



УДК 624.042.7

**THE IMPACT OF SEISMIC LOADS ON THE BEHAVIOR OF
REINFORCED CONCRETE STRUCTURES**
**ВПЛИВ СЕЙСМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА РОБОТУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ
КОНСТРУКЦІЙ**

Koliakova V. / Колякова В.*PhD., asos. prof. / к.т.н., доцент.*

ORCID: 0000-0001-6879-8520

Fursovych I. / Фурсович І.*bachelor student / здобувач першого (бакалаврського) рівня вищої освіти**Kyiv National University of Construction and Architecture,**Kiev, Povitroflotskyi ave., 31, 03037**Київський національний університет будівництва і архітектури,**Київ, Повітрофлотський пр-т, 31, 03037*

Анотація. В роботі розглянуто вплив сейсмічних навантажень на роботу залізобетонних конструкцій..

Сейсмічна активність може призводити до значних динамічних навантажень на будівлі, викликаючи додаткові напруження у залізобетонних конструкціях, таких як стіни, колони та підлоги. У цьому контексті важливо враховувати як статичні, так і динамічні впливи, щоб забезпечити стійкість будівель під час землетрусу. Недоліки у проектуванні, можуть призвести до руйнування будівель під впливом сейсмічних навантажень.

Ключові слова: сейсмічна активність, землетрус, Шкала Ріхтера, сейсмостійкість, сейсмічні впливи.

Вступ.

Вплив сейсмічної активності на залізобетонні будівлі є однією з найважливіших проблем інженерної безпеки. Це особливо актуально у регіонах, де землетруси відбуваються досить часто або в зоні високого ризику сейсмічної активності.

У зв'язку з тим, що залізобетонні конструкції поширено використовують у будівництві, важливо розуміти, як саме сейсмічні поштовхи впливають на напружено-деформований стан конструкцій [1, 2].

Метою дослідження є аналіз впливу сейсмічних навантажень на роботу конструкцій.

Основний текст.

Сейсмічна активність може викликати значні динамічні навантаження на будівлі, які призводять до появи додаткових напружень у конструкціях. Зокрема, у залізобетонних елементах, таких як стіни, колони та підлоги, виникають значні сили, які можуть перевищувати їхню звичайну міцність. Це може спричинити руйнування чи деформацію будівлі під час землетрусу.[1, 2, 8]

Сейсмічна активність може викликати значні динамічні навантаження на будівлі, які призводять до появи додаткових напружень у конструкціях. Зокрема, у залізобетонних елементах, таких як стіни, колони та підлоги, виникають значні сили, які можуть перевищувати їхню звичайну міцність. Це може спричинити руйнування чи деформацію будівлі під час землетрусу [1, 2, 5, 8].

Використовуючи як основу, наукові дослідження і спостереження науковця



Чарльза Ріхтера можемо аналізувати дані згідно його шкали, що досліджує комбіновані зміщення опираючись вже на дані відповідного сейсмографа [1, 2, 13, 14]. Структура Землі була вивчена з різних поглядів. Основним способом досліджень є аналіз параметрів коливань у різних точках поверхні.

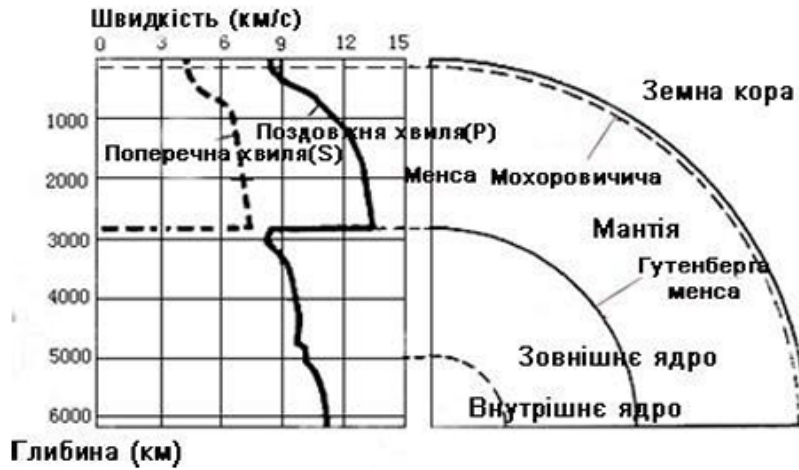


Рисунок. 1 – Об’ємні сейсмічні хвилі і поширення їх внутрішній структурі Землі [8]

На рисунку 2 наведена детальна інформація по розподілу балів за шкалою Ріхтера [1, 5, 8].

