

ЗМІНА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ФУНДАМЕНТНИХ КОНСТРУКЦІЙ ВИСОТНОЇ БУДІВЛІ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТОВОЇ ОСНОВИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Проведено варіативне моделювання зведення висотної житлової будівлі з використанням конструкції пальового фундаменту у взаємодії з ґрунтовим масивом та плитної фундаментної конструкції, з урахуванням поліпшених ґрунтових властивостей. Досліджено вплив ідентифікованих параметрів ґрунтового масиву на формування напружено-деформованого стану системи «основа - фундамент - будівля» при розрахунку висотного житлового будинку. Отримано оптимальний результат побудови скінчено-елементної моделі на результати обчислень.

Ключові слова: напружено-деформований стан, пальовий фундамент, числове моделювання, система «основа - фундамент - будівля».

Abstract. In this publication a variant modeling of the high-rise residential construction is discussed. One way is using a pile foundation with soil massif design. The second approach is slab foundation design with improved soil massif design. Influence parameters of the soil massif on the formation of the stress-strain state of the “base - foundation - building” system when calculating a high-rise residential building are analyzed.

Key words: stress-strain state, pile foundation, slab foundation, residential construction

Необхідність відбудови житлових комплексів населених пунктів, зруйнованих внаслідок повномасштабного вторгнення та ведення бойових дій на території нашої країни вимагає нових надійних підходів та методів розрахунку фундаментних конструкцій висотних житлових будинків. Точність отриманих розрахункових значень істотно впливає на показники надійності конструкцій та економічну ефективність зведення. Це обумовлює актуальність дослідження та необхідність оцінки зміни напружено-деформованого стану елементів системи «основа-фундамент-будівля» з урахуванням покращених показників міцності основи.

Пальовий фундамент - один з найбільш поширених видів основ висотних житлових будинків, тому спільна робота та числове моделювання взаємодії паль з ґрунтовою основою вимагає детального вивчення. Палі в порівнянні з фундаментами мілкого закладання мають резерви суттєвого зниження матеріалоємності і підвищення продуктивності праці за рахунок подальшого удосконалення їх конструкції, моделей розрахунку, технологій виробництва робіт[1].

Збільшення поверховості та розмірів житлових будівель в плані впливає на процес формування напружено-деформованого стану основи, фундаментної конструкції та життєвого циклу самої будівлі. Ефективна оцінка стійкості ґрунтових масивів має першочергове значення при проектуванні фундаментів житлових будівель, розрахунки надійності та економічності фундаментних конструкцій визначають успіх будівництва в цілому.

Серед вітчизняних дослідників, роботи яких присвячені питанням влаштування пальових фундаментів, взаємодії всіх елементів системи «ґрунтова основа – фундамент - будівля», а також дослідженням впливу параметрів паль на перерозподіл навантаження між палями та формування напружено-деформованого стану пальового фундаменту слід відмітити таких, як Бойко І. П., Підлущий В. Л., Зоценко М. Л., Моргун А. С. та багато інших. На сьогодні пошук оптимальних параметрів конструкцій на етапі проектування несучих елементів будівель і споруд залишається актуальним питанням.

На зміну напружено-деформованого стану конструкцій житлової будівлі впливають багато як зовнішніх, так і внутрішніх факторів, а саме фізико-механічні характеристики будівельного майданчику, властивості ґрунтового масиву, наявність та взаємодія існуючих будівель, складність інженерно-геологічних умов та інші [2]. В рамках дослідження проводилось моделювання дванадцяти поверхового житлового комплексу. Ділянкою майбутнього будівництва є майданчик із абсолютними

відмітками поверхні землі, Основний об'єм будинку має багатокутну форму в плані, розмірами в осях 29,70 м на 19,00 м та має автостоянку 29,70 м на 23,19 м. По висоті будівля складається з підвалу, першого нежитлового поверху, 11-ти житлових та технічного поверхів. Будинок розташований в щільній міській забудові. За конструктивною схемою будинок каркасно-монолітний з несучими вертикальними елементами.

В першу чергу числове моделювання передбачає визначення основних характеристик скінченно-елементної моделі (СЕМ) ґрунтового середовища для проведення розрахунків в програмному комплексі. Для розв'язання поставленої задачі використано метод скінченних елементів, який реалізований в програмних комплексах «ЛІРА-САПР 2019» та «Мономах - САПР 2013» (рис.1).

