

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КАРКАСНИХ БУДІВЕЛЬ В УМОВАХ ПІДВИЩЕННЯ СЕЙСМІЧНОСТІ РАЙОНУ

Лемеха А.Г., студ. гр. ПЦБ-461

Науковий керівник – Твардовський І.О., к.т.н., доцент

(кафедра Будівельної механіки, Одеська державна академія будівництва та архітектури)

Анотація. В результаті проведеної дослідницької роботи показано доцільність обліку перерозподілу зусиль при проектуванні статично невизначених конструкцій каркасної конструктивної схеми, що дозволяє точніше визначати деформації конструкції в різних умовах роботи. Використовуючи явище перерозподілу, можна зменшити трудомісткість виготовлення конструкцій каркасної будівлі.

В даний час істотно зріс обсяг робіт з реконструкції будівель та споруд, що експлуатуються тривалий час, та по завершенню об'єктів, будівництво яких було припинено в недавньому минулому, часто без проведення заходів щодо консервації. Дефекти, що виникли в процесі експлуатації будівель, а також зниження характеристик матеріалів, пов'язані з їх старінням, та економічні умови, що змінилися, вимагають особливого підходу до модернізації будівель або їх реконструкції з урахуванням вимог норм будівництва в сейсмічних районах України.

Розрахунок конструкцій на сейсмічні дії великої інтенсивності є важливою та складною проблемою. Різні аспекти сучасних методів розрахунку залізобетонних конструкцій на дію короткочасних динамічних навантажень великої інтенсивності розроблялися багатьма вітчизняними та зарубіжними вченими.

Одними з важливих у цей час стають економічні критерії оптимальності, на основі яких може бути обраний такий ступінь антисейсмічного посилення, який забезпечує, з одного боку, заданий рівень надійності споруди, а з іншого, – мінімальну величину витрат, пов'язаних із ліквідацією наслідків землетрусу.

Приклади руйнування будівель по крайніх несучих колонах в каркасних будівлях від сейсмічного впливу можна бачити на фото 1-4.

Як очевидно з багатьох наявних матеріалів, питання забезпечення надійної експлуатації існуючих просторових стрижневих систем за її реконструкції в умовах підвищення сейсмічності району є важливим завданням сучасного будівництва. Облік деформаційних змін і міцності у бетоні з утворенням пластичних шарнірів, що формують механізм руйнування розрахункової схеми каркасної будівлі – є актуальним завданням, що потребує вдосконалення розрахунку.

У зв'язку з досліджуваним характером руйнування каркасних будівель при сейсмічних впливах [1] назріла необхідність вивчати характер перерозподілу напружень та деформацій у вже існуючих конструкціях та спорудах, побудованих ще до внесення змін та доповнень до чинних нормативних документів. Така постановка суттєво і принципово відрізняється від питання проектування та розрахунку нових конструкцій, коли можна заздалегідь вибрати необхідну конструктивну схему, підібрати перетин окремих елементів та зробити всі розрахункові перевірки майбутньої конструкції. Існуюча конструкція приймається такою, якою є і за допомогою посилення її визначаються шляхи пристосування до нових умов роботи, причому посилення в більшості випадків виконується під навантаженням.

Для визначення картини руйнування каркасної будівлі пропонується виконувати розрахунки просторової стрижневої системи на дію сейсмічного навантаження [2], визначеної відповідно до чинних норм [3] за розробленим алгоритмом, що дозволяє визначати на розрахунковій моделі місця утворення пластичних шарнірів та характер механізму руйнування.



