

МОДЕЛЮВАННЯ ГРУНТОВОЇ ОСНОВИ ПРИ ПРОСТОРОВОМУ РОЗРАХУНКУ КАРКАСНОЇ БУДІВЛІ РІЗНИМИ МЕТОДАМИ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Виконаний просторовий розрахунок багатопверхової каркасної будівлі за допомогою програмного комплексу «ЛІРА 9,6». 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 призводить до більш адекватної картини розподілу внутрішніх зусиль і дозволяє для багатопверхової каркасної будівлі одержувати більш економічні рішення.

Ключові слова: каркасна будівля, сумісна робота, модель ґрунтової основи, піддатливість ґрунту.

Annotation

Spatial calculation of multi-storey frame building was performed with the help of the software program "LIRA 9,6". The calculation was performed using a soil foundation model in two variants: modeling the soil's flexibility using bars with a given rigidity coefficient, and using a continuous finite element model of the soil base. Two variants of soil with different pliability are analyzed. It is shown that the transition to spatial modeling leads to a more adequate picture of the distribution of internal forces and allows for multi-storey frame building to obtain more economical solutions.

Keywords: frame building, teamwork, soil foundation model, soil pliability.

Вступ

Останнім часом у зв'язку з інтенсивним розвитком обчислювальної техніки і програмного забезпечення, у тому числі для персональних комп'ютерів, використання для розрахунку систем "основа-фундамент-будівля" апробованих програмних комплексів стало традиційним [1 - 4].

Досить часто для складання розрахункових схем системи "основа-фундамент-будівля" використовуються континуальні кінцево-елементні моделі. Основа в таких розрахункових схемах представляється як лінійно чи нелінійно деформівне середовище. З огляду на складність моделювання основи як континуального середовища, часто вдаються до спрощених розрахункових схем у відношенні основи, таких як застосування моделей з використанням коефіцієнту жорсткості.

Але в літературі відсутні будь-які рекомендації щодо відмінності результатів, які можуть бути одержані при використанні різних способів моделювання основи.

У даній роботі поставлені задачі:

1) скласти розрахункову модель для комплексного спільного розрахунку надземної частини каркасної будівлі, фундаментів і ґрунтової основи у двох варіантах:

- з моделюванням піддатливості основи за допомогою стержнів з заданим коефіцієнтом жорсткості;

- з використанням континуальної кінцево-елементної моделі піддатливої основи.

2) проаналізувати відмінність напружено-деформованого стану конструктивних елементів розглянутої будівлі при використанні різних моделей піддатливої основи.

Результати дослідження

Для розрахунку була обрана повнокаркасна чотирьох поверхова будівля з монолітними колонами та перекриттями, монолітною фундаментною плитою і самонесучими полегшеними стінами. З'єднання елементів каркасу приймаються жорсткими, що сприяє збільшенню зусиль в елементах

каркасу при виникненні нерівномірних деформацій ґрунтів основи. Просторова жорсткість будівлі забезпечується сумісною роботою елементів каркасу.

Для аналізу вводимо два варіанти ґрунтової основи:

1. Слабкі глинисті ґрунти з відносно невеликими модулями деформації;
2. Піщаний ґрунт з високим модулем деформації.

Розрахунки виконані за допомогою програмного комплексу Лира 9,6.

Для спрощення побудови моделі будівлі в програмі ЛІР-Визор виконуємо спочатку побудову основних вузлів майбутньої моделі в графічному редакторі AutoCAD з наступним імпортом їх у ЛІР-Визор.

Для моделювання конструкцій використовуємо такі кінцеві елементи:

1. Для моделювання балок та колон – КЭ1.
2. Для моделювання плит перекриття, фундаментів та стін – КЭ44.

Моделювання плит перекриття, фундаментів та стін виконуємо по ключовим вузлам за допомогою інструменту триангуляції по контуру. Для триангуляції приймаємо чотирикутну чарунку з розміром сторони до 0,4 м.

Після побудови всіх кінцевих елементів моделі задаємо їм жорсткості.

Наступним кроком в побудові моделі будівлі являється формування завантажень. Для зручності побудови таблиці РСН (розрахункові сполучення навантажень) створюємо окремі завантаження для кожного з видів навантажень, що діють на будівлю. Приймаємо такі завантаження: власна вага конструкцій; вага конструкцій покрівлі, підлоги та ґрунту засипки; вага перегородок; вага стін з газобетону; вага сходів; корисне навантаження на плити перекриття; снігове навантаження.

