

## **ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМ ПІДВИЩЕННЯ СЕЙСМОСТІЙКОСТІ ІСНУЮЧИХ КАМ'ЯНИХ БУДІВЕЛЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРИБУДОВИ ТА ВБУДОВИ КАРКАСУ**

Яновський О.О.

Київський національний університет будівництва і архітектури,  
м. Київ, Україна

**АНОТАЦІЯ:** В статті розглянуто та обґрунтовано можливість і ефективність використання прибудови та вбудови залізобетонного каркасу для реконструкції та підсилення кам'яних будівель в умовах сейсмонебезпеки.

**АННОТАЦИЯ:** В статье рассмотрены и обоснованы возможность и эффективность использования пристройки и встройки железобетонного каркаса для реконструкции и усиления каменных зданий в условиях сейсмоопасности.

**ABSTRACT:** The article deals with and substantiated possibility and efficiency the use of extension and insertions of reinforced concrete frame for the reconstruction and strengthening of masonry buildings in seismic hazard.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ефективність, прибудова, залізобетонний каркас, реконструкція, кам'яна будівля, сейсмостійкість.

За даними статистики в Світі землетруси становлять 15% від всіх природних катастроф, але характеризуючи людські та матеріальні втрати вони впевнено посідають першу сходинку. Кам'яні будівлі, в силу низької міцності кладки на розтяг, є одними з найбільш вразливих до впливів землетрусів. Навіть з урахуванням наявних заходів, спрямованих на підвищення сейсмостійкості вони можуть мати клас вразливості лише до рівня С згідно [1]. А, наприклад, великопанельні будівлі без антисейсмічних заходів відповідають класу D(C).

У зв'язку з введенням в дію ДБН В.1.1-12:2006 [2] у 2007 році в багатьох районах України була збільшена нормативна сейсмічна інтенсивність можливих землетрусів, в окремих випадках з 6 до 8 балів. В результаті виникає невідповідність існуючих конструктивних рішень будівель діючим нормам, що несе загрозу людському життю та майну. Очевидним вирішенням проблеми є заходи по приведенню таких будівель у відповідність до нормативних вимог шляхом реконструкції.

Для планування обсягів і завдань дослідження питання використання прибудови та вбудови залізобетонних каркасів для підвищення сейсмостійкості існуючих кам'яних будівель слід проаналізувати наявну літературу та дослідження з даного напрямку. Сьогодні існує цілий ряд інженерних рішень щодо підвищення сейсмостійкості кам'яних будівель, але досвід використання повноцінних каркасів з вищезгаданою метою досить незначний. Щодо використання повноцінних каркасів в Україні варто вказати на напрям, що розвивається, а саме підвищення сейсмостійкості разом з надбудовою поверхів. Підсилення вищезгаданим методом в Україні та поза її межами представлено ліченими пілотними проектами. На разі широкому колу доступна мінімальна кількість даних про принципи розрахунку та сумісну роботу будівлі та додаткових конструкцій при сейсмічних впливах, про відповідні конструктивні рішення. На жаль, не має даних про поведінку системи будівля – прибудовані(вбудовані) конструкції з можливою надбудовою в умовах реального землетрусу. Звідси постають чіткі проблеми, а саме, необхідність дослідження особливостей розрахунку таких систем на сейсмічні впливи, необхідність дослідження конструктивних рішень для забезпечення їх оптимальної роботи та визначення меж ефективності застосування таких надбудов.

У пострадянському просторі існує велика кількість робіт по підвищенню сейсмостійкості кам'яних будівель, котрі пропонують нам значну кількість рішень з використанням в т.ч. залізобетону. До таких рішень належать: влаштування монолітних залізобетонних антисейсмічних поясів, влаштування сорочок та обійм, підсилення вбудованими та прибудованими залізобетонними стійками та стінками та ін., детально розглянуті в [3-6 та ін.]. Хоча питання використання повноцінних каркасів в вищезгаданих джерелах не розглядається, в деяких рішеннях фактично запропоновано складові елементи можливого найпростішого такого каркасу.

З метою ефективного перетворення міст Криму «КримНДПроект» було розроблено метод надбудови «Фламінго». Хоча спочатку метод і був розроблений не з метою підвищення сейсмостійкості, такий потенціал був у ньому знайдений і попередньо та фрагментарно досліджений в роботі [7].

Метою статті є узагальнення та аналіз наявних даних про реконструкцію кам'яних будівель з використанням прибудови та вбудови залізобетонного каркасу, в т.ч. для підвищення їх сейсмостійкості, та ефективність такої реконструкції, а також планування подальших досліджень за даною темою.