Фото 1. Руйнування каркасної будівлі по крайніх несучих колонах від сейсмічного впливу (приклад 1)



Фото 2. Руйнування каркасної будівлі по крайніх несучих колонах від сейсмічного впливу (приклад 2)



Фото 3. Руйнування каркасної будівлі по крайніх несучих колонах від сейсмічного впливу (приклад 3)



Фото 4. Руйнування каркасної будівлі по крайніх несучих колонах від сейсмічного впливу (приклад 4)

Обґрунтовуючи необхідність обліку перерозподілу зусиль при проектуванні статично невизначених конструкцій, слід наголосити, що при цьому глибше усвідомлюється поведінка конструкції в різних умовах роботи. Використовуючи явище перерозподілу, можна зменшити трудомісткість виготовлення конструкції. Розподіл моментів при цьому виходить вигіднішим, ніж впливає з розрахунку по теорії пружності [4]. Різниця між значеннями згинальних моментів над опорами та в прольоті зменшується. Таким чином вдається уникнути надмірних скупчень арматури, її заготівля та укладання спрощуються. У місцях, де очікувалася надмірна концентрація арматури, настане її розрідження. Завдяки кращому ущільненню бетонної суміші, якість бетону в цих місцях підвищиться, зросте і надійність конструкції. У збірних елементах зменшиться кількість зварених арматурних стиків.

Для прикладу передбачається, що каркасний 9-ти поверховий будинок, побудований раніше, потребує посилення для подальшої безпечної експлуатації в 8-бальній зоні. Для цього при заданих постійних, тимчасових та сейсмічних навантаженнях визначаються зусилля, що виникають у ригелях та стійках розрахункової схеми. Після визначення місць з досягнутими максимально допустимими значеннями включається механізм перерозподілу зусиль [5]. Такий підхід дозволяє попередньо в зоні шарніра, що утворився, підвищити жорсткості стійок (ригелів), поки напруження в них не будуть менше допустимих, після чого можливе подальше збільшення навантаження.

Результати розрахунку наведені на рис. 1 та рис. 2, на яких видно послідовність руйнування і наскільки більш економічним буде рішення щодо посилення конструкцій розрахованих з урахуванням обмежених пластичних властивостей (допустимих напружень).

Характер деформування за отриманими результатами підтверджується характером руйнування конструкцій при дії сейсмічного навантаження високої інтенсивності [6].

