

ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОМІЦНОГО БЕТОНУ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ БАГАТОПОВЕРХОВОГО МОНОЛІТНО- КАРКАСНОГО БУДИНКУ

Бокій В.В., *зр. ПЦБ-615 м(п)*

*Науковий керівник – Майстренко О.Ф., к.т.н., доцент (кафедра
Залізобетонних конструкцій та транспортних споруд, ОДАБА)*

Анотація. В даному дослідженні була розглянута можливість застосування високоміцного бетону класу С70 для вертикальних несучих конструкцій монолітно-каркасного багатоповерхового будинку.

Актуальність. В даний час в світовій будівельній практиці досить активно використовують високоміцні бетони (класом вище С50/60). Такі бетони, володіють низкою переваг та дозволяють елементам сприймати великі зусилля при менших розмірах перетину і зменшувати кількість необхідної робочої арматури.

Під високоміцним бетоном розуміють щільні бетони класу міцності вище С55 (С60/70) [1]. В Європі розроблені стандарти для бетонів класу міцності аж до С100. Європейські норми передбачають класи міцності від LC55 до LC80 [2].

Для виробництва високоміцного бетону водо-цементне відношення (відношення В/Ц) має бути значно нижче 0,4, за рахунок чого зменшується пористість і підвищується міцність матриці цементного каменю [3].

При мінімальному водо-цементному відношенні і, отже, низькому вмісту води в суміші легкоукладальність бетону в реальних умовах досягається лише за рахунок збільшення вмісту в'язучого, також за рахунок додавання пластифікатора. Зерна заповнювача повинні мати високу міцність та за можливістю високий модуль пружності. Також необхідно мати дуже хороше зчеплення між зернами заповнювача і матрицею цементного каменю. В даному випадку чудовий результат досягається за рахунок додавання пуцоланових в'язучих.

Склад суміші для високоміцних бетонів визначається відповідно до галузі застосування і піддається спеціальній перевірці. У таблиці 1 [4] наведені зразки складів сумішей для високоміцних бетонів класу за міцністю С70 і С80.

Таблиця 1

Склад високоміцних бетонів

Компоненти	Вміст (кг/куб м бетону)	
	С 70	С80
ПЦ 1-500 Н	380	450
суспензія мікрокремнезему, що складається з:	60	90
води	30	45
твердої речовини	30	45
Зола-унос кам'яного вугілля	60	-
Заповнювач	1812	1776
Пісок 0/2 мм (30%)	544	533
Щебінь 2/8 мм (25%)	453	444
Щебінь 8/16 мм (45%)	815	799
Вода затворення	89,8	78,6
Пластифікатор (П), що складається з:	16	22
води	10,4	14,3
твердої речовини	5,6	7
Уповільнювач твердіння (У), що складається з:		1
води		0,75
твердої речовини		0,22
Поліпропіленова фібра	-	2
Вміст повітря	-	-
Всього:	2417	2420

Головним завданням при виробництві високоміцних бетонних сумішей є забезпечення достатньої легкоукладальності бетонної суміші протягом часу, необхідного для якісного укладання бетонної суміші в форму. Для цього необхідні:

- постійний контроль вологості заповнювачів;
- висока точність дозування;
- використання змішувачів, які відрізняються високою швидкістю змішування;
- визначення правильної послідовності завантаження компонентів суміші і точної тривалості змішування;
- при роботі з товарним бетоном важливо враховувати час, необхідний для транспортування і укладання бетону, і співвідносити його з початком твердіння, та при необхідності слід додавати сповільнювач.

Догляд значно впливає на якість бетону. Перевагу слід віддавати вологій обробці, тривалість догляду повинна становити не менше трьох днів [4]. Щоб уникнути помилок при виробництві, укладанні і догляду за бетоном, необхідно скласти план контролю якості [2].

Високоміцні бетони значно швидше набирають міцність, ніж традиційні бетони. Причиною цього є низьке водо-цементне відношення, а також більш активне виділення тепла внаслідок швидкої гідратації і високий вміст цементу. Зростання міцності на розтяг і модуля пружності за часом відбувається ще швидше, ніж зростання міцності на стиск. Відповідно підвищенню класу міцності бетону на стиск зменшується приріст міцності бетону на розтяг [5].