Аналізуючи напрацювання в напрямку реконструкції існуючих будівель, визначається узгодженість авторів у питанні поєднання підсилення з надбудовою. Взявши до уваги поширеність застарілих з різних причин фондів нерухомості у Державі та обмеженість прямого економічного ефекту від просто його капітального ремонту або підсилення, використання надбудови вабить можливість отримання додаткової житлової площі, що потребує менших витрат на комунікації, дозволи, фундаменти і т.д. у порівнянні з новим будівництвом.

В Україні і Світі на сьогодні активно розвивається та практикується реконструкція з надбудовою. Враховуючи, що запас міцності існуючих будівель дозволяє, як правило, надбудувати незначну кількість поверхів, вже досить довго використовують частково або повністю розвантажуючи каркаси. Досвід України у даному напрямі значний і представлений як великою кількістю друкованих праць, так і реалізованих проєктів по всій території.

Щодо застосування таких прибудов з метою підвищення опору будівлі сейсмічним впливам варто відмітити слабку розвиненість питання. В наявній літературі з підсилення та реконструкції будівель у сейсмонебезпечних територіях зустрічаються лиш поодинокі згадування використання каркасів. Наявні джерела або розглядають рішення попередньо або стосуються сталевих каркасів.

Попередні початкові дослідження та розрахунки використання прибудови та вбудови залізобетонних каркасів для реконструкції кам'яних будівель з підвищенням їх сейсмостійкості представлені в роботах [8, 9]. Незважаючи на низьку опрацьованість, даний напрям реконструкції з підвищенням сейсмостійкості є досить перспективним та ефективним як у технічному, так і у економічному плані.

Технічна ефективність такого рішення може бути обґрунтована наступними факторами [8, 9]:

- можливістю передавання та перерозподілу значних розтягуючих зусиль у кладці на елементи каркасу, більш до цього пристосованого;
- можливістю влаштування в'язей у комірках нового каркасу для розвантаження існуючих конструкцій при дії горизонтальних сейсмічних сил;
- можливістю використання нового зовнішнього та внутрішнього каркасу для надбудови додаткових поверхів;
- можливістю контурного підвищення жорсткості дисків перекриття та покриття для перерозподілу сейсмічних навантажень.

Соціально-економічна ефективність досягатиметься за рахунок наступних факторів:

- прибудови каркасу є рішенням з мінімальним втручанням у житлові площі, що докорінно зменшує витрати на відселення мешканців та відновлення оздоблення;

- збільшення нормативного обмеження поверховості будівлі завдяки змінам в конструктивній схемі дає змогу отримати нові житлові площі в результаті надбудови.

- вартість отриманих житлових площ буде нижчою за рахунок економії на витратах на фундаменти, земельну ділянку, на влаштування комунікацій і т.п.;

- превентивне підсилення будівель з недостатньою сейсмостійкістю у більшості випадків є більш ефективним у порівнянні з їх відновленням після отримання значних пошкоджень і руйнувань після землетрусу, а також знижує ризик для життя та здоров'я людей, цінного майна.

Варто відмітити, що в сучасних умовах саме наявність прямого економічного ефекту забезпечує попит на пропонований метод підсилення.

Щодо економічного ефекту за попередніми підрахунками варіанту підсилення сейсмостійкості (з 7 до 8 балів) прибудовано-вбудованим залізобетонним каркасом 5-поверхової серійної житлової будівлі, розглянутого у роботі [8], вартість такої реконструкції склала 1 766 900 грн. (на момент підрахунку). В той же час вартість будівництва нового аналогічного за площею каркасно-монолітного житлового будинку з розрахунковою сейсмостійкістю в 8 балів склала 9 132 700 грн. Тобто для держави з обмеженими ресурсами суттєво більш економічно та соціально ефективним може бути превентивне підсилення будівель з недостатньою сейсмостійкістю запропонованим методом, ніж нове відповідне будівництво.

Попередній розгляд показав, що рішення є ефективним та перспективним, але вивчене недостатньо. Поставлені наступні завдання дослідження:

- визначити та класифікувати характерні архітектурно-будівельні рішення кам'яних будівель різного призначення на сейсмонебезпечних територіях України.

- дослідити особливості напружено-деформованого стану кам'яних будівель, підсилених залізобетонним каркасом з різними параметрами, при дії сейсмічних навантажень.

- сформулювати вимоги до основних конструктивних рішень прибудованого та вбудованого залізобетонного каркасу та вузлів його з'єднання з будівлею.

