

СЕЙСМОСТІЙКІСТЬ ДЕРЕВ'ЯНИХ БУДІВЕЛЬ

Татаренко М.В., студ. гр. А-354

Науковий керівник – Арсірій А.М., к.т.н., доцент (кафедра Металевих, дерев'яних та пластмасових конструкцій, Одеська державна академія будівництва та архітектури)

Анотація. Дана стаття спрямована на дослідження проблем, пов'язаних зі зростанням ризику сейсмічних подій у різних регіонах світу. Враховуючи екологічні та естетичні переваги дерев'яних конструкцій, їх сейсмостійке проектування стає важливим аспектом забезпечення стійкості та безпеки архітектурних об'єктів.

Дана наукова стаття спрямована на вивчення особливостей проектування сейсмостійких дерев'яних конструкцій, щоб покращити їх використання в будівництві та сприяти сталому розвитку архітектурної галузі.

Вступ. Сучасні тенденції в будівельній галузі вимагають пошуку ефективних та екологічно стійких рішень для забезпечення безпеки житла в умовах підвищення небезпеки землетрусів. Однією з перспективних областей досліджень стає аналіз сейсмостійкості дерев'яних будівель, оскільки деревина, як будівельний матеріал, володіє унікальними механічними властивостями та можливістю адаптації до екстремальних навантажень.

Актуальність дослідження обумовлена збільшенням сейсмічної активності у різних регіонах світу та потребою в розробці інноваційних та ефективних будівельних рішень, спроможних забезпечити найвищий рівень безпеки для мешканців. Однак, не дивлячись на перспективність дерев'яних конструкцій, важливо зрозуміти їхню повну сейсмостійкість та розробити відповідні технології для максимізації стійкості.

Метою цього дослідження є аналіз та вивчення можливостей підвищення сейсмостійкості дерев'яних будівель з урахуванням їхньої конструктивної особливості та механічних характеристик.

Постановка завдання. Постановка завдання полягає у розкритті потенціалу деревини як будівельного матеріалу для створення стійких та безпечних житлових просторів у зоні сейсмічної активності та у контексті написання наукової статті, виявити подальші перспективи застосування такої архітектури.

Основний матеріал і результати. Деревина, як будівельний матеріал, має унікальну структуру, що складається з двох основних компонентів: целюлози та лігніну. Целюлоза визначає пружні та міцнісні властивості деревини, тоді як лігнін відповідає за її жорсткість та стійкість. Мікроархітектура деревини включає в себе пористу структуру, що грає важливу роль у поглинанні сейсмічних хвиль та розподілі навантажень.

Головні плюси деревини:

- Міцність.
- Тривалий термін експлуатації.
- Низька теплопровідність (стіни можна будувати в 3 рази тонше, ніж із цегли).
- Висока звукоізоляція.
- Морозостійкість.
- Легкість обробки.
- Екологічна чистота (дерево росте і споживає вуглекислий газ, тим самим вносить свій внесок до уповільнення зростання його вмісту в атмосфері. Деревина відноситься до поновлюваної сировини, і її використання є екологічно чистим. Кожен європеець має близько 1 м³ дров на рік).
 - Краса природного малюнка і відтінку деревини.
 - Позитивний вплив на людський організм.
 - Доступність (для будівництва житлових дерев'яних будинків використовують ялину, сосну, модрина, дуб, каштан).

- Період проектування (пріоритетом деревини як будівельного матеріалу є безпроблемне будівництво навіть взимку і незалежно від погоди) [2].

Деревина має природну еластичність, а конструкція дерев'яного будинку така, що в ньому безпечніше знаходитись під час землетрусу, ніж в цегляному будинку. Надійні з'єднання при перерізах бісектрис у кутах запобігають деструкції структур. Стіни будинків, виготовлені з товстих масивних брусків відмінної твердості, виявляють високий рівень міцності. Це дає можливість конструкціям утримувати свою форму в умовах землетрусів навіть з високою магнітудою. Дерев'яні будинки можуть витримати землетрус до 9 балів.

