

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ РЕКОНСТРУКЦІЇ І ПОСИЛЕННЯ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД У СКЛАДНИХ УМОВАХ

© Петренко Ю.В., 2010

Викладено актуальні проблеми реконструкції та посилення будівель в складних інженерно-геологічних умовах, умовах щільної забудови та в умовах впливу особливих навантажень включно з людським фактором. На прикладі підсилення конструкцій багаторівневого паркінгу розроблено методику відновлення ушкоджених бетонних поверхонь без загального демонтажу конструкцій.

Ключові слова: реконструкція, посилення, міцність, стійкість, тривкість, сейсмічні впливи, щільна забудова, інженерно геологічні умови, помилки при проектуванні та будівництві.

In the article the issue of the day is expounded on a reconstruction and strengthening of buildings in difficult engineer geological terms, terms of dense building and in the conditions of influencing of the special loadings inclusive with a human factor. On the basis of example of strengthening of constructions of multilevel parkingu the method of proceeding in the damaged concrete surfaces is developed without the general dismantling of constructions.

Keywords: reconstruction, strengthening, durability, firmness, durability, seismic influencing, dense building, engineer geological terms, errors at planning and building.

Постановка проблеми

Зведення будівель та їх технічна експлуатація в сучасних умовах значною мірою залежать як від кваліфікації будівельників, наявності фінансування, так і від спеціалістів-експлуатаційників.

На сучасному етапі розвитку будівельної галузі України існує тенденція до збільшення обсягів робіт із будівництва та реконструкції в умовах щільної міської забудови, до освоєння територій із складними інженерно-геологічними умовами, до зниження рівнів підвалів існуючих будівель та освоєння підземного простору.

Існує велика кількість будівель із застосуванням в основних несучих конструкціях металу, цегляної кладки чи залізобетону, побудованих у період із середини XIX століття і дотепер. Конструктивні рішення і характеристики міцності несучих конструкцій цих будівель часто не відповідають вимогам чинних норм будівництва. Для сучасних каркасно-кам'яних будівель, конструктивні рішення яких рекомендуються для будівництва в сейсмічних районах, в умовах щільної забудови чи на ділянках зі складними інженерно геологічними умовами відсутня чітка методика розрахунку з використанням програмного забезпечення, оскільки в кожному конкретному випадку необхідно оцінити вплив особливих факторів.

При цьому в багатьох випадках існуючі будівлі зазнають значних ушкоджень (тріщини і розломи в стінах та фундаментах, зсуви плит перекриттів, перекося конструкцій тощо), спричинених нерівномірними осіданнями, які починають розвиватися з будівельних робіт нульового циклу і тривають на етапі експлуатації. В цих умовах особливо актуальною стає задача визначення напружено-деформованого стану ґрунтових основ як нових, так і існуючих поряд із зоною забудови будівель.

Як відомо, напружено-деформований стан ґрунтів основ будівель і споруд істотно залежить не тільки від фізико-механічних характеристик ґрунтів, гідрогеологічних умов будівельного майданчика, типу навантажень та конструктивних рішень фундаментів, але й від технології і послідовності виконання будівельних робіт, відстані між будівлями, типу захисних споруд і т. д. Аналіз НДС основ будівель і споруд при цьому може бути виконаний лише із залученням програм, у яких реалізовані

моделі нелінійної механіки ґрунтів і які дають змогу урахувати всі вищезазвані фактори на всіх етапах будівництва та експлуатації. Тому розроблення і впровадження у практику проектування методики оцінювання впливу комплексу факторів на напружено-деформований стан споруд із застосуванням математичного моделювання є сьогодні актуальним напрямком проектування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Оцінка технічного стану конструкцій і будівлі загалом є першочерговим завданням для ухвалення об'єктивного рішення про можливість експлуатації існуючої будівлі або виконання ефективних заходів з відновлення експлуатаційних властивостей споруди. Нагальна необхідність у подібних рішеннях виникає при втраті експлуатаційної придатності будівель внаслідок впливу особливих зовнішніх факторів, в умовах реконструкції при розширенні функціональних потреб будівель старої забудови, при збільшенні поверховості, при капітальному ремонті, внаслідок аварійних ситуацій і т. д.

