

Аспірант **Коблик М. В.**Науковий керівник: д-р арх., проф. **Слепцов О. С.**Кафедра основ архітектури та архітектурного проектування
Київський національний університет будівництва та архітектури

СЕЙСМОСТІЙКЕ БУДІВНИЦТВО ТА СЕЙСМІЧНИЙ ЗАХИСТ ШКІЛ НА ЗАКАРПАТТІ

Анотація. Розглянуто сейсмологічну ситуацію України та локальну сейсмічну активність території Закарпаття. Виявлено особливості землетрусів на Закарпатті. Проаналізовано сучасні державні нормативні документи з будівництва в сейсмічних районах, досвід такого будівництва та сейсмічного захисту в інших розвинених країнах. Виявлено основні принципи сейсмостійкого будівництва та їх застосування в будівництві шкіл на території Закарпаття.

Ключові слова: сейсміка, землетрус, сейсмостійкість, будівництво, захист, школа

З розвитком технологій та збільшенням впливу людей на зовнішнє середовище зростає кількість надзвичайних ситуацій, частішими стали паводки, обвали, землетруси. Серед усіх стихійних лих, землетруси займають перше місце у світі за кількістю загиблих та заподіяною економічною шкодою. З кожним роком наслідки землетрусів все більші.

Територія України є небезпечною щодо ймовірності виникнення природно-техногенних надзвичайних ситуацій. Сейсмічні райони з прогнозованою інтенсивністю сейсмічних впливів 6-9 балів займають близько 20% території України (120 тис. км²), на якій проживає близько 10 млн осіб. Райони з інтенсивністю 7-9 балів складають близько 12% території, де проживає більше 7 млн населення [1].

Найбільш небезпечними для України є такі сейсмічні зони: Вранча, Кримська і Закарпатська області. У цілому 40% території України може бути охоплено безпосереднім впливом небезпечних сейсмічних подій і до 70% — впливом землетрусів з підтопленням, зсувами, підробкою та іншими інженерно-геологічними процесами, що негативно впливають на стійкість споруд [2].

Закарпатська область сейсмічно активна зона оцінена у 7 балів. Тут землетруси мають свою характерну особливість. Вони проходять близько до поверхні землі, в середньому 25–30 кілометрів від поверхні. Такі землетруси небезпечні саме тим, що їх сила на поверхні рівна силі в епіцентрі землетрусу. Через не глибинність таких землетрусів і площа їх впливу відносно не велика. Так землетруси у зоні Вранча, глибинність яких сягає до 250 кілометрів, відчуються на значній території. Для оцінки землетрусів на Закарпатті використовується шкала MKS-64, вона показує руйнування на поверхні і служить основою для прогнозування надзвичайних ситуацій [3].

У світі використовують шкали магнітуд та інтенсивності. Найвідомішою шкалою для оцінки енергії землетрусу є магнітудна шкала Ріхтера. Інтенсивність вказує на масштаб і характер впливу землетрусу на поверхню землі, людей та споруд у радіусі його дії. Сьогодні в світі користуються різними шкалами вимірювання інтенсивності землетрусів. У Європі використовують європейську макросейсмічну шкалу (EMS), у Японії – шкала японського метеорологічного агентства (Shindo), у США та Росії – модифікована шкала Меркалли (MM). В Україні використовується 12-ти бальна шкала Медведєва-Шпонхойера-Карника (MSK-64). Ця шкала лежить в основі СНиП II-7-81 «Будівництво в сейсмічних районах» і продовжує використовуватися в Росії і країнах СНД. [4].

Таблиця 1

Найбільші землетруси на території Закарпаття
за останні 200 років [5]

Дата виникнення землетрусу	Місце виникнення	Район виникнення	Інтенсивність в балах (MSK)
1 липня 1830	м. Тячів	Тячівський	6-7
3 вересня 1867	с. Довге	Іршавський	7
5 січня 1908	м. Свалява	Свалявський	7-8
28 червня 1926	с. Тересва	Тячівський	7
2 серпня 1936	с. Анталовці	Ужгородський	6-7
24 жовтня 1965	м Берегово	Берегівський	7
8 березня 1978	м. Виноградів	Виноградівський	6
22 вересня 1979	с. Угля	Тячівський	6-7

Через сейсмічну загрозу на території Закарпатської області основним завданням є забезпечення сейсмостійкості споруд. Важливим аспектом у сейсмостійкому будівництві – правильне сейсмічне районування. Сьогодні потенційно небезпечними є споруди, збудовані за нормативним документом БНіП-II-7-81, що діяв в Україні до 2007 року. За цим документом значні території мали занижені оцінки сейсмічної активності, у наслідок чого зведені споруди не розраховані на землетруси такої сили. Руйнації цих споруди можуть призвести до значних людських та матеріальних втрат. Для правильної оцінки сейсмічної небезпеки необхідно створити нові карти мікро- і макросейсмічного районування. Останні такі карти були розроблені ще 40 років тому і їх дані не відповідають сьогоденній ситуації.