- визначити межі ефективного використання запропонованих рішень, в т.ч. поверховість, габарити, конструктивні особливості підсилюваних будівель, сейсмічність районів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Шкала сейсмічної інтенсивності: ДСТУ Б В.1.1-28:2010. – [Чинний від 2011-10-01]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 79 с. – (Національний стандарт України).
2. Будівництво у сейсмічних районах України: ДБН В.1.1 – 14:2014 / науковий керівник Ю.І. Немчинов. - [Чинні від 2014-10-01]. – К.: Мінрегіон України, 2014. - VI, – 110 с. – (Будівельні норми України).
3. Мальганов А.И. Оценка состояния и усиление строительных конструкций реконструируемых зданий: атлас схем и чертежей / Мальганов А.И. – Томск: Томский ЦНТИ, 1991. – 309 с.
4. Мальганов А.И. Восстановление и усиление ограждающих строительных конструкций зданий и сооружений: учебное пособие / Мальганов А.И., Плевков В.С. – Томск: Печатная мануфактура, 2002. – 391 с.
5. Повышение сейсмостойкости зданий: Серия 0.00 – 2.96с. / [Айзенберг Я.М., Чигрин С.И., Черкашин А.В., Минаков С.А.]. – М.: ЦНИИСК им.Кучеренко, 1996. – Выпуск 0-1: Каменные и кирпичные здания. Материалы для проектирования. – 82 с.
6. Мартемьянов А.И. Восстановление сооружений в сейсмических районах / Мартемьянов А.И. – М.: Стройиздат, 1990. – 264 с.
7. Морозова Е.В. Исследование работы системы «здание - надстройка» при сейсмических воздействиях расчетной интенсивности / Морозова Е.В. // Збірник наукових праць Українського науково-дослідного та проектного інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського. – 2009. – № 3. – С. 200–209.
8. Хохлін Д.О. Реконструкція кам'яних будівель в умовах сейсмонебезпеки з використанням прибудови та вбудови залізобетонного каркасу / Хохлін Д.О. // Коммунальное хозяйство городов: научно-технический сборник Харьковского национального университета городского хозяйства имени А.Н. Бекетова. – 2013. – № 110. – С. 17–22.
9. Таиров Э.Э. Реконструкция типовых 5-ти этажных крупноблочных зданий в сейсмоопасных районах Крыма / Таиров Э.Э. // Строительство и техногенная безопасность: сборник научных трудов. – 2007. – № 21. – С. 35–41.

## REFERENCES

1. The scale of seismic intensity: DSTU B V.1.1-28:2010. – [Valid from 2011-10-01]. - Kyiv: Minrehion Ukrainy [in Ukrainian], 2011. – 79 p.

2. Construction in seismic regions of Ukraine: State building codes B. 1.1–14: 2014. – Kyiv: Minbud of Ukraine, 2014 / scientific chief Yu.I. Nemchinov. - [Valid from 2014-10-01]. – K.: Minregion of Ukraine, 2014. - VI, – 110 p. – (Building norms of Ukraine).
3. Mal'ganov A.I. Assessment of the status and Reinforcement of building constructions of buildings under reconstruction: Atlas of diagrams and drawings / Mal'ganov, A.I., Plevkov, V.S., & Polishchuk, A.I. - Tomsk: Tomskij CNTI [in Russian], 1991. – 309 p.
4. Mal'hanov, A.Y. Recovery and strengthening of enclosing structures of buildings and structures: Textbook / Mal'hanov, A.Y., & Plevkov, V.S. - Tomsk: Pechatnaja manufaktura [in Russian], 2002. – 391 p.
5. Increasing seismic stability of buildings: Series 0.00 - 2.96s. / [Ajzenberg, Ja.M., Chigrin, S.I., Cherkashin, A.V., & Minakov, S.A.]. – M.: CNIISK n. Kucherenko [in Russian], 1996. – 82 p.
6. Martem'janov A.I. Restoration of structures in seismic regions / Martem'janov A.I. – M.: Strojizdat [in Russian], 1990. – 264 p.
7. Morozova E.V. Analysis of the system "building - superstructure" under seismic impacts with calculated intensity / Morozova E.V. // Collection of works of Ukrainian Scientific Research and Design Institute of steel constructions named after V.N. Szymanowski, 3, [in Russian], 2009. - P. 200-209.
8. Khokhlin D.O. Reconstruction of masonry buildings in conditions of seismic hazard using attached and embed reinforced concrete frames / Khokhlin D.O. // Municipal services of cities: Scientific and technical collection. - Vol.110, 2013. - P. 17-22.
9. Tairov Je. Je. Reconstruction of typical 5-storey large-block buildings in earthquake-prone areas of the Crimea / Tairov Je. Je. // Construction and technogenic safety: collection of scientific works. – Vol. 21, 2007. - P. 35-41 [in Russian].

Стаття надійшла до редакції 10.08.2015 р.