Сьогодні питання оцінки технічного стану конструкцій і будівлі загалом залишається до кінця не вирішеним, оскільки відсутня методика розрахункової оцінки технічного стану будівель, виконаних з кам'яних, залізобетонних чи дерев'яних конструкцій за результатами розрахунку методом скінчених елементів. Поява ушкоджень існуючих будівель в умовах щільної забудови обумовлена недостатньою достовірністю розрахунків напружено-деформованого стану проектувальниками внаслідок відсутності в нормативних документах чітких указівок для оцінювання і обмеження додаткових, насамперед нерівномірних, осідань основ їх фундаментів. При цьому дуже важко оцінити несучу здатність фундаментів.

Найдостовірнішим методом визначення несучої здатності є натурне випробування палі вертикальним статичним навантаженням, набагато менше достовірними – методи статичного зондування ґрунту (достовірність 73–76 %), розрахунки за таблицями СНиП (достовірність 60–65 %), динамічні випробування паль – (достовірність 58–62 %) [6].

Норми проектування будівельних конструкцій в основному орієнтовані на проектування нових будівель і містять лише загальні вказівки або тільки деякі окремі випадки щодо посилення і реконструкції, особливо в складних інженерно-геологічних умовах. При обстеженні будівель виявляють конструктивні рішення, які не відповідають вимогам, а іноді і не передбачені нормами. Пряме виконання вимог норм проектування, особливо конструктивних, неможливо в існуючих історичних будівлях та пам'ятках архітектури. У цих випадках необхідний поглиблений аналіз із застосуванням програмного забезпечення

Забезпечення цілості будинків і споруд протягом нормативного терміну експлуатації, збільшення міжремонтного проміжку експлуатації будівельних конструкцій є одним із головних факторів підвищення рівня ефективності використання капітальних будівель і споруд. Проблема забезпечення довговічності будівельних конструкцій, з одного боку, пов'язана зі значним терміном експлуатації будівель, а з іншого – з відсутністю належного фінансування, низькою кваліфікацією спеціалістів-експлуатаційників та елементарним людським фактором.

Виклад основного матеріалу

Аналіз негативного впливу людського фактору на спорудження залізобетонних конструкцій проведено на прикладі монолітної залізобетонної п'ятирівневої автостоянки, що споруджувалась на одному з гірськолижних курортів Івано-Франківської області. Метою дослідження було оцінити залишкову несучу здатність елементів каркаса та перекриттів в результаті недбалого бетонування в зимовий період та дати рекомендації щодо можливого їх посилення.

Конструктивні рішення

- Споруда автостоянки автомобілів п'ятирівнева з розмірами в плані 93,5 м у повздовжньому напрямку та 72,6 м у поперечному напрямку.
- Висота поверхів: першого – 5100 мм; другого – п'ятого – 3100 мм

Фундаменти

Основою фундаментів згідно з інженерно-геологічними висновками служать перешарування аргілітів, піщаників і алевролітів тріщинуватих зниженої міцності.

Відповідно до інженерно-геологічних висновків фундаменти запроектовані одиничними. По підшвах фундаментів нижче підлог влаштовані балки між фундаментами по цифрових осях. Для рівномірного розподілу поперечних сил та сприйняття корисного навантаження, по верху фундаментів і балок влаштовується плита завтовшки 250 мм.

Усі фундаменти запроектовані нижче позначки залягання глини, що дає змогу уникнути зсуву у разі її замочування. Площа підшви фундаментів є достатньою для сприйняття поперечних зсувних навантажень від підпірних стінок. Сумісну роботу фундаментів на зсув забезпечує об'єднання балок та плити у жорсткий диск.

Фундаменти відповідають вимогам ДБН В.1.1-12:2006 “Будівництво у сейсмічних районах України”, зокрема пп. 3.1 та 3.2.