Розрахунок при моделюванні ґрунтової основи за допомогою коефіцієнтів жорсткості (постелі)

Для введення коефіцієнтів жорсткості необхідно приєднати до моделі будівлі попередньо створену модель ґрунта за допомогою спеціального діалогового вікна в програмі ЛІР-Визор, і далі для елементів фундаментів задати коефіцієнти С1 та С2.

Після задання моделі ґрунта можна проводити розрахунок. Після розрахунку необхідно сформувати таблицю РСН та перенести результати визначених тисків під подошвою ґрунта в початкову розрахункову схему для перерахунку коефіцієнтів жорсткості. Операцію перерахунку повторювати до тих пір коли перестане змінюватись загальний вид розподілень тисків під подошвою фундаменту.

Далі можна виконувати розрахунок армування в програмі ЛІР-Арм.

Розрахунок при моделюванні ґрунтової основи за допомогою моделювання просторових елементів ґрунтової основи.

Для моделювання просторових елементів ґрунтової основи необхідно спочатку приєднати до моделі будівлі попередньо створену модель ґрунта за допомогою спеціального діалогового вікна в програмі ЛІР-Визор. Процес моделювання ґрунтової основи здійснюється за допомогою підпрограми ГРУНТ, як показано на рисунку 1.

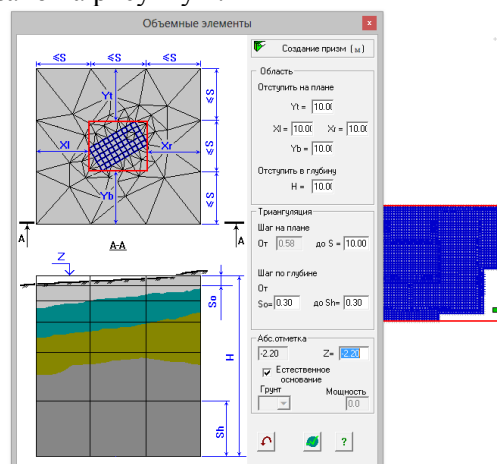


Рис. 1 – Моделювання просторових елементів ґрунтової основи за допомогою підпрограми ГРУНТ

Після роботи підпрограми ГРУНТ в програмі ЛІР-Визор генеруються просторові елементи ґрунтової основи, з'єднані спільними вузлами з побудованою раніше моделлю будівлі. Для цих елементів автоматично створюються нелінійні жорсткості, як показано на рисунку 2.

Перед виконанням розрахунку необхідно створити нелінійні завантаження для кроково-ітераційного розрахунку як показано на рисунках 2 - 4.

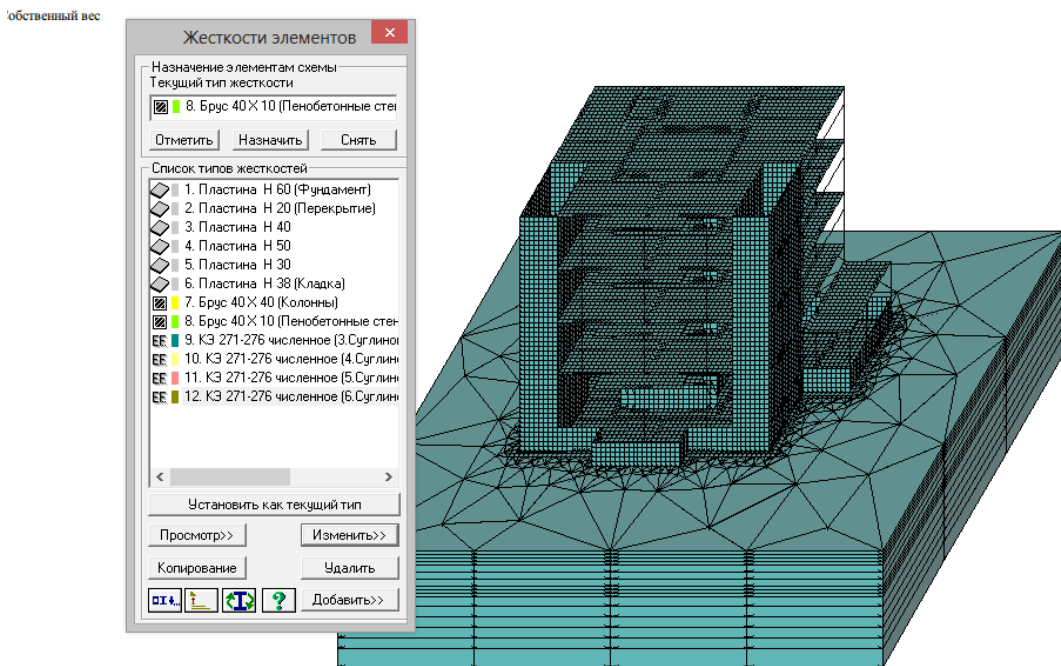


Рис. 2 – Жорсткості моделі будівлі разом із жорсткостями елементів ґрунтової основи