Для зведення стін сучасних дерев'яних будинків використовують різноманітні конструктивні системи, що відображають високий рівень технологічного розвитку у галузі будівництва. Декілька типів таких конструкцій включає:

- **Каркасна система:** передбачає використання вертикальних та горизонтальних елементів, які утворюють стійкий «каркас» будівлі. Цей тип конструкції забезпечує високу стійкість та можливість швидкого монтажу, що робить його популярним у сучасних будівельних проектах.

- **Брусова система:** використовує масивні дерев'яні бруски для формування стін. Цей метод дозволяє створювати стіни великої товщини, забезпечуючи високий рівень ізоляції та міцності.

- **Брусowo-щитова система:** використовує дерев'яні щити, які з'єднуються та фіксуються, утворюючи стіни. Такий підхід дозволяє швидко зводити будівлю та використовувати її для створення енергоефективних конструкцій.

- **Каркасно-щитова система:** комбінує переваги каркасної та щитової конструкції, використовуючи як вертикальні, так і горизонтальні елементи для формування стін. Вона дозволяє досягти оптимального балансу між швидкістю зведення та стійкістю.

- **Система drop-log:** опорно-брусові будинки, або будинки, зведені за технологією drop-log, поєднують в собі переваги каркасних будинків і будинків з клеєного профільованого бруса. Технологія такої будівлі включає в себе зведення несучої каркасної конструкції, обробку зовнішніх стін сухим профільним брусом, прокладку утеплювача і обшивку внутрішньої поверхні стін оздоблювальними панелями (дерево, гіпсокартон). В таких будинках практично відсутня усадка, є досить високий запас міцності несучої конструкції. Стінові поверхні не потребують додаткової обробки і завдяки високому ступеню просушки профільного бруса не змінюють форму.

Для дослідження сейсмостійкості дерев'яних будівель проводяться експериментальні випробування, використовуючи спеціально розроблені та адаптовані вібростенди. Під час експериментів на реальних будівельних конструкціях або їхніх моделях, використовуються сейсмічні симулятори для імітації різних типів землетрусів.

Моделювання сейсмічної стійкості дерев'яних будівель використовує чисельні методи, такі як метод скінчених елементів (МСЕ) та метод скінчених диференцій (МСД). Ці методи дозволяють враховувати складні фізичні взаємодії між елементами конструкції, враховуючи при цьому різні параметри, такі як маса, жорсткість та демпфіруючі характеристики.

Експериментальні дані та результати моделювання використовуються для визначення реальної динамічної відповіді будівельних конструкцій під час сейсмічних впливів. Це дозволяє визначити кращі інженерні рішення для покращення сейсмостійкості, виявити можливі слабкі місця та розробити стратегії підвищення безпеки дерев'яних будівель в умовах землетрусів.

Підтвердженням вище вказаної інформації служить останнє дослідження, проведене в Японії. Група вчених із п'яти японських вишів впровадила експеримент, використовуючи вібростенд E-Defense, який дозволив симулювати землетрус із силою 7,5 балів.

Отримані результати є вражаючими: семиповерховий дерев'яний багатоквартирний будинок, масою понад 450 тисяч кг, розташований на вібростенді, не тільки залишився на своєму місці, але й зазнав лише незначних пошкоджень [5].

Дослідники стверджують, що покращення сейсмостійкості дерев'яних конструкцій досягнуто завдяки змінам у системі розподілу точок кріплення, що призвело до покращення розподілу жорсткості між поверхами. Це враховує зміни в структурі, що виникають під час землетрусу. Також були використані кріпильні системи від компанії Simpson Strong Tie, які складаються зі сталевих прутів, що простягаються від фундаменту до даху. Ці пруты запобігають коливанню будівлі та допомагають уникнути руйнувань [6].