Каркас

- Каркас автостоянки запроектовано в жорсткій конструктивній схемі з повздовжніми ригелями. На рівні 5-го поверху на позначці 17,70 влаштовано поперечні ригелі, на які передбачається спирання елементів надбудови.
- Крок колон у повздовжньому та поперечному напрямках прийнято 5,1 та 7,7 м.
- Споруда автостоянки розділена деформаційними швами вздовж та впоперек на чотири каркасні блоки.
- Перші два блоки каркасу до деформаційного шва довжиною 43.2 м – це багато пролітна рами. Осі першого ряду колон рам зміщені від осі підпірної стіни на 1,0 м з тим, щоб горизонтальні зусилля від підпірної стіни передавались на плити перекриття.
- Перерізи колон перших двох блоків прийнято 400 x 400 і ригелів 600 x 400 мм.
- Два інші блоки каркаса після деформаційного шва завдовжки 48,3 м – дев'ятипролітні рами, які сприймають навантаження від власної ваги і запроектовані в тій самій жорсткій конструктивній схемі.
- Перерізи колон двох інших блоків прийнято 400 x 400, 500 x 500, 1000 x 500 та ригелів 600 x 400, 1200 x 500 мм.

Для всіх конструкцій каркаса вибрано марки бетону:

- для колон – кл. В-25, морозостійкість F-300;
- для ригелів і плит – кл. В-20, морозостійкість F-300.

Для армування колон та ригелів використані арматурні просторові каркаси та сітки.

Арматурні каркаси виготовлялися методом в'язання.

Перекриття

Перекриття – монолітна залізобетонна плита завтовшки 200 мм, яка спирається на ригелі каркаса розміром 400x600 мм

Підпірна стіна заввишки 9,0 м прийнята як багатопролітна плита (три прольоти) з опертям по висоті на плити перекриття каркаса.

Підпірна стіна в рівні першого поверху заввишки 5,0 м прийнята як багатопролітна плита з опертям на колони каркаса.

Конструкції підпірних стін запроектовані з монолітного залізобетону марки В-20 за міцністю, марки В-4 за водонепроникністю та F-300 за морозостійкістю.

Сходи запроектовані монолітні залізобетонні з шириною маршів 1200 мм та висотою сходинок 165 мм. Сходові марші і площадки приєднували до плит перекриттів за допомогою замоноличування випусків арматури плити перекриття.

Результати натурних та лабораторних досліджень

У результаті проведеного обстеження виявлено дефекти при бетонуванні колон та перекриття 5-го рівня паркінгу на позначки 17,700

Причиною утворення дефектів у ригелях та плитах перекриття є складні умови бетонування в зимовий період. Внаслідок потрапляння снігу в опалубку з подальшим його замерзанням утруднилось проникнення бетонної суміші до нижньої робочої зони елементів ригелів та плит перекриття.

Недостатньо ретельне вичищення опалубки від снігу безпосередньо перед бетонуванням (рис.1, 2) спричинило той факт, що бетонна суміш в окремих місцях не змогла проникнути до нижньої робочої арматури, оскільки остання знаходилась під шаром снігу та льоду. Під час подальшого розмерзання і танення снігу вода витекла з опалубки, залишивши раковини непробетонованих поверхонь на ригелях і плитах.



Рис.1. Дефекти в основних елементах каркасу внаслідок неякісного бетонування в зимовий період



Рис. 2. Дефекти в монолітній плиті перекриття внаслідок неякісного бетонування в зимовий період

У місцях контакту бетонної суміші з льодом утворився прошарок цементного молока, що не має достатньої міцності та зчеплення з арматурою. Величина ділянок з кавернами в ригелях сягає до 100–140 мм , в плитах – 15–30 мм.

Для перевірки міцності існуючого перекриття був проведений математичний розрахунок каркаса будівлі загалом на проектне навантаження 300 кг/м² від власної ваги та 700 кг/м² від корисного навантаження методом скінченних елементів (рис. 3, 4)

Розраховували два варіанти каркаса.

1-й варіант проектний, тобто такий, що передбачений проектом з поздовжніми і поперечними ригелями 400x600 мм та плитами завтовшки 200 мм.

2-й варіант дефектний – з відсутніми ригелями в місцях неякісного бетонування та плитами завтовшки 200 мм.

