

ЛЕКЦІЯ 3. МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОДІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД З ГРУНТОВИМИ ОСНОВАМИ ПРИ СТАТИЧНИХ ВПЛИВАХ

ТЕМА 4. МЕХАНІЗМИ РОЗВИТКУ НЕРІВНОМІРНИХ ОСІДАНЬ ГРУНТОВОЇ ОСНОВИ ТА СПОСОБИ ЇХ ОБЛІКУ В РОЗРАХУНКОВИХ МОДЕЛЯХ НА СТАДІЯХ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Вибір розрахункової моделі ґрунтової основи для врахування його взаємодії з будівлями та спорудами є важливим етапом при розрахунку параметрів НДС будівельних конструкцій, оскільки від ступеня відповідності прийнятої розрахункової моделі існуючій ґрунтовій основі залежить ступінь достовірності розрахунку і, як наслідок, надійність і довговічність споруди. В даний час відзначається значний розвиток і вдосконалення методів розрахунку будівель і споруд спільно з ґрунтовою основою, в тому числі й з використанням комп'ютерних технологій, проте при цьому фізичні основи розрахунків залишаються тими ж, і навіть не всі з раніше розроблених моделей ґрунтових основ реалізовані в розрахунках.

Природно, виникла необхідність класифікації, зіставлення та порівняння існуючих розрахункових моделей ґрунтових основ, що враховують різні передумови, які відображають складне НДС у таких основах і процеси, що протікають у них з плином часу. Однак до теперішнього часу відсутня повна і чітка класифікація для впорядкування вибору та застосування відомих розрахункових моделей ґрунтових основ, які необхідні при вирішенні завдань та визначенні меж їх використання за показниками універсальності, економічності та точності результату.

Точність прогнозів поведінки ґрунтових масивів у механіці ґрунтів великою мірою визначається тим, з якою повнотою в рівняннях стану відображаються особливості їх деформування. При цьому в практиці розрахунку та проектування для конкретних випадків використовуються різні за складністю моделі ґрунту. Для широкого кола завдань будівництва

виявилось можливим виділити ті моделі, в яких основною є оцінка несучої здатності (міцності та стійкості) ґрунтів. Для інших завдань потрібно прогноз розвитку деформацій основи і, як наслідок, всієї споруди. Нарешті, третій тип завдань вимагає і оцінки несучої спроможності, і прогнозу деформацій ґрунтових основ. Однак такі розрахунки можна проводити окремо, що дозволило поширити на них загальні принципи розрахунків за граничними станами:

- розрахунок за несучою здатністю (втрата стійкості; крихке, в'язке або іншого характеру руйнування ґрунту; надмірні пластичні деформації або деформації повзучості, що не встановилася);

- розрахунок за деформаціями (досягнення стану, що ускладнює нормальну експлуатацію споруди або знижує його довговічність внаслідок недопустимих переміщень - осідань, нерівномірних осідань, перекосів, кренів тощо).

Сутність розрахунків за першою групою граничних станів полягає в тому, що розрахункове навантаження на основу не повинно перевищувати силу граничного опору ґрунтів основи. За другою групою граничних станів спільна деформація споруди та основи не повинна перевищувати граничних значень для конструктивної схеми даної споруди.

Такий підхід дає можливість використання найбільш простих розрахункових моделей ґрунтів:

- теорії лінійного деформування ґрунту – для розрахунків кінцевих напружень та стабілізованих осідань;

- теорії фільтраційної консолідації ґрунту – для розрахунків розвитку осідань у часі;

- теорії граничного напруженого стану ґрунту – для розрахунків несучої здатності, міцності, стійкості та тиску ґрунту на огорожувальні конструкції.

Аналіз досліджень показав, що основними факторами, що впливають на будівельні конструкції, будівлі та споруди з боку ґрунтових основ, є

деформації, викликані як силовим навантаженням основ, так і процесами, що відбуваються в ґрунтах зі специфічними властивостями.

За наявності на майданчику будівництва ґрунтових основ, що відносяться до категорії складних інженерно-геологічних умов, такі деформаційні впливи на конструкції фундаментів і верхніх будівель будівельних об'єктів є переважним видом впливів, що призводить до суттєвих проблем при проектуванні, зведенні та експлуатації цих об'єктів.

Таким чином, необхідність урахування спільної роботи конструкцій будівель і споруд з ґрунтовими основами в розрахункових моделях очевидна, особливо для складних інженерно-геологічних умов.