Richter scale

| Level | Description | Occurrence |
|---------|-------------|----------------------|
| >9.0 | Great | 1 per 10 years |
| 8.0-8.9 | Great | 1 per year |
| 7.0-7.9 | Major | 10 per year |
| 6.0-6.9 | Strong | 100 per year |
| 5.0-5.9 | Moderate | 1,000 per year |
| 4.0-4.9 | Light | 10,000 per year |
| 3.0-3.9 | Minor | 100,000 per year |
| 2.0-2.9 | Minor | One million per year |
| 1.0-1.9 | Micro | Millions per year |

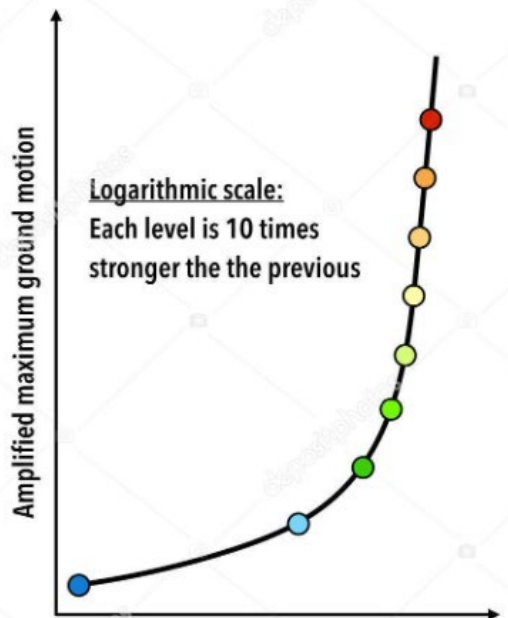


Рисунок 2 – Шкала балів Ріхтера [1]

Інтенсивність землетрусу вимірюється за шкалою сейсмічності від 1 до 12 балів (рисунок 2), відбиваючи рівень пошкоджень будівель і змін на поверхні землі. Низькі значення вказують на майже не відчутний тряс, тоді як високі бали вказують на серйозні руйнування будівель та інфраструктури [1, 2, 8].



Слід враховувати також людський фактор та деякі недоліки або фатальні помилки при проектуванні будівель. Для прикладу це може бути і невдало розроблений проект з розташуванням арматурних хомутів або ж недостатньо розрахована несуча здатність вузлових з'єднань з плитами перекриття, або іншими елементами залізобетонної будівлі [2, 8].

На рисунку 3 наведені приклади невдалих проектів, що призвело до руйнування будівель при впливі сейсмічних навантажень.

З рисунка 3, б та 3, в, очевидно, що вузлове з'єднання має недостатню несучу здатність. Крім того, стрижні використовувалися з гладеньких прутів діаметром $\varnothing 6$ мм, і з характеру руйнування можна визначити, що для хомутів мінімальний діаметр мав би бути 10 мм, а також стержень повинен бути рифленим [8].



a



б



с

Рисунок 3. Приклади невдалих палпроектів, що призвело до руйнування будівель при впливі сейсмічних навантажень [8]

a - «хібний проект з розташування хомутів»;

б - неспроможність вузлового з'єднання колони з плитою перекриття забезпечити достатню несучу здатність;

в - неспроможність арматурних каркасів забезпечити достатню несучу здатність.

Одним із ключових аспектів є урахування сейсмічного навантаження при проектуванні будівлі. Інженери повинні враховувати не лише статичні навантаження, а й динамічні впливи, які викликають землетруси.

Забезпечення стійкості залізобетонних конструкцій під час землетрусу важливо не лише з погляду безпеки та захисту життя та майна людей, але й з економічної точки зору [2, 9, 10, 12, 14].

Будівництво торгівельно-розважальних центрів у зонах з підвищеною



сейсмічністю вимагає докладного вивчення впливу землетрусів на конструкції [2]. Розміри, жорсткість, розподіл мас та ґрунтові умови безпосередньо впливають на коливання будівель. Таким чином, подібні споруди, хоч і споруджені у подібних умовах, але маючи різну кількість поверхів, можуть реагувати по-різному на сейсмічні навантаження.

Наприклад, менші за розміром будівлі можуть відчувати більші напруги через резонансні ефекти, порівняно з вищими спорудами.[1, 2, 9].