Як показали результати розрахунку, внаслідок ушкодження окремих ригелів відбувається перерозподіл загальних внутрішніх зусиль між елементами каркаса. У результаті цього перерозподілу опорні і прольотні моменти в плитах змінюються незначною мірою, що дає змогу сприйняти їх за допомогою елементів підсилення без демонтажу ушкоджених конструкцій (див. рекомендації п.б). А встановлена фактично поздовжня робоча арматура ригелів і плит забезпечує необхідний запас міцності та жорсткості.

У результаті проведених досліджень та розрахунків розроблено технологічну схему виконання робіт з відновлення залізобетонних конструкцій методом торкретування.

1.1. Технологічна схема розроблена для відновлення елементів монолітних залізобетонних конструкцій з використанням технічних описів до спеціальних матеріалів, що використовуються при приготуванні торкретувальних сумішей та виконанні підготовчих робіт

1.2. Повноцінне відновлення ушкоджених конструкцій можливе за умов контролю за якістю виконання робіт, виконання робіт із залученням кваліфікованих робітників, використання в роботі відповідних інструментів, машин та обладнання з дотриманням безпечних умов праці.

1.3. Рекомендовані матеріали для торкретування подано у таблиці.

Рекомендовані матеріали для торкретування

№ з/п	Назва матеріалу	Відповідність нормативним документам	Примітки
1	Пісок кварцовий	ГОСТ 8735	Розмір частки до 0,25 мм
2	Портландцемент ПЦ 500	ДСТУ БВ 2.7-46-96	Допускаються вищі марки
3	Антикорозійний матеріал Fibre prime	СВ №017596 від 05.05.2000	
4	Компонент адгезійного розчину Альфакон Праймер – 2 акриловий	ТУ У В 2.7-26.6-32662048-002.2007	Затворюється на воді з піском та цементом
5	Матеріал для торкретної суміші Spray Con WS ST	СВ №017597 від 05.05.2000	Змішується з піском цементом та водою
6	Вода		РН ≤ 4 мінералізація ≤ 5000 мг/л

Рекомендована послідовність процесу відновлення несучої здатності

- Збивання баластного (зруйнованого) бетону.
- Водоструменеве очищення бетонних поверхонь.
- Збивання бляшок з арматури та її зачищення дротяними щітками, піскоструменеве, піско-, водоструменеве очищення арматури.

- Повторне водоструменеве очищення.

- Нанесення антикорозійного матеріалу «Fibre prime» на арматуру та закладні деталі.

Нанесення за допомогою хопера адгезійного шару на поверхні, що підлягають відновленню з прилягаючими ділянками здорового бетону (10–15 см в усі боки). Суміш для виконання адгезії готується безпосередньо перед використанням в пропорції 1:1 кварцового піску з цементом та затворюється на матеріалі «Альфакон Праймер-2».

- Відновлення зруйнованого бетону шляхом торкретування з використанням у суміші матеріалу Spray Con WS ST згідно з технічним описом матеріалу. Водоцементне співвідношення в суміші повинно становити 0,3–0,29. В окремих випадках допускається виконання робіт вручну з використанням тих самих матеріалів.