Проблеми коректного теоретичного моделювання процесів статичної та динамічної, проведення розрахунків та натурних випробувань будівельних конструкцій будівель та споруд виникають при проектуванні, будівництві, реконструкції, обстеженні та діагностиці стану будівельних об'єктів.

Основною проблемою моделювання будівельних конструкцій є надзвичайна складність їх адекватного опису, яке дозволило б розрахувати параметри НДС на будь-якій стадії роботи від виготовлення до руйнування або вичерпання терміну експлуатації.

Це пов'язано як з нестачею інформації про параметри роботи конкретної конструкції при різних впливах, у різних розрахункових ситуаціях, у різні часові проміжки її життєвого циклу, так і з необхідністю складання прогнозу виникнення тих чи інших розрахункових ситуацій. Недолік такої інформації, часто не завжди обґрунтовано, компенсується довільним вибором розрахункової ситуації відповідно до принципу моделювання в запас несучої здатності. Однак не завжди вибір такої розрахункової ситуації очевидний, що може призвести до некоректних результатів розрахунку.

Проблеми формування адекватних розрахункових моделей при статичних і динамічних впливах часто пов'язані з необхідністю забезпечення необхідної міцності, стійкості, надійності об'єкта, що розраховується, при різних розрахункових ситуаціях в стадіях проектування, зведення, експлуатації,

реконструкції, а також можливих аварійних ситуацій, зменшення рівня вібрації будівельних конструкцій з метою підвищення комфорту людей, що знаходяться на них, поліпшення умов роботи технологічного обладнання, а також зниження статичних і динамічних напружень і ймовірності виникнення явища втоми при роботі будівельних конструкцій на витривалість.

Одним з методів оцінки адекватності застосовуваних розрахункових моделей і результатів їх розрахунку є зіставлення з результатами експериментальних досліджень або натурних обстежень будівельних об'єктів.

У зв'язку з цим в останні роки обстеження та оперативна діагностика стану існуючих будівельних конструкцій стають одним з основних видів робіт через необхідність забезпечення безаварійної експлуатації будівель і споруд, термін служби конструкцій у яких або закінчується, або вже минув.

Вихідна деформована схема об'єкта, що включає попередні деформації і застосовується як розрахункова модель, використовується для врахування можливих (при проектуванні, зведенні) або фактичних (при експлуатації, реконструкції, моніторингу) деформацій, викликаних нерівномірними осіданнями основ. Для отримання деформованої моделі передбачено три можливості:

– коригування геометричної схеми розрахункової моделі за даними натурального обстеження (для експлуатованих будівель та споруд) або за результатами розрахунку прогнозованих перекосів та кренів (для проєктованих будівель та споруд);

- збереження деформованої схеми розрахункової моделі МСЕ (або інших методів, що дозволяють враховувати в статиці та динаміці «великі» деформації, які складно моделюються в МСЕ), отриманої в результаті статичного розрахунку системи «будівля (споруда) – основа», як вихідних даних для наступного етапу розрахунку за спеціальним алгоритмом (зауважимо, що для врахування відомих сьогодні геометричних, фізичних і навіть конструкційних нелінійностей, які іноді дуже істотно впливають на процеси, що описують найбільш складні ґрунтові умови та процеси зривів і просадок, статико-

динамічна модель взаємодії з основою може бути значно спрощена для отримання основних параметрів НДС, що визначають ситуацію несучих навантажень об'єкта);

– перетворення переміщень вузлів моделі, отриманих при розрахунку системи «будівля (споруда) – основа» МСЕ, в еквівалентні навантаження, реалізована в деяких, у тому числі і скінчено-елементних, ПК (наприклад, LIRA-Windows, SCAD Office), та виконання подальших розрахунків з використанням завантаження, що враховує передісторію силового і деформаційного навантаження системи.

З наведених способів завдання попередніх деформацій перші два враховують лише переміщення вузлів моделі, що дозволяє отримати тільки додаткові зусилля та напруги, але не враховує накопичені за час експлуатації. І лише третій спосіб дає повну картину НДС конструкцій будівлі (споруди), враховуючи передісторію його навантаження, коли поточна реакція конструкцій будівлі (споруди) на зовнішні впливи накладається на його напружений стан, що виникла в результаті дії нерівномірних деформацій ґрунтової основи. Це обґрунтовано може трактуватись як урахування генетичної нелінійності.

До кожного класу об'єктів нормовані граничні значення нерівномірності деформацій, причому залежно від структури чи типу об'єкта нормуються прогини, осідання, перекося і крени. Таким чином, деформовані будівлі та споруди, попередні деформації яких не досягли граничних нормативних значень, вважаються придатними до нормальної експлуатації та використовуються як об'єкти дослідження.