

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВЕРТИКАЛЬНОЇ СКЛАДОВОЇ СЕЙСМІЧНИХ КОЛИВАНЬ НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН КОНСТРУКЦІЙ КАРКАСУ БАГАТОПОВЕРХОВОЇ ЗАЛІЗОБЕТОННОЇ БУДІВЛІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано аналіз результатів числового моделювання тривимірної комп'ютерної моделі багатоповерхової залізобетонної каркасної будівлі з використанням програмного комплексу «ЛІРА» за лінійно-спектральною теорією та прямим динамічним методом. Проаналізовано вплив на параметри напружено-деформованого стану конструкцій вертикальної складової сейсмічних коливань. Підтверджено необхідність врахування цього фактору для забезпечення сейсмостійкості багатоповерхових каркасних будівель при можливих сейсмічних впливах.

Ключові слова: багатоповерхова будівля, напружено-деформований стан, сейсмічний вплив, вертикальна складова

Abstract

The results of numerical modeling of a three-dimensional computer model of a multi-storey reinforced concrete frame building using the software complex "LIRA" by linear-spectral theory and the direct dynamic method are performed. The influence of the vertical component of seismic oscillations on the parameters of the stress-strain state of structures is analyzed. The necessity of taking into account this factor to ensure seismic resistance of multi-storey frame buildings under possible seismic influences is confirmed.

Keywords: multi-story building, stress-strain state, seismic impact, vertical component

Проектуючи сейсмостійкі конструкції основну увагу приділяють горизонтальним коливанням, що виникають при землетрусах; вплив вертикальних коливань вважають неважливими або другорядними.

Відповідно до ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України» [1] вертикальну складову сейсмічного впливу необхідно враховувати у розрахунках лише окремих конструкцій, зокрема:

- великопрольотних горизонтальних (чи близьких до них похилих) конструкцій (ферм, арок, мостових прогонів);
- будівель і споруд жорсткої або комбінованої конструктивних схем за наявності значної нерівномірної деформативності ґрунтів основи;
- несучих стін з кам'яної кладки;
- фундаментів будівель і споруд при перевірці на стійкість проти перекидання і ковзання;
- сейсмоізованих будівель і споруд.

Аналогічні положення містяться в нормах сейсмостійкого проектування Європейського Союзу – Єврокод 8 [2]. При цьому необхідність врахування вертикальної складової залежить від інтенсивності сейсмічного впливу - вертикальна компонента коливань приймається до уваги при розрахункових прискореннях більших ніж $0,25g$ ($2,5 \text{ m/s}^2$), що відповідає 8 балам за шкалою сейсмічної інтенсивності [3]. Обов'язковим є врахуванням всіх компонент сейсмічного впливу (в тому числі вертикальної) у розрахунках об'єктів атомної енергетики [4].

Аналіз наслідків та інструментальних записів сейсмічних подій свідчить про те, що вертикальні коливання мають великий руйнівний потенціал, особливо для певних ґрунтових умов майданчика [5]. Основною характеристикою, яку розглядають при аналізі вертикальних сейсмічних коливань, є відношення вертикального та горизонтального прискорень (V/H). В нормативних документах [1, 2] значення V/H традиційно приймається рівним 0,67 - 0,7. Результати досліджень останніх років свідчать про те, що ця величина не є постійною і значним чином залежить від основного періоду коливань ґрунту, місцевих ґрунтових умов площадки розміщення та відстані від осередку сейсмічних впливів. Залежність від магнітуди (інтенсивності) сейсмічних коливань є значно меншою.

Врахування в розрахунках вертикальної компоненти сейсмічних впливів призводить до неоднозначної реакції будівель, величин зусиль в елементах та ступеню отриманих пошкоджень. В окремих випадках ці параметри не змінюються або змінюються незначним чином, в інших - значно погіршуються.

В дослідженні проаналізовано положення нормативних документів України [1] та Єврокоду 8 [2], вітчизняних та закордонних наукових публікацій, присвячених вивченню впливу вертикальної складової сейсмічного впливу на сейсмічну реакцію та параметри напружено-деформованого стану (НДС) конструкцій при інтенсивних сейсмічних впливах.

Розглянуто багатоповерхову будівлю за рамно-в'язевою конструктивною схемою із використанням залізобетонного каркасу, що проектується для будівництва у сейсмічному районі України. На основі розрахунку просторової комп'ютерної моделі з використанням програмного комплексу «ЛПРА», отримано параметри НДС несучих конструкцій при сейсмічному впливі інтенсивністю 7 - 9 балів, заданому за спектральним та прямим динамічним методами ДБН В.1.1-12 [1]. Виконано порівняння параметрів сейсмічної реакції (частот коливань, перекосів поверхів) та НДС конструкцій, отриманих за результатами розрахунків без та з урахуванням вертикальної складової сейсмічного впливу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінрегіонбуд України, 2014 р. – 117 с.
2. 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).
3. ДСТУ Б В.1.1-28: 2010. Шкала сейсмической интенсивности. - К.: Минрегион Украины, 2010.
4. Бирбраер А.Н. Расчет конструкций на сейсмостойкость. – СПб.: Наука, 1988. – 255 с., ил. 70
5. Harrington C., Liel A. Collapse assessment of moment frame buildings, considering vertical ground shaking// Earthquake Engineering & Structural Dynamics 45(15) · July 2016. DOI: 10.1002/eqe.2776.

Андрухов Валерій Михайлович – к.т.н., доцент, Вінницький національний технічний університет, e-mail: ymandruchov@gmail.com;

Сидорук Євген Іванович – студент 2 курсу, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Andruchov Valery M. – PhD, Associate Professor, Vinnytsia National Technical University, e-mail: ymandruchov@gmail.com;

Sydoruk Yevhen. I. — student, Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia city.