

О.І. ВАЛОВОЙ, канд. техн. наук, проф., В.Л. ОХРІМЧУК, аспірантка,  
Криворізький національний університет

## **ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПРОТЯЖНИХ КАМ'ЯНИХ БУДІВЕЛЬ В УМОВАХ СЕЙСМОНЕБЕЗПЕЧНИХ ТЕРИТОРІЙ**

Щороку на території України сейсмологи фіксують до 100 землетрусів з незначною магнітудою. За прогнозами вчених з інституту геофізики НАН України існує велика ймовірність землетрусу інтенсивністю до 9 балів за шкалою Ріхтера. Питання сейсмостійкості будівель останнім часом приділяється велика увага. Існуючі будівлі вимагають ретельного дослідження їх технічного стану і розробки ефективної схеми реконструкції та підсилення.

Метою дослідження є визначення та аналіз технічного стану існуючих протяжних кам'яних будівель, виявлення пошкоджень та дефектів конструкцій для оцінки необхідності підсилення їх сейсмостійкості.

Для оцінки технічного стану об'єктів дослідження застосовувалося натурне обстеження з фотофіксацією, аналіз наявної документації, планів.

Для оцінки технічного стану протяжних кам'яних будівель, що експлуатуються в умовах сейсмонезбезпечних територій було розглянуто декілька споруд в різних регіонах України: житловий будинок у м. Виноградів (Закарпатська обл.), будівля залізничного вокзалу у м. Козятин (Вінницька обл.) та адміністративна будівля ЦОСПП у м. Одеса. Вивчаючи питання забудови території України, можна зробити висновок, що значна частина протяжних кам'яних будівель була збудована до 1970-х років минулого століття. Це споруди різного призначення - промислові, житлові, адміністративні та ін. До них також належать архітектурно-історичні пам'ятки Одеси, Львова та інших міст. Вразливість протяжних кам'яних будівель до сейсмічних впливів, пошкодження конструкцій в процесі експлуатації, наявність технологічних процесів і великої кількості людей в разі землетрусу можуть стати причиною не лише значних матеріальних збитків, а і людських втрат.

У ході дослідження стану існуючих протяжних кам'яних будівель отримано результати, які підтверджують необхідність їх ретельного обстеження, підтвердженого розрахунками та розробки ефективних методів підсилення. З огляду на недостатнє вивчення проблеми постає багато нових задач для подальшого дослідження.

**Ключові слова:** сейсмостійкість, кладка, конструкція.

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Щороку на території України сейсмологи фіксують до 100 землетрусів з незначною магнітудою. За прогнозами вчених з інституту геофізики НАН України існує велика ймовірність землетрусу інтенсивністю до 9 балів за шкалою Ріхтера. Питання сейсмостійкості будівель останнім часом приділяється велика увага. У 2014 р. вийшов новий ДБН В.1.1-12-2014 «Будівництво у сейсмічних районах України», в який увійшли дані останніх досліджень і розробок. Це дозволить забезпечити сейсмостійкість об'єктів нового будівництва. Проте існуючі будівлі вимагають ретельного дослідження їх технічного стану і розробки ефективної схеми реконструкції та підсилення. Землетруси внаслідок дії високочастотних коливань являють найбільшу небезпеку для висотних будівель і споруд і тих, що мають в плані велику довжину. При визначенні сейсмічних впливів зазвичай виходять з припущення, що споруда коливається як система, в котрій на одному й тому ж рівні в будь-який момент часу всі точки плану знаходяться в однаковій фазі по переміщенням, швидкості і прискоренню при їх однаковій амплітуді. У дійсності, у зв'язку з тим, що проходження сейсмічних хвиль не миттєве, а відбувається з деякою кінцевою швидкістю, що залежить від густини ґрунту і характеристик конструкцій, різні ділянки основи по довжині будівлі коливаються асинхронно з різними величинами прискорень, що викликає в споруді додаткові поздовжні зусилля стиску-розтягу і горизонтального зсуву. При рівних інших умовах ці зусилля будуть тим більш ймовірними і суттєвими, чим більшою буде довжина будівлі. З огляду на це, особливо вразливими є кам'яні будівлі, оскільки кам'яна кладка добре працює на дію стискуючих зусиль і значно гірше сприймає зусилля розтягу, зсуву та вигину. На відміну від звичайних умов роботи кладки, коли вона в основному, сприймає статично діючі стискуючі навантаження з невеликими ексцентриситетами, при сейсмічних діях в кладці стін виникають різноманітні сполучення динамічних навантажень (в тому числі таких, що викликають вигин, зсув та розтягнення).

**Аналіз останніх досліджень.** Питання визначення і підвищення сейсмостійкості будівель і споруд висвітлено у роботах В.В. Болотіна, Дж. Борджеса, Дж. Блюма, Я.М. Айзенберга, Л.Ш. Килимника, К.В. Єгупова, Ю.І. Немчинова, І.Л. Корчинського, А. Я. Барашикова та ін. На сьогодні в Україні і світі активно ведеться робота з удосконалення методів розрахунку конструкцій на дію сейсмічних впливів і підвищення сейсмостійкості існуючих будівель і споруд. Проте

варто відмітити, що питання оцінки і підвищення сейсмостійкості протяжних кам'яних будівель вивчено недостатньо і потребує подальших досліджень.

