

УДК 725

Мельник В.А.,

Київський національний університет будівництва і архітектури

ЗМЕНШЕННЯ ВИТРАТ НА ПРОЕКТУВАННЯ ТА ЗВЕДЕННЯ ВИСОТНИХ БУДІВЕЛЬ У СЕЙСМІЧНИХ ЗОНАХ

Наведені деякі принципи, яких слід дотримуватись при проектуванні та зведенні висотних каркасно-монолітних будівель у сейсмічних зонах для економії матеріально-технічних ресурсів. Показано можливість зменшення витрат за умови використання гумово-металевих сейсмоізоляційних опор.

Ключові слова: сейсміка, висотна будівля, сейсмоізоляція, гумово-металеві опори.

Проектування та зведення висотних будівель потребує значних матеріало-технічних ресурсів. Нерідко будівництво таких споруд призупиняється на тривалий час у зв'язку з браком коштів. В умовах економічної кризи необхідно економити матеріальні засоби без погіршення якості продукції, що випускається.

Багато висотних будівель зводиться з монолітного залізобетону, яскравим прикладом тому є найвищі споруди сучасності – Бурдж Дубай, Вежі Петронас в Малайзії. Для зниження вартості об'єкту необхідно максимально оптимізувати витрати на зведення та проектування споруди. В загальному випадку для каркасно-монолітних будівель можливо виділити дві витратні статті, які можна зменшити по вартості: кількість бетону і арматури. Наприклад, для китайських хмарочосів використовується розподілення класів бетону за поверхами, класи бетону є високими по міцності. Аналогічний об'єкт був запроєктований в Києві, де також відбувалося розподілення за класами бетону вертикальних несучих елементів, але класи бетону були порівняно нижчими (рис.1).

За інформацією замовника при застосуванні арматури більш високого класу, що має більшу міцність, можливо досягти економії 10-15% від загальної кількості арматури (табл. 1).

При проектуванні вищезазначеної багатоповерхівки у Києві замовником були поставлені граничні витрати бетону на 1 м^2 будівлі, а також граничне відношення маси арматури на 1 м^3 бетону. Для цього необхідно було запроєктувати надійну і міцну будівлю з мінімальними міцнісними запасами. Були можливі наступні варіанти оптимізації витрат:

а) підвищення класу міцності арматури, зокрема це дозволить зменшити кількість арматури на 10%, що є суттєвою економією. Зважаючи, що з

постачанням великої кількості міцної арматури А500С могли виникнути складнощі, була застосована арматура, яка є в наявності – А400С (рис. 2, а);