Багато країн тільки після катастроф, що призвели до значних руйнацій міст та великих збитків, кардинально переосмислюють свою стратегію щодо захисту споруд від сейсмічних впливів. Саме після землетрусу 2002 року у Молізе, південному регіоні Італії, почалась розробка нового сейсмічного районування території країни та введення нових нормативних документів з будівництва в сейсмічних районах [6]. Великих збитків було завдано саме через те, що більшість постраждалої території не відносились до сейсмічного району. Зруйновані споруди на таких територіях були зведені без заходів сейсмічного захисту.

Під час цього землетрусу була зруйнована початкова школа Сан-Джуліано, де загинуло 27 дітей і вчитель. Ця трагедія підкреслила вразливість таких важливих споруд як школи та лікарні. По всій території почався аналіз шкіл на сейсмостійкість [6].

Сьогодні проводяться міжнародні з'їзди, де підіймаються питання сейсмозахисту та сейсмостійкості споруд. На них своїм досвідом діяльності у галузі сейсмостійкого будівництва обмінюються такі розвинені країни, як Франція, Італія, Канада, США, Туреччина та ін. Їх концепція сейсмостійкого будівництва базується на об'єктивних даних про сейсмічну небезпеку на конкретних будівельних майданчиках. Крім того, розробляються програми заходів щодо підготовки споруд і населення до очікуваних землетрусів, забезпеченню захисту людей та ліквідації наслідків.

Під час землетрусу в споруді виникають інерційні сили, що можуть пошкодити окремі структурні елементи чи зв'язки між ними. Це призводить до розриву вертикальної жорсткості та міцності і призводить до

конструктивних пошкоджень, і як наслідок, руйнації споруди. На сьогодні основними причинами такої руйнації є:

- погано визначений ступінь сейсмічної загрози;
- проект споруди розроблений не стійкий до дії землетрусу;
- низький рівень будівництва;
- вікові зміни та неправильна експлуатація споруди.

Під час дії сил, викликаних землетрусом, можливі деформації та пошкодження не тільки конструктивних елементів споруди. Часто при великих прольотах виникають значні сили зміщення, що призводять до пошкоджень не структурних компонентів, таких як підвісні стелі, світільники, полиці, шафи, трубопроводи та ін. Всі вони можуть призвести до людських жертв. Пошкодження не структурних елементів може завдати великої шкоди, а їх усунення таких може бути надто дороге і зайняти багато часу.

Скорочення структурних та не структурних пошкоджень залежить від:

- правильне застосування будівельних норм;
- відповідний вибір та застосування структурних систем і матеріалів;
- правильно запроєктовані критичні елементи: ферми, стіни жорсткості, діафрагми та їх з'єднання один з одним;
- пильна увага до ключових принципів дизайну: рівномірного навантаження та структурної надлишковості;
- кваліфікована розробка зв'язків між структурними і не структурними компонентами;
- відповідна форма і розмір споруди. проста і регулярна забудова;
- високий рівень будівництва;
- високий рівень обслуговування.

Щоб підготувати Закарпатські школи до землетрусів необхідно провести аналіз існуючих шкіл на сейсмостійкість. Такий аналіз потрібно розпочати з історичних споруд, зведених ще в кінці XIX — поч. XX ст. Поведінку цих об'єктів важко прогнозувати, адже зведені вони з неармованої цегляної кладки з великою кількістю архітектурних елементів. Важливо зберегти ці будівлі, що є пам'ятками архітектури і створюють історичний образ міста.

Всі розробки та інновація в сфері сейсмосахисту споруд, норми проектування та будівництва застосовуються для нових споруд. Для споруд, які вже існують, нема відповідних умов, а приведення будівлі у відпо-

відність до діючих норм часто неможливо через застарілі матеріали та конструкції, вікові пошкодження та невідповідну експлуатацію. Шляхи покращення і захисту існуючих шкіл:

- заміна чи покращення існуючих елементів та матеріалів. зміцнення чи заміна слабких елементів, покращення кріплень;
- покращення структурних характеристик, зменшення конфігураційних порушень, зведення стін жорсткості, заміна конструктивних елементів чи їх зміцнення;
- зменшення маси споруди, правильний розподіл маси по споруді, заміна важкого даху – черепиці.

Одним із рішень для такого типу споруд може бути ізоляція фундаменту. Метод дієвий, однак дорогий і кропіткий. Існують приклади успішного застосування такого методу, наприклад історична школа в Сієтлі.