**Постановка мети і задач дослідження.** Метою дослідження є визначення та аналіз технічного стану існуючих протяжних кам'яних будівель, виявлення пошкоджень та дефектів конструкцій для оцінки необхідності посилення їх сейсмостійкості.

**Методика досліджень.** Для оцінки технічного стану об'єктів дослідження застосовувалося натурне обстеження з фотофіксацією, аналіз наявної документації, планів.

**Результати досліджень.** Для оцінки технічного стану протяжних кам'яних будівель, що експлуатуються в умовах сейсмонебезпечних територій було розглянуто декілька споруд в різних регіонах України: житловий будинок у м. Виноградів (Закарпатська обл.), будівля залізничного вокзалу у м. Козятин (Вінницька обл.) та адміністративна будівля ЦОСПП у м. Одеса.

1. Житловий будинок на чотири під'їзди у м. Виноградів по вул. Корятівича, 7 (рис. 1) - це прямокутна будівля з розмірами у плані 12,5×68 м, п'ятиповерхова з підвалом. Рік забудови - 1954.

Основні конструктивні рішення:

фундаменти - стрічкові, з фундаментних бетонних блоків;

зовнішні і внутрішні стіни, перегородки - цегляні;

перекриття - дерев'яне по залізобетонним балкам;

сходи - двохмаршові, із збірних залізобетонних елементів;

дах - суміщений із зовнішнім організованим водовідведенням атмосферних опадів.



**Рис. 1.** Зовнішній вигляд житлової будівлі у м. Виноградів Закарпатської області

Конструкції будинку знаходяться у задовільному стані.

Зовнішні стіни мають пошкодження захисного штукатурного шару, ділянки систематичного замокання стін з подальшим розморожуванням та відколами шару цегли, наявні тріщини в опорядженні внутрішніх стін і перегородок (рис. 2).

2. Будівля залізничного вокзалу у м. Козятин розташована за адресою: вул. Привокзальна, 1 (рис. 3).



**Рис. 2.** Відколи цегли зовнішніх стін житлового будинку



**Рис. 3.** Зовнішній вигляд будівлі вокзалу зі сторони головного фасаду (вздовж Київської платформи)

Будівля двоповерхова з підвалом, побудована в три етапи: в XIX столітті зведена центральна частина будівлі; на початку XX століття прибудована одноповерхова частина, розмірами в плані 15×50 м, вздовж Шепетівської платформи; в 60-ті роки XX століття прибудована двоповерхова частина будівлі вздовж Київської платформи.

Основні конструктивні рішення:

фундаменти - по периметру - цегляні;

зовнішні і внутрішні стіни, перегородки - цегляні;

перекриття - дерев'яне по дерев'яним балкам;

сходи - двохмаршові, із збірних залізобетонних елементів;

дах - двоскатний з горищем по дощатій обрешітці, товщиною 25 мм із зовнішнім організованим водовідведенням атмосферних опадів.

Конструкції будівлі знаходяться у непридатному до нормальної експлуатації стані  
Фундаменти мають пошкодження цегляної кладки в нижній частині з відколами фактурного шару цегли головного та дворового фасадів (рис. 4).



Рис. 4. Пошкодження конструкцій будівлі вокзалу

При візуальному обстеженні виявлені наступні масові дефекти та пошкодження зовнішніх стін будівлі: відпадання та тріщини захисного штукатурного шару, ділянки систематичного замокання стін з подальшим розморожуванням та відколами фактурного шару цегли, наявні тріщини стін по фасадах будівлі, руйнування цегляної кладки стін на окремих ділянках, тріщини цегли стін, тріщини, в т.ч. наскрізні та пошкодження внутрішніх стін і перегородок.

В перекриттях виявлені масові тріщини, відпадиння захисного штукатурного шару стелі, трухлявість, розсихання та розтріскування дерев'яного перекриття II-го поверху.

Конструкції даху та покрівлі також мають дефекти у вигляді трухлявості, зволоженні дерев'яної кровляної системи даху. Наявні пошкодження металевих елементів системи зовнішнього водовідведення з даху будівлі.

3. Адміністративна будівля у м. Одеса за адресою вул. Ніжинська, 44, має прямокутну конфігурацію, трьохповерхова з підвалом, введена в експлуатацію у 1960 році.

Основні конструктивні рішення:

фундаменти - стрічкові бетонні. Стаканного типу під колони;

зовнішні і внутрішні стіни, перегородки - цегляні;

перекриття - збірні залізобетонні плити;

сходи - двохмаршеві, із збірних залізобетонних елементів;

дах - багатоскатний із зовнішнім організованим водовідведенням атмосферних опадів.

Конструкції будівлі знаходяться в незадовільному стані.

Мають місце окремі тріщини в цоколі. В зовнішніх стінах будівлі наявний ряд тріщин, окремі з яких в максимальному розкритті досягають 1-3 см.