Отже, застосування високоміцних бетонів пропонує наступні переваги [4]:

- зменшення габаритів опалубки для колон, балок і стінових елементів;
- зменшення будівельної товщини або збільшення несучої здатності конструкцій, що працюють на вигин;
- скорочення витрати бетону і арматури і, відповідно, транспортувальної і монтажної маси;
- більш високу початкову міцність, більш ранню розпалубку, що забезпечує можливість більш ранньої експлуатації елемента;
- більш високу щільність, водо- і газонепроникність за рахунок низького вмісту капілярних пор;
- більш високу зносостійкість;
- підвищений корозійний захист арматури за рахунок надзвичайно повільного поширення карбонізації;
- підвищену стійкість до хімічно активних речовин.

У зв'язку зі сказаним, метою цієї статті є дослідження та порівняння розрахунків 12-ти поверхової будівлі з використанням високоміцного бетону класу С70/85 та важкого бетону класу С16/20.

Розрахунок проводився для 12-ти поверхової будівлі готельного комплексу з паркінгом. Об'єкт представляє собою будівлю «Г-подібної» форми з підвальним поверхом, з розмірами в плані 30×30 м і висотою 41,6 м (рис. 1), що запроектована за схемою безригельного каркаса. Плити перекриття та покриття мають товщину 200 мм. Елементами, що сприймають вертикальні навантаження, служать колони перерізом 400×400 мм, діафрагми та ядра жорсткості. Стіни ліфтових шахт мають товщину 400 мм, решта діафрагм товщиною 200 мм.

Спочатку розрахунок будівлі і підбір арматури проводився в програмному комплексі «ЛІРА-САПР» із застосуванням важкого

бетону класу С16/20 та арматури класу А400С. На рис. 2 наведений загальний вигляд скінченно-елементної моделі будівлі, після її триангуляції з програми «Аналітика» в середовищі ПК ЛІРА-САПР.

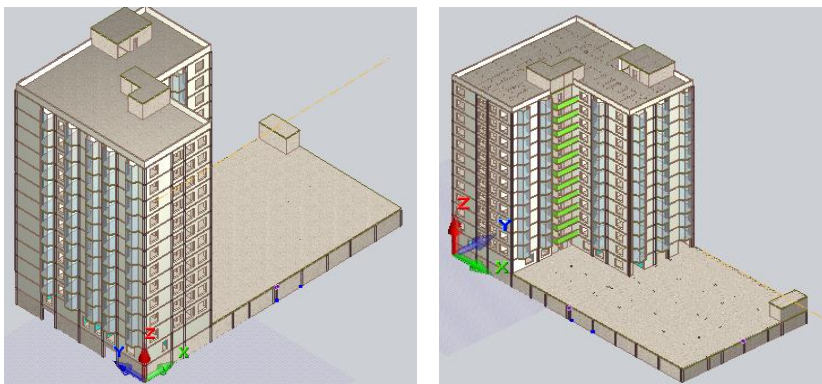


Рис. 1. Тривимірна модель будівлі

Розрахункові параметри триангуляції були прийняті наступними: вертикальні елементи – розбиття по 0,5 м, горизонтальні – сітка 0,5 м. Вибір методу триангуляції був залишений за замовчуванням (Метод 1). Жорсткісні параметри були задані при завданні конструктивних елементів при формуванні розрахункової схеми.

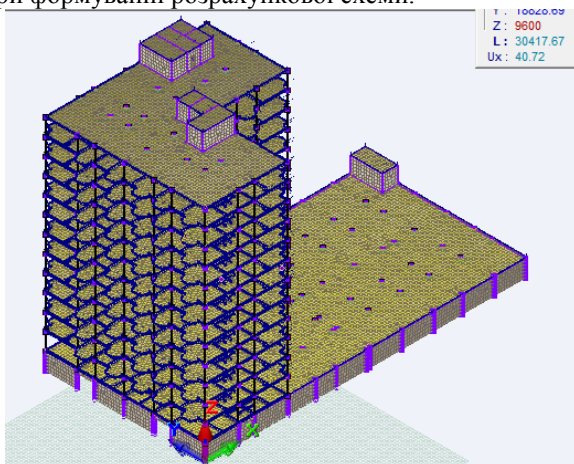


Рис. 2. Комп'ютерна модель будівлі. Загальний вигляд

Після розрахунку було отримано наступне армування елементів будівлі:

- колони: вертикальна арматура 4Ø12A400С (переріз 400×400мм);
- діафрагми жорсткості: вертикальна арматура Ø12A400С з кроком 200мм, горизонтальна арматура Ø8A400С з кроком 200мм (товщина 200мм);
- плита перекриття: нижнє армування Ø10A400С з кроком 200мм, верхнє армування Ø10A400С з кроком 200мм, додаткове армування Ø14A400С з кроком 200мм (товщина плити 200мм).