Решта шкіл споруджено вже відповідно до норм, що діяли на той період. Вони потребують аналізу на відповідності сучасним вимогам та перевірку на стійкість конструктивних елементів, що могли втратити свою міцність внаслідок вікових змін чи недбалої експлуатації.

Форма	Рівномірний розподіл маси як по вертикалі, так і по горизонталі. Використання симетричного плану, що дозволяє уникнути крутильних моментів у конструкціях. Ці моменти виникають, коли центр мас і геометричний центр не співпадають. Складні в плані споруди розділяють антисейсмічними швами на відсіки.
Будівельні матеріали	Каркас сейсмостійких споруд повинен бути стійким до різного роду навантажень, виконуватись з легких та еластичних матеріалів. Легкий каркас дозволяє зменшити інерційні сили в споруді.
Висота	Існує обмеження у висоті споруд на сейсмічних територіях. Необхідно дотримуватись пропорційності у розмірах споруд.
Замкнута конструктивна схема	Несучі елементи каркасу споруди повинні бути з'єднані між собою як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямку.
Надійні фундаменти	Фундаменти мають бути міцні і достатньо глибоко закладені, розташовуватись на міцній ґрунтовій основі.
Застосування сейсмоізоляції	Сейсмоізолюючі фундаменти, влаштування ковзаючого поясу, системи сейсмогасіння

Більшість факторів, що враховуються при проектуванні в сейсмічних районах, впливають з конструкції споруди. Скелетом споруди є конструктивна схема. Вона представлена просторовою системою горизонтальних і вертикальних несучих елементів. Основними несучими елементами споруди є фундаменти, стіни, окремі опори та перекриття.

Сейсмічна стійкість споруд є основним елементом захисту людей та їх майна під час землетрусу. Створення сейсмостійкої споруди починається ще на стадії проектування. Для вже існуючих споруд проводиться аналіз на сейсмостійкість і за необхідності проводяться роботи зі зміцнення споруди.

Під час проектування споруд на території Закарпатської області необхідно дотримуватись вище зазначених принципів та вимог, наведених в діючих нормативних документах.

Основним завданням на сьогодні, для безпечного і кваліфікаційного будівництва на даній території, необхідно розробити нові карти сейсмічного районування. Вони стануть підставою для вибору підходящого майданчика для будівництва.

Література:

1. Сейсмічність і сейсмічна небезпека України: постанова Національної Академії наук України від 08.10.2008 N 244 [Електронний ресурс] / Б. Є. Патон, А. П. Шпак. – Режим доступу: http://zakon.nau.ua/doc/?doc_id=294579
2. Глазкова С. В. Дев'ята всеукраїнська науково-технічна конференція «Будівництво в сейсмічних районах» / С. В. Глазкова. – Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво). Вип. 4(34). Т2. – 2012. – ПолтНТУ.
3. Землетруси і Закарпаття: ні Фукусіми, ні Суматри [Електронний ресурс] / Електронна газета [Zaholovok.com.ua](http://zaholovok.com.ua) – 2013. – Режим доступу до газети: <http://zaholovok.com.ua/zemletrusi-i-zakarpattya-za-200-rokiv-ni-fukusimi-ni-sumatri>
4. Землетрус [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://znaimo.com.ua/%D0%97%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D1%82%D1%80%D1%83%D1%81>
5. Русин С. На Закарпатті щороку відбуваються не менше п'яти семибальних підземних поштовхів [Електронний ресурс] / Сніжана Русин. – «Газета по-українськи». – 2010. – №997. – Режим доступу: http://gazeta.ua/articles/lviv-newspaper/_na-zakarpatti-schoroku-vidbuvayutsya-ne-menshe-p-yati-semibalnih-pidzemnih-posht/331694

6. School Safety and Security: Keeping Schools Safe in Earthquakes /Seismic Safety of schools in Italy/ Mauro Dolce/Laboratory for Material and Structural Testing, University of Basilicata, – Italy, 2004.

Annotation. Considered seismological situation of Ukraine and local seismic activity in Transcarpathia. The features of earthquakes in the Carpathian region. Analysis of current state regulations on construction in seismic areas, the experience of the construction and seismic protection in other countries. The basic principles of earthquake engineering and their application in the construction of schools in Transcarpathia.

Key words: seismology, earthquake, seismic, construction, defense, school

Аннотация. Рассмотрена сейсмологическая ситуации Украины и локальная сейсмическая активность территории Закарпатья. Выявлены особенности землетрясений на Закарпатье. Проанализированы современные государственные нормативные документы по строительству в сейсмических районах, опыт такого строительства и сейсмической защиты в других развитых странах. Выявлены основные принципы сейсмостойкого строительства и их применение в строительстве школ на территории Закарпатья.

Ключевые слова: Сейсмика, землетрясение, сейсмостойкость, строительство, защита, школа