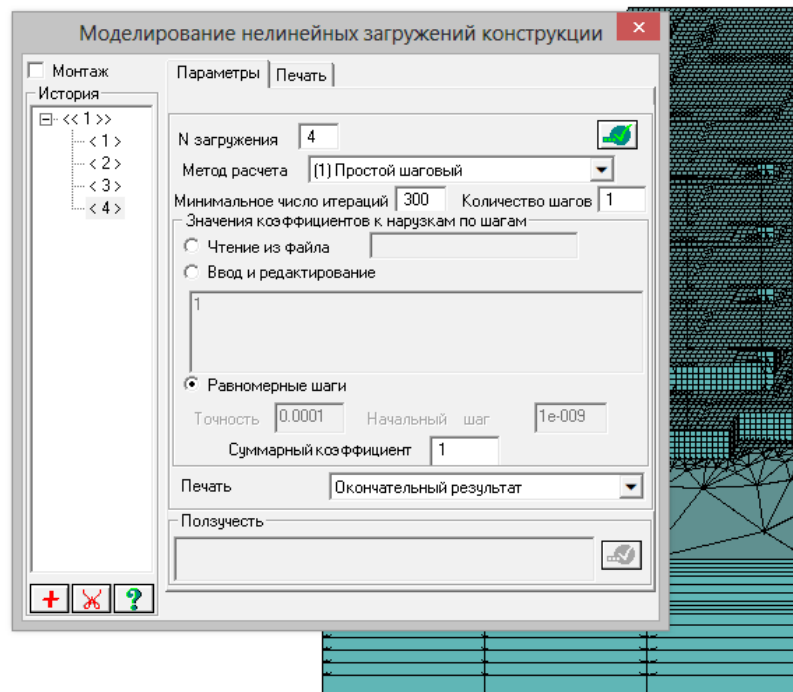


Рис. 3 – Створення нелінійних завантажень

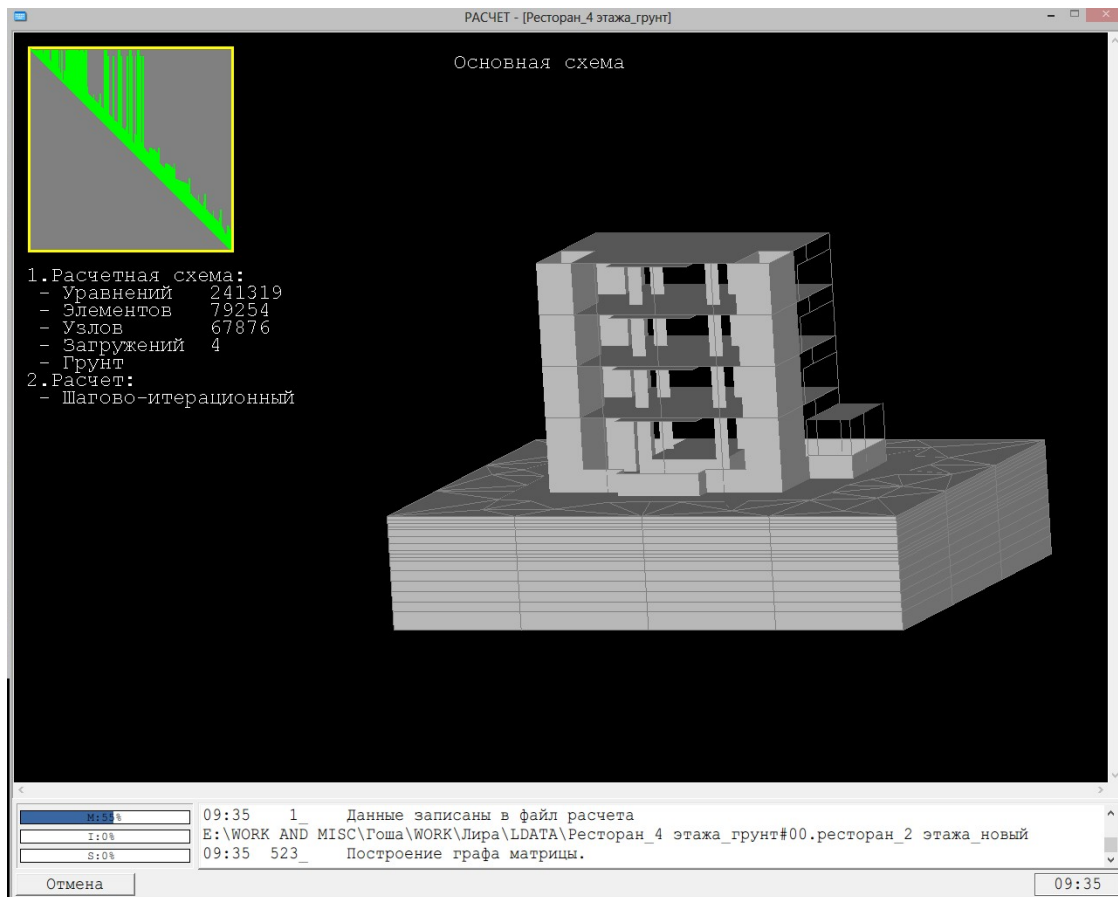


Рис. 4 – Кроково-ітераційний розрахунок моделі

Результаты расчетов в программе Лира

Результаты расчета армирования плиты перекрытия здания вдоль нижней грани показаны на рисунках 5 – 8.

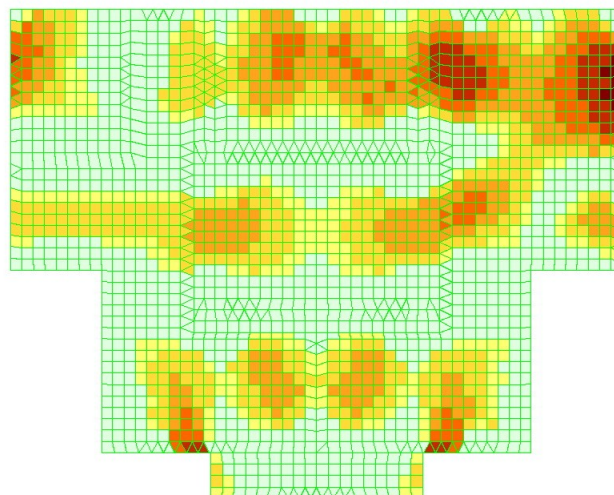


Рис. 5 – Ізополі армування плити перекриття при розрахунку за допомогою побудови просторових елементів ґрунта (глинисті ґрунти)