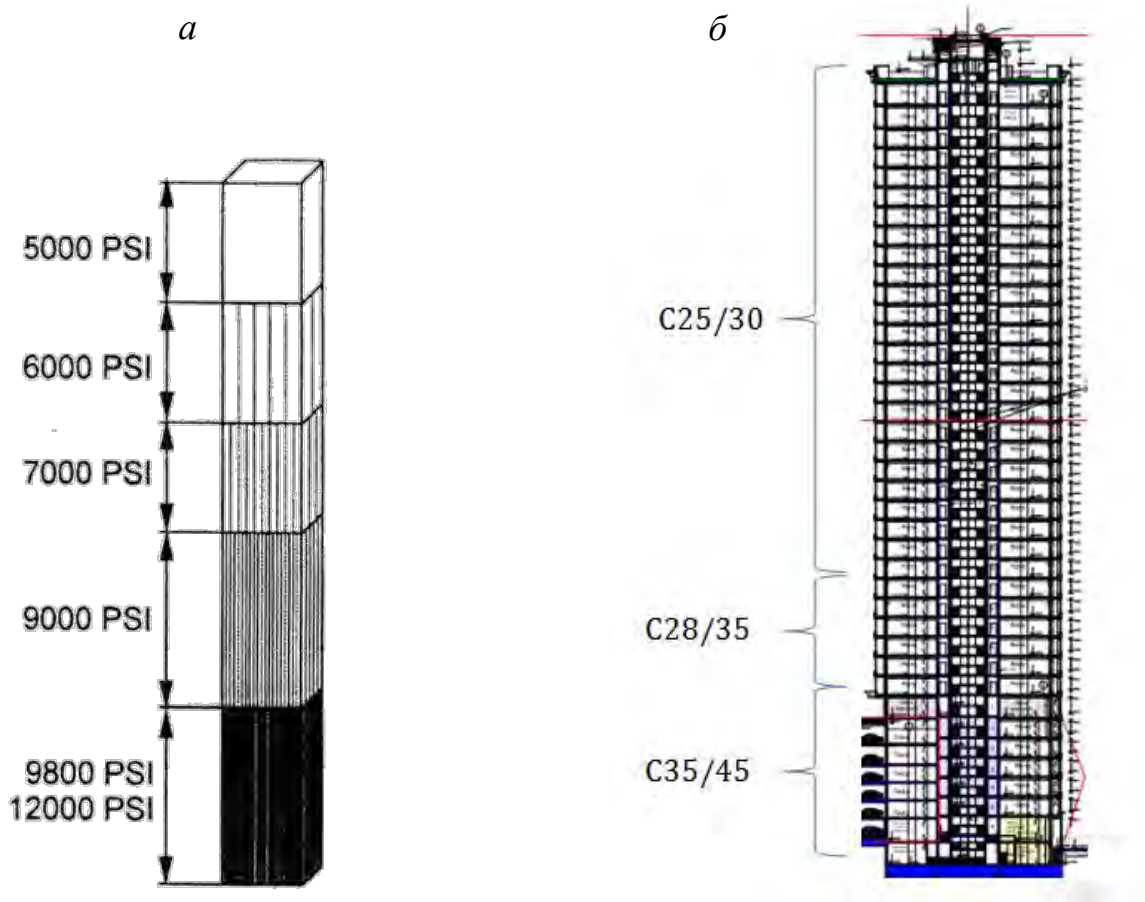


Рис 1. Розподілення класів бетону за висотою будівлі:
а – *Jin Mao* (Китай); б – по вул. Л.Первомайського (м.Київ)

Таблиця 1

Порівняння міцнісних характеристик арматури класу А400С і А500С

Клас арматури	А400С	А500С
Розрахунковий опір стиску і розтягу R_s , МПа	355	435
Нормативний опір стиску і розтягу R_n , МПа	400	500

б) використання підвищеного класу бетону. Цей варіант було використано згідно розрахунків, розподілення класу бетону за поверхами можна побачити на рис.1.

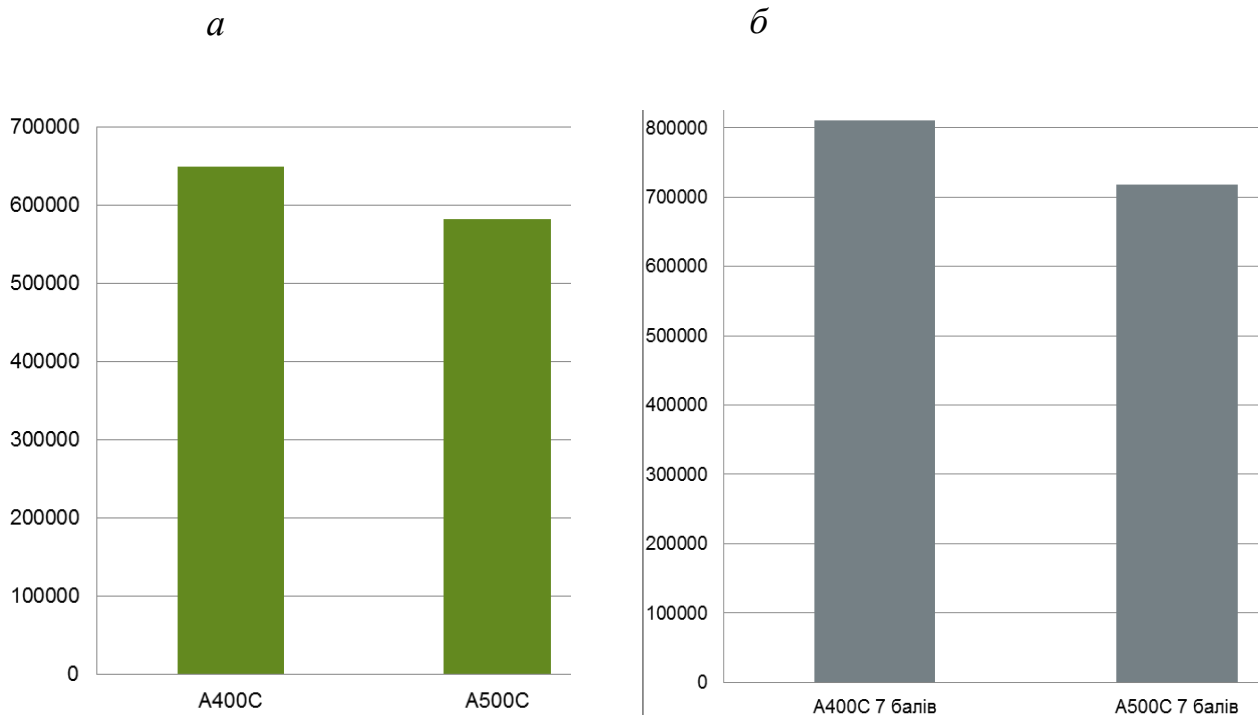


Рис 2. Витрати арматури (кг) на будівлю по вул. Л.Первомайського у Києві при сейсмічності інтенсивністю: *а* – 6 балів; *б* – 7 балів