Рис. 1. Дослідження на сейсмостійкість дерев'яних конструкцій в Японії



Рис. 2. Проектування дерев'яної сейсмостійкої будівлі для експерименту в Японії

Також схожий експеримент було проведено у Швейцарії з використанням композитних матеріалів та нових технологій кріплення для підвищення сейсмостійкості дерев'яних конструкцій. Виявлено, що впровадження таких інновацій може значно підвищити стійкість будівель до сейсмічних впливів.

Ці приклади демонструють важливість експериментальних досліджень для розуміння та покращення сейсмостійкості дерев'яних будівель, а також розробки нових технологій та будівельних стратегій для забезпечення їхньої безпеки в умовах землетрусів.

Висновки. У ході дослідження сейсмостійкості дерев'яних будівель були отримані важливі висновки, які спрямовані на покращення стійкості цих конструкцій під час землетрусів. Головні висновки можна узагальнити наступним чином:

- Еластичність деревини. Деревина виявляє природну еластичність, що грає ключову роль у здатності дерев'яних будівель адаптуватися до сейсмічних впливів. Ця властивість дозволяє їм гасити сейсмічні коливання та уникати серйозних пошкоджень.

- Ефективні технології. Ефективні інженерні рішення зменшують деформації та ризик пошкоджень під час сейсмічних впливів.

- Важливість експериментів. Експериментальні випробування на вібростенді дозволяють точно вивчати поведінку дерев'яних конструкцій під час сейсмічних умов. Ці дослідження надають цінні дані для розробки інноваційних рішень та технологій.

- Успішні приклади. Приклади успішного використання сучасних технологій у країнах, що часто стикаються з землетрусами, підтверджують високий потенціал сейсмостійкості дерев'яних будівель. Зокрема, дослідження в Японії свідчать про те, що дерев'яні конструкції можуть ефективно витримувати сейсмічні впливи.

- Необхідність подальших досліджень. Незважаючи на досягнуті успіхи, важливо продовжувати дослідження в галузі сейсмостійкості дерев'яних будівель. Подальші дослідження дозволять розробляти нові стратегії та технології, щоб ще ефективніше забезпечувати безпеку житлових та комерційних споруд в умовах землетрусів.

Усі ці висновки об'єднуються для підкреслення важливості сейсмостійкості дерев'яних будівель як ефективного та стійкого варіанту в умовах землетрусу.

Література:

1. Арсірій А.М. Методичні рекомендації з навчальної дисципліни «Конструкції будівель та споруд» на тему: «Проектування металевих та дерев'яних конструкцій». Одеса, 2023. 45 с. Дата звернення: 01.12.2023

2. Арсірій А.М. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Конструкції будівель та споруд» на тему: «Проектування металевих та дерев'яних конструкцій». Одеса, 2023. 37 с. Дата звернення: 01.12.2023

3. Михайловський А. Деревина – сучасний будівельний матеріал /А.В. Михайловський, Р.В. Заєць, А.Г. Чубарев/ збірник «Містобудування та територіальне планування». К: КНУБА 2014. С. 256-254. Дата звернення: 01.12.2023

4. Гомон С.С. Конструкції із дерева та пластмас. Навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2016. 2019 с. Дата звернення: 02.12.2023

5. «Сейсмостійкість дерев'яного будинку». [Електродний ресурс]: – Режим доступу: <https://dominant-wood.com.ua/ru/blog/news/seysmostoykost-derevyannogo-doma>

Дата звернення: 01.12.2023

6. «Сейсмостійкість дерев'яного будинку». [Електродний ресурс]: – Режим доступу: <https://dom.ukr.bio/ru/articles/1400/>

Дата звернення: 01.12.2023

7. «Naturally Wood». [Електродний ресурс]: – Режим доступу: <https://www.naturallywood.com/resources/>

Дата звернення: 30.12.2023

8. ДБН В.2.6-161:2017 «Дерев'яні конструкції. Основні положення». Дата звернення: 30.12.2023