Площадь арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине), максимум в элементе 8996

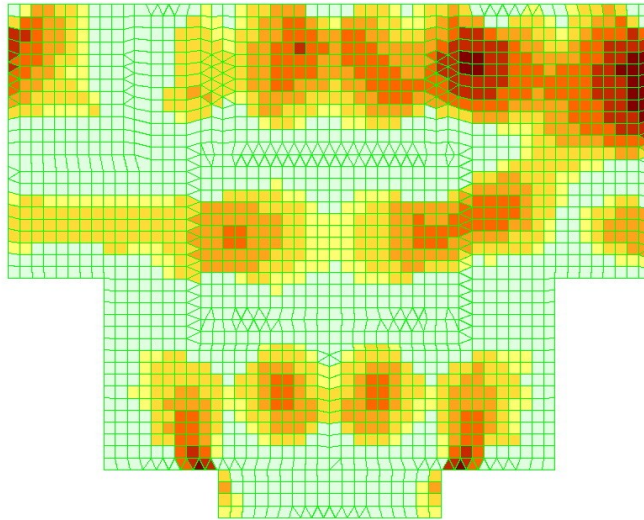


Рис. 6 – Изополя армования плиты перекрытия при розрахунку за допомогою коефіцієнтів постелі (глинисті ґрунти)



Площадь арматуры на 1м по оси Y у нижней грани (балки-стенки - посередине), максимум в элементе 9030

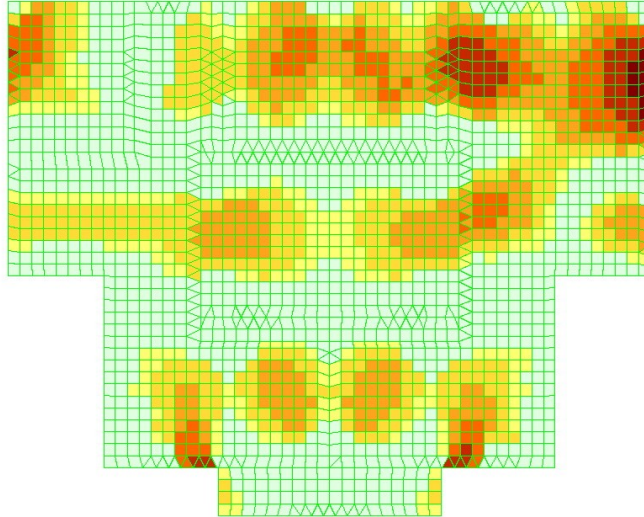


Рис. 7 – Изополя армования плиты перекрытия при розрахунку за допомогою побудови просторових елементів ґрунта (піщані ґрунти)