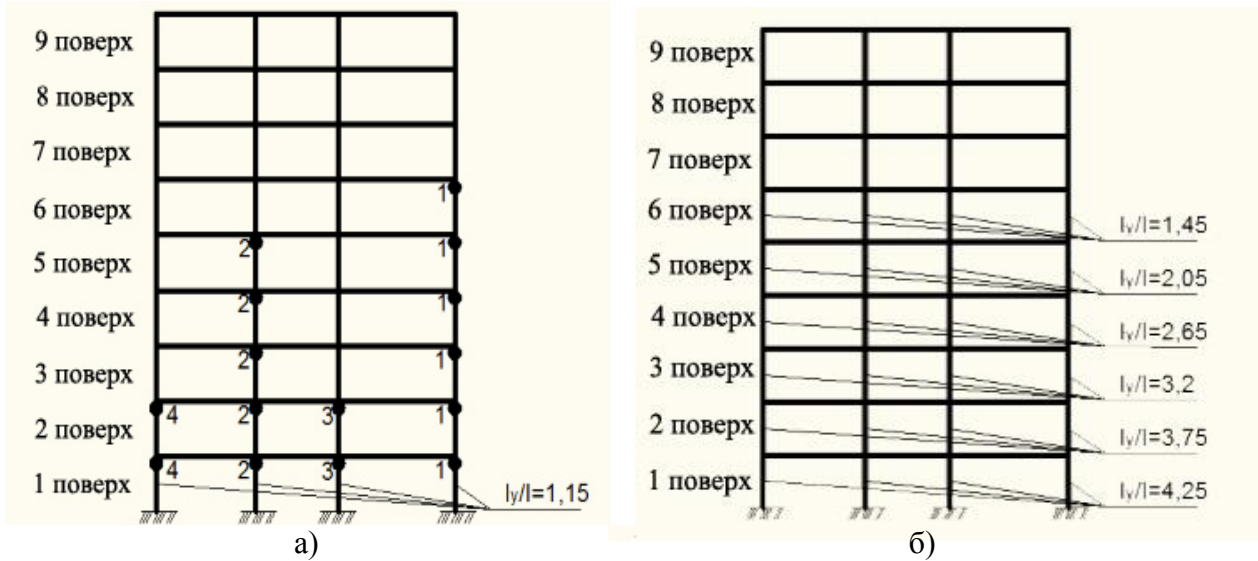


Рис. 1. Співвідношення жорсткостей необхідного посилення з урахуванням пластичних деформацій (а) і без урахування таких (б) у поперечному напрямку розрахункової схеми