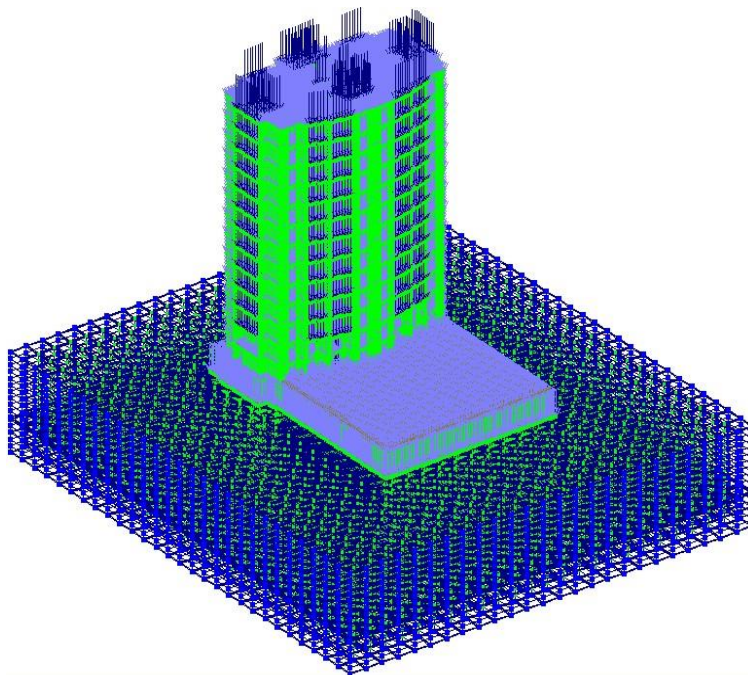


Рис. 1 – Скінченно-елементна модель випробовування пальового фундаменту в програмному комплексі «ЛІРА-САПР 2019»

З метою проведення варіантного аналізу та подальшого розрахунку в скінченно-елементну модель «ґрунтова основа-фундамент-будівля» були внесені необхідні зміни, а саме:

- пальовий фундамент був замінений на фундаментну плиту;
- під будівлю, що проектується були виконані ґрунто-цементні елементи (під висотну частину на глибину 8,5 м, під паркінг – 6 м).

Параметри ґрунто-цементних елементів при розрахунках:

- $E = 40 \text{ МПа}$ – модуль деформацій.
- $\nu = 0,2$ - коефіцієнт Пуассона.

Аналіз отриманих значень показав, що використання моделі лінійно-деформованого середовища при побудові СЕМ призводить до заниження результатів осідань паль. Другий варіант числового моделювання виявився більш економічно ефективним. Однак з'являється крен будівлі та збільшується величина осідання. Враховуючи такі результати доцільним буде проектування висотної житлової будівлі саме на пальовому фундаменті. Відносна різниця осідання другого варіанту складає 0,018 м, що в свою чергу не перевищує граничних значень, наведених в нормах[3,4]. В результаті проведених розрахунків першого варіанту (пального фундаменту) осідання склало 41,7 мм, зона максимального осідання розташована під висотною частиною будівлі. При проектуванні фундаментної плити осідання зросло в 2,6 рази і склали 108 мм, також зона осідання змістилась до ядра жорсткості.

Для обґрунтування проектних рішень таких фундаментів розрахунки багато параметричної системи «основа-плитний фундамент» можливі лише за допомогою сучасних числових методів, реалізованих за допомогою комп'ютерних програмних комплексів, в яких використовуються різні підходи до моделювання таких систем.

Висновок

Перед будівельниками стоїть задача максимальної економії матеріально-технічних і трудових ресурсів при спорудженні будівель. Один із шляхів вирішення цієї задачі – впровадження раціональних видів фундаментів,

В рамках дослідження було виконано пошук раціональних параметрів фундаментних конструкцій будівлі шляхом числового моделювання спільної роботи елементів системи «грунтова основа-фундамент-будівля». Дослідження було виконано на прикладі 12-поверхового каркасного будинку. Виконано дослідження впливу параметрів пальового фундаменту на напружено-деформований стан фундаментних конструкцій та несучих елементів каркасу будинку, а саме: - Розглянуто вплив розташування паль в плані, досліджено процес перерозподілу зусиль в палях в залежності від кількості та розташування паль в межах контуру будинку, виконано оцінку деформацій. Встановлено, що характер напружено-деформованого стану фундаментів суттєво залежить від жорсткості надземної частини будинку та розташування несучих конструкцій в плані.

Список використаних джерел

1. Моргун А. С. Інноваційні технології розрахунку за МГЕ фундаментів глибокого закладання(паль-оболонки) / А. С. Моргун, І. М. Меть, А. В. Колесник, Р. І. Лебідь // Сучасні технології, матеріали та конструкції в будівництві: Науково-технічний збірник. Вінниця, ВНТУ, 2024-2. С. 67 – 74. Режим доступу: <https://stmkvb.vntu.edu.ua/index.php/stmkvb/article/view/914/844>
2. Бойко І. Вплив фундаментів будинку на напружено-деформований стан утримуючих конструкцій / І. Бойко, В. Ручківський // Основи та фундаменти : наук.-техн. зб. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. ; гол. ред. І. Бойко. - Київ : КНУБА, 2019. - Вип. 38. - С. 9 - 15.
3. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. ДБН В.2.1-10-2018. – К. : Мінрегіонбуд України“, 2018. – (Державні будівельні норми). Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78687
4. Висотні будівлі. Основні положення. ДБН В.2.2-41:2019– К. : Мінрегіонбуд України“, 2019. – (Державні будівельні норми). Режим доступу: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=84353

Меть Іван Миколайович – к.т.н., доцент, декан факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії. Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, E-mail: met@vntu.edu.ua

Тімін Євгеній Вячеславович – магістрант групи 2Б-24м кафедри будівництва, міського господарства та архітектури. Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Ivan Met– candidate of technical sciences, associate professor, Dean of Construction, Civil and Environmental Engineering Faculty. Vinnytsia National Technical University. Vinnytsia. Email: met@vntu.edu.ua

Timin Evgeniy - master's student of the Department of Construction, Urban Planning and Architecture. Construction, Civil and Environmental Engineering Faculty. Vinnytsia National Technical University.