

ЛЕКЦІЯ 5. ДИНАМІЧНІ МОДЕЛІ ВЗАЄМОДІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД З ГРУНТОВИМИ ОСНОВАМИ

ТЕМА 7. НЕРІВНОМІРНІ ДЕФОРМАЦІЇ ГРУНТОВИХ ОСНОВ ЯК СТАТИКО-ДИНАМІЧНИЙ ПРОЦЕС, ТА ЇХ УРАХУВАННЯ В ДИНАМІЧНИХ МОДЕЛЯХ ВЗАЄМОДІЇ СИСТЕМИ «БУДІВЛЯ (СПОРУДА) – ОСНОВА»

Особливістю довготривалої експлуатації будівель і споруд є те, що в результаті деформації ґрунтових основ вони отримують нерівномірні осідання, які стають причиною зміни висотного положення несучих конструкцій, їх крену, нерівномірних осадок опорних ділянок, наявності дефектів у вигляді тріщин, сколів, оголення робочої арматури в залізобетонних конструкціях та інших. Найбільшою мірою такі явища характерні для будівель і споруд, які експлуатуються в складних інженерно-геологічних умовах, але і за звичайних умов експлуатації вони також можуть мати місце.

Таким чином, технічний стан будівельних об'єктів у складних інженерно-геологічних умовах характеризується близьким до вичерпання або вичерпаним експлуатаційним ресурсом, наявністю напружень і деформацій, викликаних нерівномірними осіданнями ґрунтових основ, наявністю несучих конструкцій в граничному стані, стихійної реконструкції і перепланування будівель, що експлуатується.

Розрахунок таких будівель і споруд на динамічні впливи є складним науково-інженерним завданням. Складність полягає в необхідності формування адекватної розрахункової моделі, параметри статичної і динамічної роботи якої будуть якісно і кількісно співпадати з такими ж параметрами їх фактичної натурної роботи (звичайно, в прийнятному діапазоні достовірності).

Представлені вище дослідження показали, що врахування взаємодії будівель з ґрунтовими основами істотно впливає на статичні та динамічні характеристики роботи будівель, тому, на перший погляд, розрахункові моделі,

які враховують взаємодію будівель з основами, є доречнішими. Але некваліфіковано або недбало складена детальна розрахункова модель може дати результат, далекий від правильного. Слід також враховувати той факт, що в нормативних документах немає чітких рекомендацій відносно застосування приведених розрахункових моделей для динамічного аналізу, у тому числі й про способи урахування взаємодії з ґрунтовими основами.

Зважаючи на специфіку розрахунків будівель на динамічні впливи і обмежену кількість досвідчених фахівців в цій сфері, потрібна інженерна методика, яка дозволить навіть інженерові з початковим розрахунковим досвідом сформувавши розрахункову модель, прийнятну для динамічних розрахунків, а також надати підтвердження її адекватності.

Найбільш принциповим при цьому залишається питання про необхідність урахування дійсного деформованого стану при розрахунках будівель, що експлуатуються на динамічні дії, оскільки врахування податливості ґрунтових основ істотно впливає на динамічні характеристики і НДС конструкцій будівлі, як було показано раніше.

З одного боку, такі розрахункові моделі, в яких ґрунтові основи представлені просторовими кінцевими елементами з урахуванням фізичної і геометричної нелінійності, надають можливість виконувати розрахунки взаємодії будівель з основами за будь-яких інженерно-геологічних умов. При цьому проблема врахування попереднього деформованого стану будівлі вирішується автоматично коректним моделюванням ґрунтового масиву (розподіл жорсткісних характеристик за даними інженерно-геологічних досліджень, урахування неоднорідностей в ґрунтах основ, підземних споруд і комунікацій, врахування впливу навколишньої забудови і таке інше).

З іншого боку, будь-яке необґрунтоване ускладнення моделі призводить до збільшення вірогідності принципових помилок, а спрощення, прийнятні для статичних розрахунків будівель і їх конструкцій, категорично неприйнятні для динамічних розрахунків.

Нарешті, на даний момент універсальними програмними комплексами не

розв'язана проблема роздільного завдання значень логарифмічного декременту коливань, яке зводить нанівець спроби адекватного завдання комбінованих систем з різних матеріалів і підсистем (включаючи ґрунтову основу) для динамічних розрахунків. Виключенням можна вважати сейсмічні навантаження, оскільки їх вплив на будівлі близький до миттєвого, а також й інші миттєві впливи (імпульс, вибух і тому подібне), коли система «будівля – основа» реагує на такі динамічні навантаження практично без істотної різниці в базових динамічних характеристиках (логарифмічний декремент коливань, динамічна міцність, жорсткість і тому подібне). Виняток становлять висотні об'єкти і будівлі з великими прольотами.

Для коректного врахування динамічних впливів на конструкції будівель необхідно формувати їх детальні просторові розрахункові моделі з урахуванням основних конструктивних елементів, причому, на відміну від статичної, в динамічну модель необхідно включати елементи, що не несуть, та самонесучі (за умови правильного завдання їх сполучення з іншими несучими конструкціями). При цьому бажано враховувати податливість стиків, фізичну, геометричну, конструкційну та генетичну нелінійності.