При проектуванні будівлі у м. Києві замовником була поставлена теоретична задача можливості застосування проекту (рис. 3), що вже існує, у сейсмічній зоні без зменшення корисної площі. Оскільки м. Київ знаходиться у несейсмічній зоні, а сейсмічне навантаження для будівлі було прийняте в розрахунок інтенсивністю 6 балів, то для 7-бальної зони було розглянуто таку саму конструктивну схему будівлі з посиленням армуванням. Різниця витрати арматури склала 930.6 т (рис. 4). В той же час, було запропоновано застосувати сейсмоізоляцію в рівні нижнього поверху і були розглянуті варіанти сейсмоізоляторів під будівлею. Різниця по вартості виявилася біля 1 млн у. о., що свідчить про ефективність використання сейсмоізоляції не тільки для зменшення коливань будівлі, а й для економії коштів на її зведення.

Різниця арматури А400С для 7 і 6 балів складає: **930,6 т.**

Вартість 1 т арматури: **7000 грн.**

Збільшення вартості арматури: $7000 \cdot 930.6 = 6\,514\,200$ **грн.**

Вартість 1 сейсмоізолятора (разом з монтажем): 600 \$ = **7500 грн.**

Необхідна кількість сейсмоізоляторів: **90 штук.**

Загальна вартість сейсмоізоляторів: **675 000 грн.**

Додатково необхідно врахувати науково-технічний супровід, випробування сейсмоізолятора, затримку будівництва на час монтажу сейсмоізоляторів.

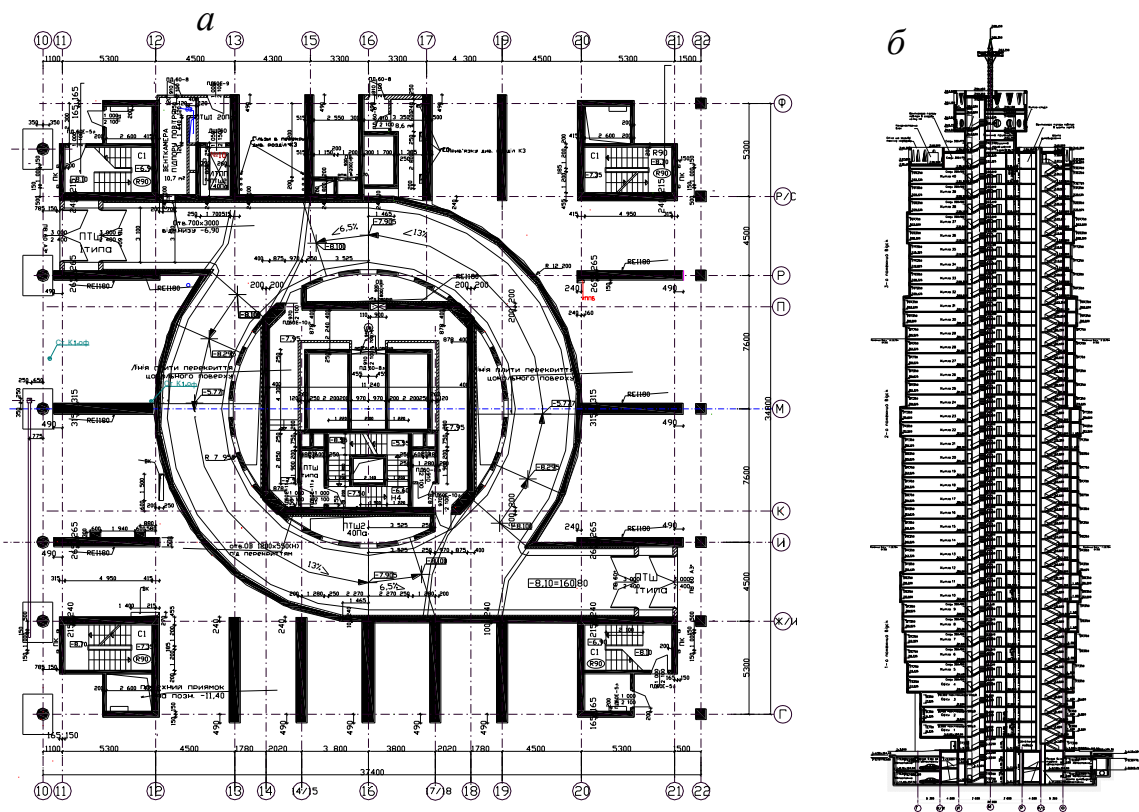


Рис 3. Будівля по вул. Кловський спуск, 7а у Києві:
 а – план в рівні нижнього поверху; б – розріз за висотою

