

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ВИСОТНОГО БУДИНКУ ЗА РАХУНОК ВРАХУВАННЯ ҐРУНТОВОЇ ОСНОВИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано вплив на параметри напружено-деформованого стану надземних конструкцій врахування характеристик ґрунтової основи з урахуванням сейсмічного впливу інтенсивністю 7 балів. Виконано числове моделювання тривимірної комп'ютерної моделі багатоповерхової кам'яно-каркасної будівлі в середовищі програмного комплексу «ЛІРА-САПР»; на основі результатів числового моделювання запропоновано ряд конструктивних рішень для підвищення надійності будівлі, які було виявлено в системі «ґрунт – основа – фундаменти – надземна частина будівлі»

Ключові слова: ґрунтова основа, напружено-деформований стан, несуча спроможність, сейсмічний вплив, багатоповерхова будівля, будівельні державні норми, розрахункові ситуації, числове моделювання, комп'ютерні моделі.

Abstract

The influence of taking into account the characteristics of the soil base, taking into account the seismic impact with an intensity of 7 points, on the parameters of the stress-strain state of above-ground structures was analyzed. Numerical modeling of a three-dimensional computer model of a multi-storey reinforced concrete stone-frame building was performed in the environment of the "LIRA-SAPR" software complex. Based on the results of numerical modeling, a number of constructive solutions were proposed to increase the reliability of the building, which were identified in the system "soil - base - foundations - above-ground part of the building".

Keywords: soil base, stress-strain state, bearing capacity, seismic impact, multi-storey building, state construction standards, design situations, numerical modeling, computer models.

При проектуванні будинків в сейсмічних районах повинні бути враховані вимоги, викладені в ДБН [3].

Зокрема, жорсткість будівлі повинна бути такою, щоб перекося поверхів від сейсмічних впливів не перевищували допустимих значень, а для визначення зусиль в несучих елементах конструкцій слід враховувати таку кількість форм власних коливань споруди, при якому сума модальних мас була б не менше 85% при горизонтальних впливах і не менше 75% при вертикальних впливах.

За результатами вивчення та аналізу наслідків руйнівних землетрусів виявляють існуючі недоліки в поширених підходах сейсмостійкого проектування [1], зокрема щодо визначення інтенсивності (напрямку, амплітудно-частотних характеристик, тривалості тощо) розрахункового сейсмічного впливу та врахування його у поєднанні із іншими навантаженнями і впливами, що діють на конструкції будівель і споруд в процесі експлуатації, а також не врахування ґрунтових основ в розрахункових схемах при сейсмічних впливах.

Врахування ґрунтової основи в розрахункових схемах наземного каркасу будівлі дозволяє виявити та врахувати наявний взаємовплив основи на наземну частину будівлі та навпаки.

При врахуванні ґрунтової основи в розрахунковій схемі було виявлено відмінності в характері розподілу та величин зусиль, напружень в елементах розрахункової схеми порівняно з варіантом без врахування основ.

При виконанні модального аналізу було встановлено, що при врахуванні ґрунтової основи період основного тону коливань дещо збільшився (до 10%), та кількість необхідних форм коливань для врахування необхідної кількості мас теж зросла.

Критерієм міцності залізобетонних конструкцій може служити необхідний коефіцієнт їх армування при невідгнаних поєднаннях розрахункових зусиль. В рамках цього дослідження було прийнято, що для виключення крихкого руйнування залізобетонних елементів, армування їх не повинно перевищувати:

3% - для колон, сердечників і ригелів;

4% - для стін;

2.5% - для перекриттів.

Критерієм міцності цегляних стін є стискаючі, розтягуючі та дотичні напруження в кладці.

Результати розрахунків з врахуванням ґрунтової основи секції №1 показали, що навантаження на палі при сейсмічних впливах перевищує несучу здатність палі, встановлену за результатами натурних випробувань палей [3], що дорівнює 120 т. Що зумовило в рішенні про збільшення кількості палей, а також відповідного корегування в плані розташування пальового поля.