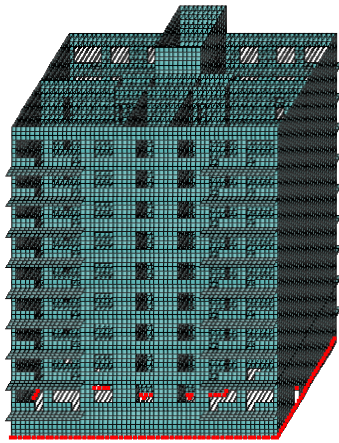
Також важливим фактором при формуванні розрахункових моделей будівель і споруд, які експлуатуються в складних інженерно-геологічних умовах при динамічних впливах, є врахування їх деформованої схеми, яка включає напруження і деформації, накопичені в процесі експлуатації при нерівномірних деформаціях основи.

Був проведений чисельний експеримент, в якому для будівлі, представленої двома моделями взаємодії з основою, моделювалися нерівномірні деформації основи, і за результатами розрахунків спеціальною функцією заміни напружень і деформацій еквівалентними навантаженнями програмного комплексу «ЛІРА-Windows» коригувалася розрахункова модель будівлі з метою отримання її деформованого стану.

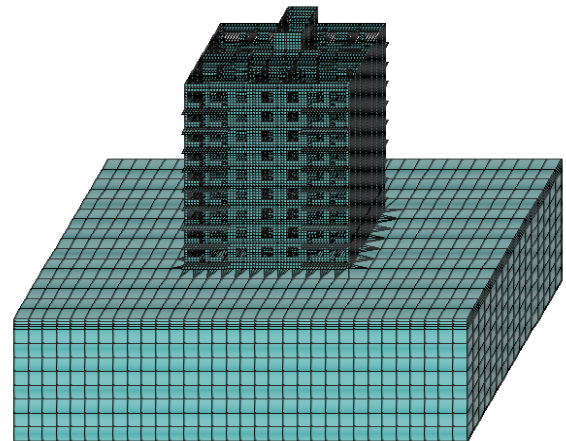
Для кожного з двох варіантів обидва типи моделей – початкова і деформована – були розраховані на сейсмічні навантаження, при цьому

порівнювалися результати розрахунків за умови ідентичності динамічних впливів (аналізувалися параметри власних коливань конструкцій, а також їх НДС).

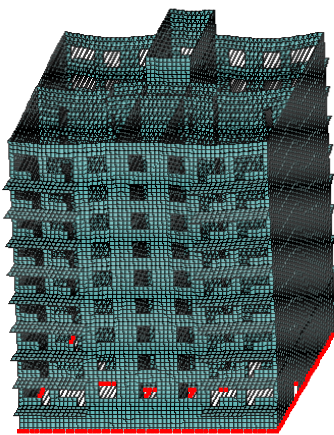
Розрахункові моделі з різними варіантами моделювання ґрунтової основи для початкового і деформованого варіантів розрахунку наведені на рис. 7.1.



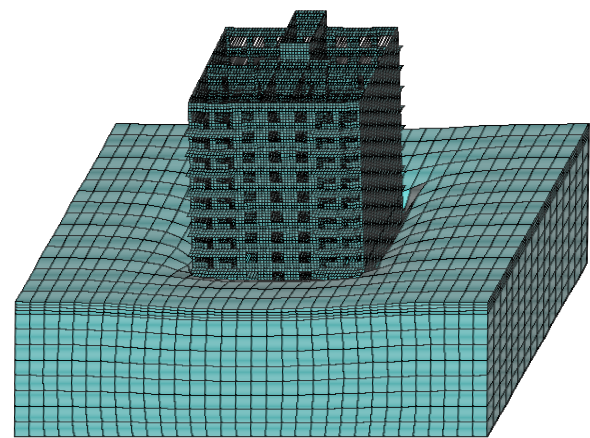
а)



в)



б)



г)

а) з урахуванням ґрунтової основи спеціальними кінцевими елементами, початкова (варіант 1);

б) те ж, з урахуванням деформованої схеми (варіант 2);

в) з урахуванням основи у вигляді ґрунтового масиву, представленого об'ємними кінцевими елементами, початкова (варіант 3);

г) те ж, з урахуванням деформованої схеми (варіант 4).

Рисунок 7.1 – Розрахункові моделі взаємодії будівель з основами при динамічних діях

Був виконаний розрахунок детальної просторової моделі будівлі, що експлуатується, – крупнопанельної рядової блок-секції типової серії І-480А – з урахуванням нерівномірних деформацій основи від просідання, які задавалися за результатами натурного обстеження.

Такий спосіб завдання деформованої схеми будівлі дозволяє врахувати передісторію її навантаження (тут маємо спільно: геометричну нелінійність і так звану «генетику»), коли динамічна реакція конструкцій будівлі накладається на її напружений стан, який виник в результаті дії нерівномірних деформацій ґрунтової основи, яка, у свою чергу, призводить до зростання напружень в конструктивних елементах у порівнянні з недеформованою схемою.