Оцінка впливу сейсмічних навантажень на будівлі зазвичай проводиться лише для споруд із завершеним проєктом. Проте незавершена будівля може виявити критичні напруги та деформації, які неможливо передбачити при аналізі лише завершених споруд. В сучасних умовах, важливо розглядати вплив сейсмічних активностей на залізобетонні конструкції, особливо у зонах з підвищеною сейсмічною активністю [1, 4, 5, 9, 10, 13, 14].

Вивченням впливу сейсмічних навантажень на конструкції будівель і споруд займалися: Коляков М.Й. [14], Немчинов Ю.І.[1, 13], Кічаєва О.В.[6, 7], та багато інших вчених, які робили дослідження в сфері сейсміки, сейсмічних активностей та сейсмічних навантажень. Україну часто настигають землетруси, але через низький бал землетрусів, які до нас доходять це майже не відчутно і не помітно.

На рисунку 4 приведена зона інтенсивності землетрусів в Україні.

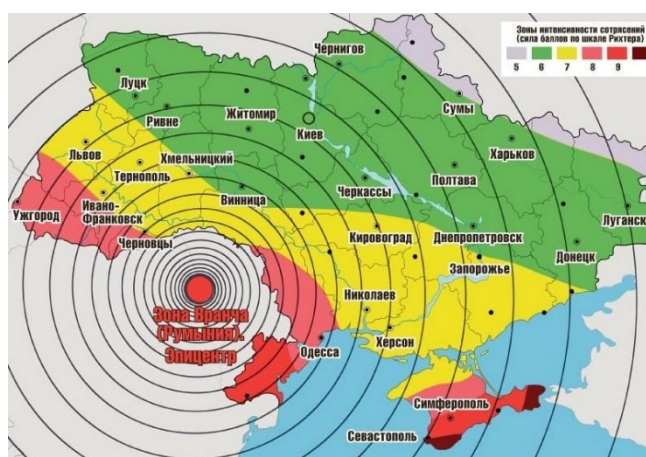


Рисунок 4. Зони інтенсивності землетрусів в Україні

У зв'язку з цим, актуальним науковим викликом є вирішення питань, пов'язаних із забезпеченням стійкості житлових будівель та громадських споруд до сейсмічних впливів. Особливу увагу приділяють вибору найбільш оптимального та ефективного методу підвищення сейсмостійкості та оцінюванню впливу зміни сейсмічності на економічні показники заходів з сейсмосахисту будівель.

Висновки.

1. Сейсмічна активність викликає значні динамічні навантаження на будівлі, призводячи до появи додаткових напружень у залізобетонних конструкціях, зокрема в стінах, колонах та підлогах. Такі сили можуть перевищувати звичайну міцність елементів і призводити до руйнування чи деформації будівлі під час землетрусу.



2. Використовуючи наукові дослідження та спостереження Чарльза Ріхтера, аналіз сейсмічності за його шкалою показує, що інтенсивність землетрусу вимірюється від 1 до 12 балів, відображаючи рівень пошкоджень будівель та інфраструктури.

3. Зазначено важливість урахування людського фактору та уникнення помилок при проектуванні будівель. Неправильне розташування арматурних хомутив чи недостатньо розрахована несуча здатність вузлових з'єднань можуть призвести до серйозних проблем та руйнування.

4. При проектуванні будівель і споруд, сейсмічне навантаження повинно бути враховано, при цьому, як статичні, так і динамічні впливи, щоб забезпечити стійкість залізобетонних конструкцій під час землетрусу.

5. Забезпечення стійкості залізобетонних конструкцій є важливим не лише для безпеки, але і з економічної точки зору. Важливість докладного вивчення впливу землетрусів на конструкції, особливо в умовах підвищеної сейсмічної активності.

Література:

1. Немчінов Ю. І. Сейсмостійкість багатоповерхових будівель і споруд / Ю. І. Немчінов. - Київ :НДІБК, 2015. - 584с.

2. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво в сейсмічних районах України. Документ набув чинності 01.10.2014.

3. ДБН В.1.2-14:2018 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд». Документ набув чинності 01.01.2019.

4. ДБН В 1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження та впливи. Норми проектування.- Київ. Мінбуд України, 2006.- 75с. – [чинний з 01.01.2007.]