Попередні розрахунки показали, що в ряді цегляних стін 1-2 поверхів стискаючі напруження перевищують гранично допустиме значення - 257,9 т/м². У ряді цегляних стін 12-13 поверхів розтягуючі напруження перевищують гранично допустиме значення - 12 т/м².

При аналізі характеру розподілу напружень в кладці прийнято рішення додати вертикальні залізобетонні сердечники перетином 400х400 мм по всій висоті будівлі на перетині осей В/1-7/1, а також збільшити товщину стіни по осі К/1 до 510 мм.

ВИСНОВКИ

За результатами розрахунку системи «основа-фундаменти будівлю» можна зробити наступні висновки:

1. Врахування ґрунтових основ в розрахункових схемах надає можливість з більшою ймовірністю відповідності надійності приймати інженерні рішення, як для надземної частини будівлі так і фундаментів та основ. Після врахування в розрахунковій схемі ґрунтових умов та введення згаданих вище коригувань отримано наступні інженерні рішення:

- навантаження на палі при основних сполученнях не перевищують розрахункову величину несучої здатності палей при їх роботі на стиск, тобто $N_{\min} = -108.09 \text{ тс} < N_d = -216.84 \text{ тс}$.

- навантаження на палі при особливих поєднаннях з урахуванням сейсмічних впливів не перевищують розрахункову величину несучої здатності палей при їх роботі на стиск, тобто $N_{\min} = -182.57 \text{ тс} < N_{\text{eq}} = -180.72 * 1.3 = 234.9 \text{ тс}$;

- висмикуючі навантаження в палях при основних і аварійних сполученнях навантажень відсутні;

- прийнята довжина палей 17.4 м із заглибленням в шар ІГЕ-6 на 1.0 м, кількість палей рівна 371 шт., їх розстановка в плані будівлі забезпечують сприйняття граничних вертикальних навантажень;

- відсоток армування палей не перевищує 1.46%;

- коефіцієнт, що враховує зниження несучої здатності палей при сейсмічних впливах $K_{\text{eq}} = 0.83$;

- поперечний крен будівлі при варіанті основного завантаження на дію вертикальних навантажень складає $i = 0.0006$, що не перевищує гранично допустимого значення $[i] = 0.005$ відповідно до положень нормативного документа [3].

2. Цегельну кладку стін армувати арматурними сітками не менше ніж через 700 мм по висоті відповідно до вимог п. 3.10.11 ДБН [3].

3. Величина армування несучих залізобетонних елементів не перевищує значень, що пред'являються до них нормативними документами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Німчинов Ю. І. Сейсмостійкість будівель та споруд. В двох частинах. – К: Гудименко С.В., 2008. – 480 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006 Навантаження і впливи. Норми проектування. – К.: Мінбуд України, 2006 р. – 75 с.
3. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014 р. – 117 с.
4. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. – К.: Мінрегіон України, 2018 р. – 36 с.
5. ДБН В.1.2-6:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість. – К.: Мінрегіон України, 2021 р. – 59 с.
6. ДСТУ-Н Б EN 1998-1:2010 Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 1. Загальні правила, сейсмічні дії, правила щодо споруд (EN 1998-1:2004, IDT).
7. ПК «ЛІРА-САПР» 2017. Керівництво користувача. Приклади для навчання. Піл ред. академіка АН України О. С. Городецького. — Електронне видання: 2017 р. – 535 с.

Романов Владислав Едуардович – студент гр. Б-23 м, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Андрухов Валерій Михайлович — к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**INCREASING THE ACCURACY OF DETERMINING THE PARAMETERS OF THE
STRESS-DEFORMATION STATE OF A HIGH-RISE BUILDING BY TAKING INTO
ACCOUNT THE SOIL BASE**

Vladyslav ROMANOV — student group B-23 m, Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Valeriy ANDRUKHOV — Ph.D., Associate Professor of the Department of Construction, Urban Management and Architecture, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