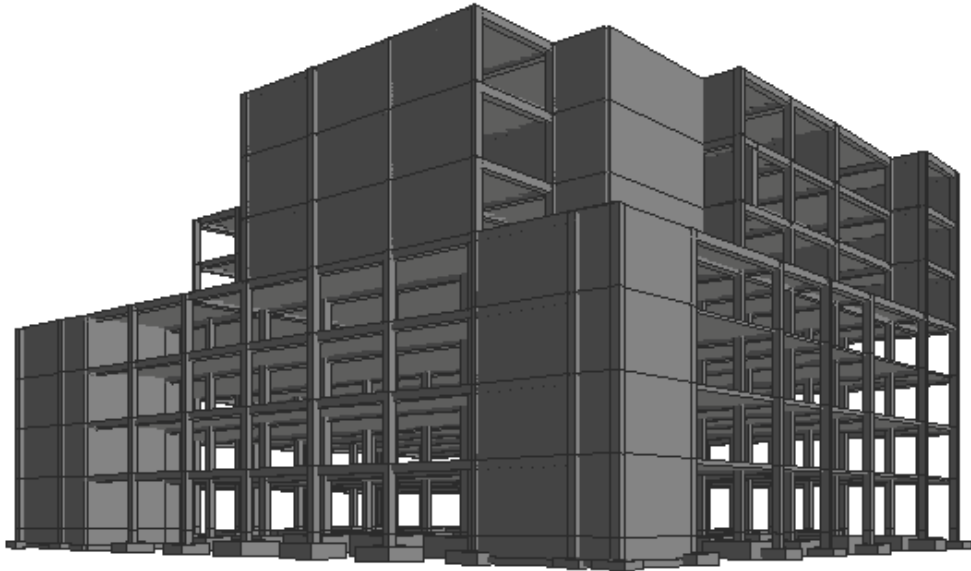


Рис. 3. Аксонометрична схема об'єкта, що підлягав розрахунку

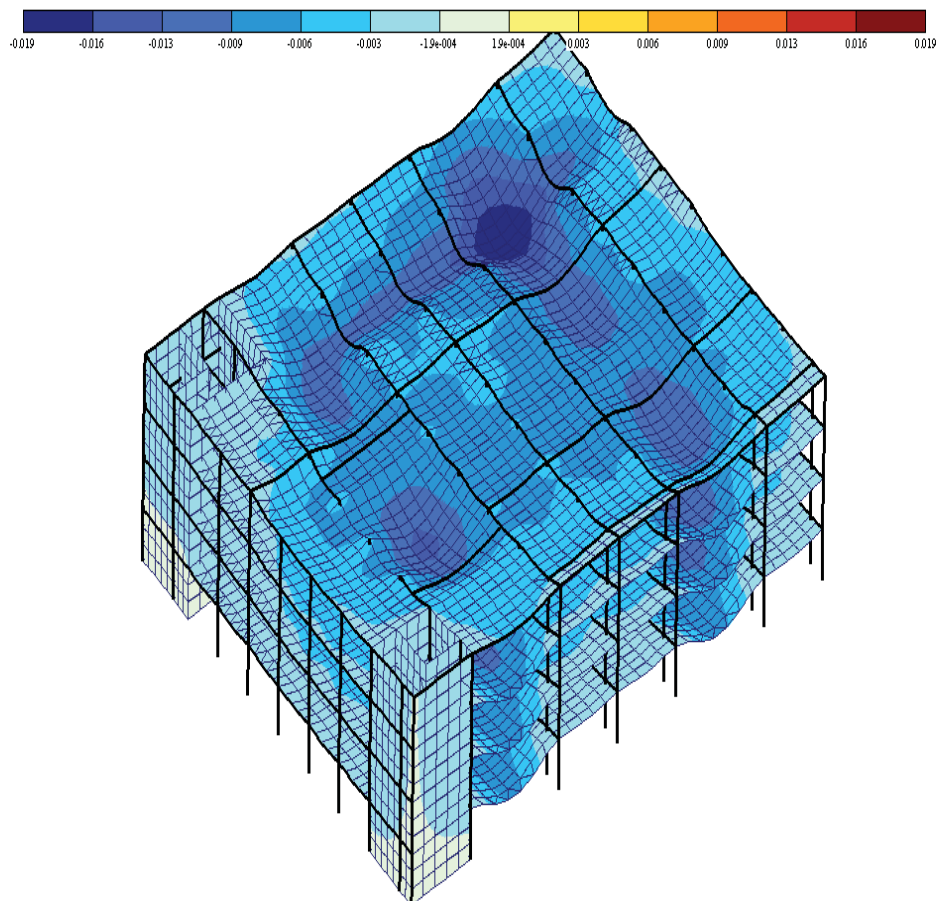


Рис. 4. Графічна модель прогинів ригелів та плити на позначці 17,700 з ушкодженими ригелями, які не увійшли до розрахунку при товщині плити 200 мм

7. На ділянках, де товщина зруйнованого бетону перевищує 10 см, перед торкретуванням наносять кристалізаційний матеріал типу Ксайпекс Концентрат, Пенетрон чи інші (для зміцнення старого бетону).