5. Chyrva, T. , Martynov, V., Koliakova, V., & Chyrva, V. . (2022). A the influence of blasting on buildings and constructions. *Будівельні конструкції. Теорія і практика*, (10), 143–149. <https://doi.org/10.32347/2522-4182.10.2022.143-149>.

6. Вплив шаруватості основи на величину сейсмічних сил / [Воблих В.О., Фурсов В.В., Кічаєва О.В., Мазен Радван, Гранько Б.Ф.] // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХДТУБА, 2006. – Вип. 36. – С. 40 - 44.

7. Кічаєва О. В. Аналіз впливу ґрунтів основи та їх шаруватості на зусилля в колонах для багатоповерхових монолітних залізобетонних будівель при сейсмічних діях / О. В. Кічаєва, Мазен Радван // Науковий вісник будівництва. – Х.: ХДТУБА, 2009. – Вип. 52. – С. 95 - 109.

8. Едісон Г. П. Конструктивні заходи підвищення сейсмостійкості багатоповерхових житлово-громадських каркасно-монолітних будівель / ВНТУ [електронний ресурс] <https://search.app/xXS9gEB6XJc7maH76>

9. Гетун, Г., Колякова, В., Соломін, А. , & Безклубенко, І. . (2022). Особливості проектування сталевих сейсмостійких конструкцій висотних будівель. *Будівельні конструкції. Теорія і практика*, (11), 18–31. <https://doi.org/10.32347/2522-4182.11.2022.18-31/>

10. Гетун Г. В. Дослідження впливу сейсмоізоляції на напружено-деформований стан висотної будівлі під дією сейсмічних навантажень / Г. В.



Гетун, В. О. Сахаров, В. А. Мельник // Світ геотехніки. — 2013. — Вип. 2. — С. 18—23.

11. Барабаш М. С. Основи комп'ютерного моделювання / М. С. Барабаш, П. М. Кір'язєв, О. І. Лапенко, М. А. Ромашкіна // Навчальний посібник. – К.: НАУ, 2018. – 492 с.

12. Мар'єнков М. Г. Оцінка напружено-деформованого стану конструкцій будівлі при дії сейсмічних навантажень / М. Г. Мар'єнков, Д. В. Богдан, В. О. Сахаров // Опір матеріалів і теорія споруд. - 2015. -№ 96. - С. 3-22. http://opir.knuba.edu.ua/files/zbirnyk-96/01-96_marie_bogd_saha.pdf.

13. Немчинов Ю.И., Марьєнков Н.Г. и др. Проектирование зданий с заданным уровнем обеспечения сейсмостойкости (с учетом рекомендаций Еврокода 8, международных стандартов и требований ДБН). // Будівельні конструкції: зб. наук. пр. – К.: НДІБК, 2012. - Вип. 76. - С. 8-60

14. Коляков М.И. Деякі аспекти стану сейсмостійкого проектування і будівництва в Україні. / Коляков М.И., Плахтієнко М.П., Поляков Г.П. //В кн.: IV науково-технічна конференція. «Будівництво в сейсмічних районах України». Доповіді, 18-21 травня 1999 р., г.Ялта, с.27-33.

15. ДБН В.2.2-24:2009. Проектирование высотных жилых и гражданских зданий / Минрегионстрой Украины. — К. :Минрегионстрой Украины, 2009.

Abstract. *The article examines the influence of seismic activity on reinforced concrete structures of buildings, in particular walls, columns and floors. The possibility of additional stresses in structures during an earthquake, which can lead to the destruction or deformation of buildings, is highlighted. Uses the scientific research and observations of Charles Richter to analyze seismicity and uses a scale to measure the intensity of earthquakes. Examples of unsuccessful projects and their impact on the stability of building structures during seismic loads are considered.*

Special attention is paid to the need to take into account the seismic load during the design of buildings, as well as to study the impact of earthquakes on buildings with different configurations and sizes. The need for a systematic study and assessment of the seismic resistance of buildings, especially in areas of increased seismic activity, is indicated.

The authors also draw attention to problems related to the human factor and possible flaws in the design, which can lead to unforeseen consequences. In the context of the Ukrainian seismic risk, the article emphasizes the need to solve issues related to ensuring the stability of buildings and public facilities to seismic influences and considers the prospects of optimal methods of seismic protection..

Key words: *seismic activity, earthquake, Richter scale, seismic resilience, seismic influences.*

Стаття отпралена: 19.01.2023 г.

© Колякова В., Фурсович І.