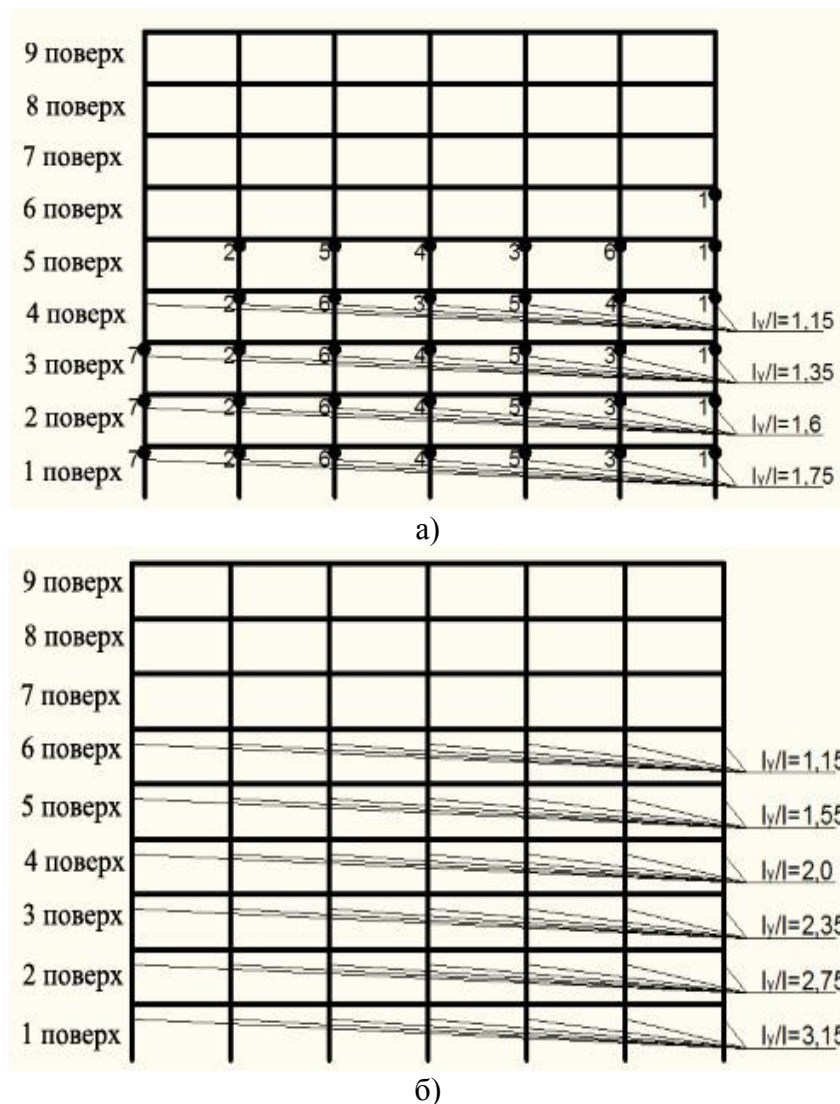
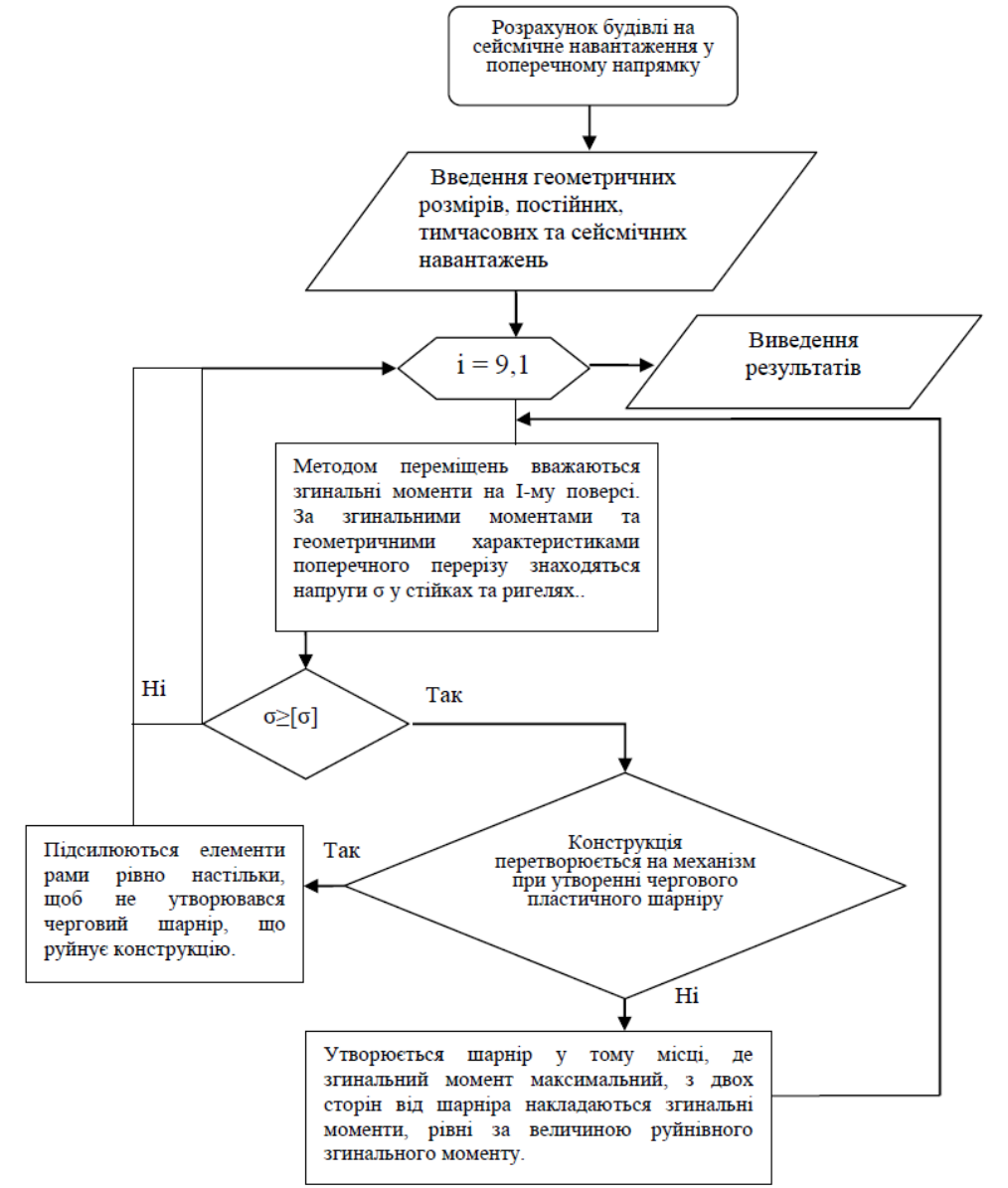


Рис. 2. Співвідношення жорсткостей необхідного посилення з урахуванням пластичних деформацій (а) і без урахування таких (б) у поздовжньому напрямку розрахункової схеми

Алгоритм проведення розрахунку



Для збільшення жорсткості несучих стоек і ригелів, що знаходяться під навантаженням, існує ряд способів (див. таблицю 1). Схема посилення будівельної конструкції або цілої групи приймається в залежності від ступеня пошкодженості елемента, необхідної кінцевої величини несучої здатності, умов експлуатації, впливу елементів посилення на основні технологічні процеси та можливість якісного виконання робіт.

