

Р.О. ТИМЧЕНКО, д-р техн. наук, професор, Д.А. КРИШКО, канд. техн. наук, ст. викладач, Д.Г. БРОНОВ, магістрант, Криворізький національний університет

### **КРЕН ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ**

Важливим фактором для висотних будівель є його крен. У більшості будівельних норм зарубіжних країн гранично допустимий крен приймається в межах від 0,002 до 0,003. Додаткове нерівномірне осідання від випадкової неоднорідності ґрунту може скласти 10-15%, або 3-5 см при загальній величині осідань 30 см.

Додаткове нерівномірне осідання може розвинутиися також в результаті несиметричного додаткового навантаження, наявності захисної конструкції котловану, навантаження сусідніх площ і інших факторів. На основі даних зі спостереження за висотними будівлями встановлено такі граничні величини деформацій: максимальне осідання - 10-14 см; крен - 1:800; прогин фундаментної плити - 1:500.

У зв'язку тим що в процесі будівництва кожен поверх зводиться вертикально, при поступовому зростанні нерівномірного осідання фундаменту вигнута поверхня каркасу будівлі складається з вигином у бік крену. Характерним прикладом цього є Пізанська вежа, крен якої з'явився ще під час її зведення. У геотехніці крен обчислюють як максимальне значення нерівномірного осідання крайніх точок фундаменту. Для конструкцій будівлі крен – це відношення їх горизонтального переміщення до висоти будівлі, вимірюваної від підшови фундаменту до місця визначення крену. З огляду на вигин будівлі, що утворився під час будівництва, крен за висотою буде змінюватися, а максимальне його значення необов'язково буде на верху будівлі. При цьому величина вигину буде залежати від кінцевого нерівномірного осідання крайніх точок фундаменту, швидкості будівництва і швидкості ущільнення ґрунту.

Таким чином, на основі виконаного аналізу можна зробити висновок, що при нахилі, що визначається за нерівномірним осіданням крайніх точок фундаменту і дорівнює 0,001, ніяких проблем з будівлею, що споруджується відбуватися не буде. При нахилі 0,002, будуть потрібні рихтування ліфтового обладнання та зрізка частини бетону ліфтових шахт. При крені 0,003 – те саме, що і при нахилі 0,002, плюс до цього з'явиться необхідність ремонту зовнішнього скління, а несучі конструкції повинні будуть виконуватися після отримання будівлею не менше 50% максимального крену. Здійснення останніх заходів вимагає, по-перше, виконання прогнозу не тільки кінцевого осідання будівлі, а й розвитку його в часі; по-друге, проведення моніторингу як для визначення фактичного осідання фундаменту і крену конструкцій будівлі, так і для уточнення результатів прогнозу шляхом зворотних розрахунків. При більшому крені будівлі виникають тріщини в несучих конструкціях ядра жорсткості, можливе руйнування будівлі.

Крен будівлі залежить від випадкової неоднорідності основи і визначається чисельним розрахунком. Нерівномірні деформації основи слід враховувати навіть в разі рівномірного осідання фундаменту на природній основі відповідно до результатів розрахунку. Випадковий крен висотної будівлі залежить від характеристик ґрунту (головним чином – модуля деформації), величини середнього осідання і глибини стиснутої товщини.

Тому при проектуванні фундаментів висотних будівель допустиме осідання фундаменту повинне знижуватися зі збільшенням поверховості будівлі. Випадковий ексцентриситет прикладання навантаження, так само як і випадкова неоднорідність ґрунту, повинні враховуватися при проектуванні.

При цьому найбільш доцільно цей облік виконувати шляхом обмеження граничної величини середнього осідання і введення коефіцієнта надійності за ґрунтом при визначенні модуля деформації ґрунту.

Остаточні граничні величини осідань і їх нерівномірність повинні прийматися за результатами спільного розрахунку системи «основа – фундамент - споруда».

У зв'язку із зазначеною концентрацією навантаження в найбільш жорстких елементах з метою виключення нерівномірної деформації фундаменту і, як наслідок, крену будівлі, при проектуванні конструкцій висотних будинків слід усі жорсткі елементи розташовувати в центрі будівлі симетрично центральній осі. З іншого боку, перерозподіляючи елементи жорсткості, можна домогтися вирівнювання осідань будівлі.

Доповідь присвячено проблемі виникнення крену та нерівномірних осідань при зведенні висотних будівель.