Тріщини мають ступінчастий характер, розташовані переважно в районі віконних отворів, над перемичками.

По фасадах, де відсутній шар захисного опорядження, спостерігається пошкодження цегляної кладки при замоканні, в процесі розморожування та вивітрювання.

Вивчаючи питання забудови території України, можна зробити висновок, що значна частина протяжних кам'яних будівель була збудована до 1970-х років минулого століття.

Це споруди різного призначення - промислові, житлові, адміністративні та ін.

До них також належать архітектурно-історичні пам'ятки Одеси, Львова та інших міст.

Вразливість протяжних кам'яних будівель до сейсмічних впливів, пошкодження конструкцій в процесі експлуатації, наявність технологічних процесів і великої кількості людей в разі землетрусу можуть стати причиною не лише значних матеріальних збитків, а і людських втрат.

**Висновки.** В ході дослідження стану існуючих протяжних кам'яних будівель отримано результати, які підтверджують необхідність їх ретельного обстеження, підтвердженого розрахун-

ками та розробки ефективних методів підсилення. З огляду на недостатнє вивчення проблеми постають наступні задачі дослідження:

визначення характерних конструктивних рішень будівель та їх класифікація;  
аналіз особливостей умов експлуатації, виявлення пошкоджень та дефектів характерних будівель;

розрахункові дослідження сейсмостійкості розглядуваних будівель;

вивчення напружено-деформованого стану будівель, встановлення його закономірностей;

визначення ефективних рішень з підвищення сейсмостійкості протяжних кам'яних будівель;

визначити техніко-економічну ефективність способів підсилення, що розглядаються.

Ці питання будуть реалізовані в подальших дослідженнях.

### *Список літератури*

1. Правила оценки физического износа жилых зданий: ВСН 53-86 (р). – М.: Стройиздат, 1988. – 65 с.
2. Положение по техническому обследованию зданий: ВСН 57-88 (р). – М.: Стройиздат, 1991. – 64 с.
3. Сейсмостойкое строительство зданий: учеб. Пособие для вузов / И.Л. Корчинский [и др.]; под. ред. И.Л. Корчинского. – М.: Высшая школа, 1971. – 317 с.
4. **Немчинов Ю.И.** Проблемы проектирования и строительства в сейсмоопасных районах Украины и основные направления развития норм по сейсмостойкому строительству. – К: НИИСК. – Режим доступа: [http://www.seism.org.ua/seism06-02\\_r.html](http://www.seism.org.ua/seism06-02_r.html).
5. Будівництво у сейсмічних районах України: ДБН В.1.1-12:2006. – Офіц. Вид.. – [На заміну ДБН В.1.1-12:2006; Чинні від 16.05.2014]. – К.: Укрархбудінформ: Мінбуд України, 2014. – 119 с.
6. **Егупов К.В.** Проблемы проектирования на сейсмостойкость протяженных и несимметричных сооружений / **К.В. Егупов** // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений.– 2000. – № 1. – С.23-30.
7. Earthquake-Resistant Design Concepts: An Introduction to the NEHRP Recommended Seismic Provisions for New Buildings and Other Structures. – Washington, DC: National Institute of Building Sciences., 2010. – 104 p.
8. Закон України "Про об'єкти підвищеної небезпеки" від 18.01.2001 р. № 2245-111.
9. ATC-40. Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings-Volume 1 and 2, Applied Technology Council. Report No. SSC 96-01, Seismic Safety Commission, Redwood City, CA. - November 1996. (Оцінка та підвищення сейсмостійкості бетонних будівель - Частина 1 та 2. Технічна рада комісії з сейсмічної безпеки штату Каліфорнія, США)
10. FEMA273. Federal Emergency Management Agency. NEHRP Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings, Washington, D.C. - October 1997. (Керівні принципи з відновлення сейсмо стійкості будівель. Федеральне агентство США з питань надзвичайних ситуацій)
11. FEMA 356. Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings. American Society of Civil Engineers (ASCE), Washington, D.C. - November 2000. (Престандарт та зауваження щодо відновлення сейсмостійкості будівель. Американське товариство цивільних інженерів, США)
12. Перелік видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку (затвердженій постановою Кабінету Міністрів України від 27 липня 1995 р. № 554).
13. Методика оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру (затверджена постановою Кабінету міністрів України від 15 лютого 2002 р. № 175).
14. Положення про паспортизацію потенційно небезпечних об'єктів (затверджене наказом м н е України від 18.12.2000 р. № 338 та зареєстроване в Мін'юсті України 1.09.2005 за № 970/11250).
15. Кодекс цивільного захисту України від 02.10.2012 р. № 5403-VI.
16. Порядок і правила проведення обов'язкового страхування цивільної відповідальності суб'єктів господарювання за шкоду, яка може бути заподіяна пожежами та аваріями на об'єктах підвищеної небезпеки, діяльність на яких може призвести до аварії екологічного і санітарно-епідеміологічного характеру (затверджені постановою Кабінету Міністрів України від 16 листопада 2002 р. № 1788).

Рукопис подано до редакції 11.04.15