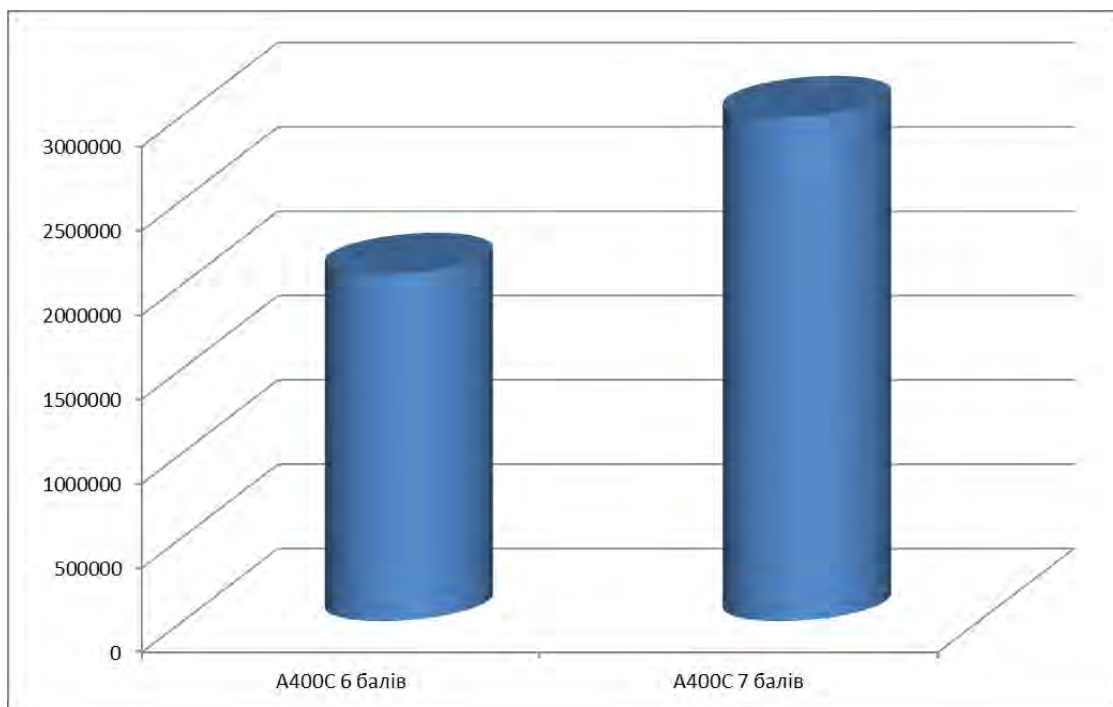


Рис 4. Різниця витрат арматури А400С для проекту будівлі, що застосовується для 6-бальної сейсмічної зони, та для 7-бальної зони

Висновки:

1. Використання більш високого класу арматури дозволяє зменшити вартість арматури на 10-15%;
2. Оптимізація класу бетону за висотою будівлі дає можливість зменшити вартість бетону, потрібного для будівництва;
3. Пошук оптимальних конструктивних схем необхідно проводити на всіх етапах проектування будівлі;
4. Використання сейсмоізоляторів дає економічний ефект при застосуванні вже існуючого проекту в зоні з вищим сейсмічним навантаженням;
5. Науково-технічний супровід проектування будівель підвищеної складності зменшує витрати на будівництво.

Література

1. ДБН В.1.1-12:2006. Будівництво у сейсмічних районах України. – К.: Мінбуд України, 2006.
2. Мономах 4.2. Примеры расчета и проектирования. Учебное пособие. С.В.Юсипенко, Л.Г.Батрак, Д.А.Городецкий, А.А.Лазарев, М.В.Лазнюк, А.А.Рассказов – К.: вид-во «Факт», 2007 – 292 с.
3. Інвестиційний проект «Коммерциализация тонкослойных резинометаллических элементов для систем виброизоляции, испытания и сейсмозащиты сооружений. Ормонбеков Т.О., Бегалиев У.Т. – Бишкек, 2008.
4. Немчинов Ю.И., и др. Проектирование зданий с заданным уровнем обеспечения сейсмостойкости / под ред. Ю.И. Немчинова. – К.: Гудименко С.В., 2012. – 384 с.

Аннотация

В работе приведены некоторые принципы, которых необходимо придерживаться при проектировании и строительстве высотных каркасно-монолитных зданий в сейсмических зонах для экономии материально-технических ресурсов. Показана возможность снижения затрат при использовании резино-металлических опор.

Ключевые слова: сейсмика, высотное здание, сейсмоизоляция, резино-металлические опоры.

Abstract

In the article some principles of designing and constructing high-rise buildings for saving costs are given. The possibility of decrease of costs using rubber supports is shown.

Keywords: seismicity, dynamic, high-rise building, Newmark, seismic isolation, rubber supports.