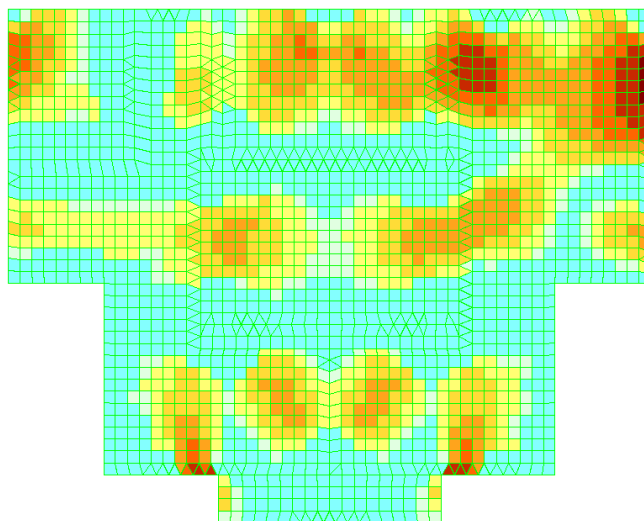


Рис. 8 – Ізополя армування плити перекриття при розрахунку за допомогою коефіцієнтів постелі (піщані ґрунти)

За результатами розрахунку були побудовані діаграми залежностей кількості арматури від методів розрахунку та ґрунтів основи. Діаграми показані на рисунку 9.

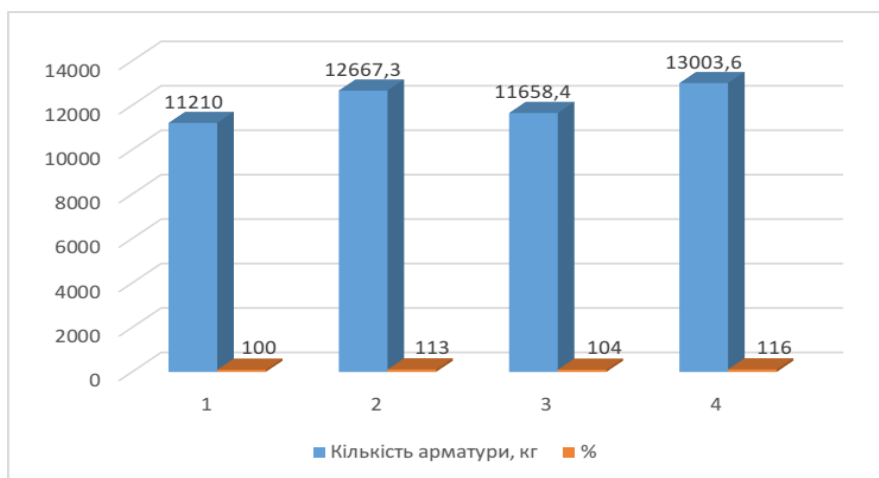


Рис. 9 – Діаграма залежності армування від методу розрахунку.

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.

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

Висновки

Перехід до просторового моделювання призводить до більш адекватної картини розподілу внутрішніх зусиль і дозволяє для багатоповерхової каркасної будівлі одержувати більш економічні рішення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти: [підручник]/ [М. Л. Зоценко, В. І. Коваленко, А. В. Яковлев, О.О. Петраков, В.Б. Швець, О.В. Школа, С.В. Біда, Ю.Л. Винников].- Полтава, 2003. - 446 с.
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, версия 9.0. Програмный комплекс для расчёта и проектирования конструкций. /Справочно-теоретическое пособие под ред. Академіка АИИ 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, e-mail:nenyav@rambler.ru

Орінгель Гай - студент гр. Б-17мс, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет. М, Вінниця. Громадянин Ізраєля.

Науковий керівник: **Ірина Вікторівна Масєвська** — канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. e-mail: irina-mayevskaja@gmail.com.

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

Oringel Guy - student of gr. B-17ms, faculty of construction thermal power engineering and gas supply, Vinnitsa National Technical University. M, Vinnytsia. Citizen of Israel.

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