8. Поверхні відновленого бетону вирівнюють терками.

9. Нанесення на поверхні відновлених конструкцій кристалізаційного матеріалу Пенетрон з витратою 0,7–0,8 кг/м² (для зміцнення старого бетону).

10. Підтримання відремонтованих поверхонь у вологому стані протягом 14-ти календарних днів у разі використання кристалізаційних матеріалів.

11. Ділянки зруйнованого бетону з тріщинами, що з різних причин не підлягають ремонту в описаний вище спосіб, ремонтуються шляхом ін'єктування синтетичними матеріалами під тиском.

Роботи з відновлення несучої здатності проводять з використанням підпірних стійок, які демонтуються після остаточного схоплення виклейок.

Зусилля, з яким підпираються стійки, повинно розраховуватись так, щоб послабити натягнення нижніх рядів арматури на 65–85 %. Після демонтажу стійок частину навантаження приймає на себе виклейка.

Для виконання ремонтних робіт використовують портландцемент марки не нижче 500. Використання шлакових цементів не допускається.

Пісок використовується тільки чистий кварцовий з розміром часток не більше 0,25 мм.

Висновок

Сучасні методи посилення будівельних конструкцій, як цегляних, металевих, так бетонних і залізобетонних, припускають або введення додаткових елементів, або збільшення розмірів існуючих. Практично в усіх випадках елементи посилення бетонних і залізобетонних конструкцій виконуються з бетону, що повинен мати визначені експлуатаційні властивості, що забезпечують його довговічність і спроможність сприймати навантаження без руйнації. Крім цього, при посиленні будівельних конструкцій повинна забезпечуватися спільна робота елементів посилення з існуючими елементами будівельних конструкцій. Тому матеріали, призначені для посилення будівельних конструкцій, повинні мати високу міцність зчеплення з існуючими конструктивними елементами, а бетони, призначені для посилення будівельних конструкцій, що експлуатуються в умовах дії агресивних середовищ, ще і високу щільність і стійкість до негативного впливу цих середовищ.

Сьогодні розроблено потужні засоби аналізу напружено-деформованого стану несучих систем будівель і споруд. Посібники із застосування програмних комплексів розкривають їхні можливості і засоби моделювання. Проте для того, щоб звести до мінімуму негативний вплив людського фактора на спорудження відповідальних об'єктів, необхідно залучати спеціалістів з ведення як технічного, так і авторського нагляду за будівництвом. Це значно скоротить вартість будівництва та експлуатації будівель та споруд.

1. Основания, фундаменты и подземные сооружения / М.И. Горбунов-Посадов, В.А. Ильичев, В.И. Крутов и др. – М.: Стройиздат, 1985. – 480 с. 2. Руководство по выбору проектных решений фундаментов / НИИОСП им. Н.М. Герсеванова. – М.: Стройиздат, 1984. – 207 с. 3. Руководство по проектированию свайных фундаментов / НИИОСП им. Н.М. Герсеванова. – М.: Стройиздат, 1980. – 151 с. 4. Свайные фундаменты: СНиП 2.02.03-85. – М., 1985. 5. Улицкий В.М., Шапкин А.Г. Геотехническое сопровождение реконструкции городов (обследование, расчеты, ведение работ, мониторинг). – М.: Изд-во АСВ, 1999. – 327 с. 6. Єфременко В.М. та ін. Про влаштування фундаментів в системах цільної забудови. 7. Шишкін О.О. Спеціальні бетони для підсилення будівельних конструкцій, які експлуатуються в умовах дії агресивних середовищ: Дис. ...д-ра техн. наук: 05.23.05 / Придніпровська держ. академія будівництва та архітектури. – Машинопис. 8. Голов О.О. Деформації основ фундаментів будівель в умовах цільної міської забудови: Дис... канд. техн. наук: 05.23.02 / Полтавський національний технічний ун-т ім. Юрія Кондратюка. – Полтава, 2004. – Машинопис.