V. Majewska** - candidate. Sc., assistant professor of department of construction, architecture and municipal economy, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.