Вибір конструктивного рішення щодо посилення завжди супроводжується також умовами експлуатації конструкції, що посилюється, і трудомісткістю виконаних робіт.

Наприклад, посилення цегляного стовпа можливе сталеву або залізобетонною обіймами та штукатурною сорочкою. Сталева обійма, як і залізобетонна, дозволяє суттєво підвищити несучу здатність стовпа, технологічна та проста у виготовленні. Однак у агресивних умовах середовища її ресурс значно нижчий, ніж у залізобетонного. Залізобетонна обійма щодо технологічно складна та трудомістка у виготовленні. Розчинна сорочка найдешевший спосіб посилення, але ступінь збільшення несучої здатності стовпа нижче, ніж у сталевій або залізобетонній обійм. Наведена методика визначення місць утворення пластичних шарнірів та облік відповідного перерозподілу може застосовуватися не тільки до існуючих будов, а й до проєктованих.

Таблиця 1 – Існуючі способи посилення конструкцій в будівлях каркасної конструктивної схеми

Вид констр.	Спосіб посилення	Реалізація	Властивості	
			позитивні	негативні
Колони, стійки	Нарощування перерізу	Обойми, сорочки	Можливість посилення елементів у широкому діапазоні значень	Велика трудомісткість у порівнянні з установкою додаткових стійок
	Розвантаження	Встановлення додаткових стійок, порталів або зменшення навантажень	Найбільший рівень посилення	Поява додаткових стійок, що впливають на технологію, що зменшують ширину приміщень, проїздів тощо. Зниження навантажень часто неможливе.
	Заміна	Заміна конструкції	Можливість встановлення конструкції, що відповідає чинним навантаженням	Великий обсяг демонтажних та монтажних робіт, зупинка виробництва
Балки, ригелі	Нарощування (збільшення) перерізу	Затяжки, шпренгелі, обойми	Можливість посилення елементів у широкому діапазоні значень	Велика трудомісткість у порівнянні з установкою додаткових стійок
	Заміна	Заміна конструкції	Можливість встановлення конструкції, що відповідає чинним навантаженням	Великий обсяг демонтажних та монтажних робіт, зупинка виробництва
	Зміна статичної схеми	Введення додаткових опор - стійок або підвіс	Найбільший рівень посилення	Поява додаткових стійок або підвісів, що впливають на технологію, що зменшують ширину приміщень, проїздів

Висновки та результати. В результаті проведеної дослідницької роботи показано доцільність обліку перерозподілу зусиль при проектуванні статично невизначених конструкцій, що дозволяє більш точно визначати деформації конструкції в різних умовах роботи. Використовуючи явище перерозподілу, можна знизити трудомісткість виготовлення конструкції або робіт з реконструкції.

Література:

1. Айзенберг Я.М. Влияние локальных разрушений в каркасных зданиях на сейсмические и импульсивные воздействия. Бетон и железобетон, 1968, с. 27-30.
2. Егунов В.К., Командрина Т.А. Расчет зданий на сейсмические воздействия. Киев, Будивельник, 1969. с.207.
3. ДБН В.1.1-12-2014 "Будівництво в сейсмічних районах України".
4. Аванесов Г.А. Упруго-пластическая работа железобетонных конструктивных элементов и каркасных систем при сейсмических воздействиях. Автореф. канд. диссертации. МИСИ им.Куйбышева, 1978, с. 20.
5. Крылов С.М. Перераспределение усилий в статически неопределимых железобетонных конструкциях. М., Стройиздат, 1964. С. 168-187.
6. Баженов, Ю.М. Бетон при динамическом нагружении. М.: Стройиздат. 1972, 271 с.