Другим етапом проводився розрахунок будівлі із застосуванням високоміцного бетону класу С70/85. Оскільки, будівля «Готелю» має не велику поверховість (12 поверхів), то бетон високої міцності доцільно застосувати для вертикальних елементів – колон та діафрагм жорсткості.

Розрахунок будинку проводився зі зменшенням розміру поперечного перерізу колон з 400мм до 300мм та діафрагм жорсткості з 200мм до 120мм. При такому зменшенні геометричних розмірів вертикальних несучих елементів можливо отримати збільшення корисної площі на весь будинок до 80м². На рис. 3 наведена схема розміщення вертикальних несучих елементів, які задавались з високоміцного бетону класу С70/85.

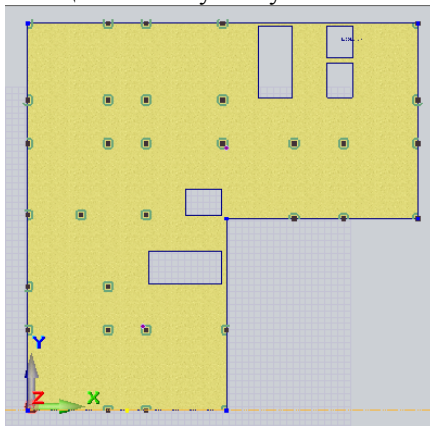


Рис. 3. Схема розміщення вертикальних несучих елементів

Розрахунок будівлі і підбір арматури проводився в ПК «ЛІРА-САПР». Результати розрахунку показали, що для колони достатньо армування 4Ø12A400С, розташованих в кутах перерізу колони 300×300мм.

Розрахунок 6-ти метрової діафрагми (у вісях Г-В/3-4 по всій висоті будівлі) проводився при товщині 120мм. Армування діафрагми жорсткості прийнято по обидва боки вертикальними стрижнями Ø12 А400С з однаковим кроком 300мм та горизонтальними стрижнями Ø8 А400С з різним кроком: 200мм в місці примикання до плити перекриття і 400мм в середній частині.

Отримані результати розрахунку показали, що застосування високоміцного бетону зменшує розрахункову площу робочої арматури та дозволяє зменшити бетонний переріз вертикальних несучих елементів.

Висновки та результати. Високоміцні бетони, мають низку переваг: дозволяють елементам сприймати більші зусилля при менших розмірах перерізу і зменшувати кількість необхідної робочої арматури. Зменшення перерізів залізобетонних елементів, в свою, чергу підвищує їх ефективність і економічність, оскільки зменшуються напруження від власної ваги.

Дослідження та розрахунки 12-ти поверхової монолітно-каркасної будівлі показали, що при застосуванні бетону класу С70/85 для вертикальних несучих конструкцій дає можливість зменшення перерізу колон з 400×400мм до розмірів 300×300мм і зменшення кількості армування на 15%. Для діафрагм жорсткості розрахунком була перевірена можливість зменшення їх товщини до 120мм, при зменшенні армування на 20%.

Наведені вище розрахунки підтверджують ефективність застосування високоміцних бетонів в сучасному монолітно-каркасному будівництві.

Література:

1. ДБН В.2.6-98: 2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. К. 2009.
2. EN 1992-1 Eurocode 2: Design of concrete structures. Part 1: General rules and rules for building. European Committee for Standardization. Brussels, 2004. p. 52.
3. Roy D. M., Gouda G. R. Optimization of Strength in Cement Pastes. Cement and Concrete Research, Vol. 5, 1975, No. 2, S. 153-162.
4. Мещеринов В. Высокопрочные и сверхпрочные бетоны: технология производства и сферы применения. Издание «СтройПРОФИЛЬ №8 (70)». Санкт-Петербург, 2008. С. 32-35.
5. Mechtcherine V., Muller H. S. Fracture behaviour of High Performance Concrete. Finite Elements in Civil Engineering Applications, M.A.N. Hendriks & J.G. Rots (eds.), Balkema Publishers, Lisse, The Netherlands, pp. 35-44, 2002.