

Банах А.В., Ткаченко В.Б., Вазі-Мукахаль В.Б., Гальченко О.В.

ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДОДАТКОВИХ ЗАХОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОБ'ЄКТІВ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ, ЩО ЕКСПЛУАТУЮТЬСЯ, В КОМПЛЕКСІ ІНЖЕНЕРНОЇ ПІДГОТОВКИ НОВОГО БУДІВНИЦТВА

Визначено чинники, що виникають на етапі експлуатації міських об'єктів при здійсненні поряд нового будівництва, та не могли бути врахованими у їх проектах. Показано вплив нового будівництва, припиненого на стадії земляних робіт, на напружено-деформований стан несучих конструкцій серійної будівлі, що експлуатується тривалий час в складних інженерно-геологічних умовах при ущільненні міської забудови. Обґрунтовано необхідність застосування додаткових заходів забезпечення надійності об'єктів міської забудови, що експлуатуються, в комплексі інженерної підготовки нового будівництва.

Ключові слова: інженерна підготовка, інженерний захист, будівля, що експлуатується тривалий час, нове будівництво, котлован, довгобуд, напружено-деформований стан.

Одним з визначальних завдань при комплексній реконструкції міських територій, в тому числі забудови міст, що останнім часом має тенденції до ущільнення, а також при проектуванні та експлуатації об'єктів будівництва, є забезпечення надійності та довговічності несучих конструкцій споруд протягом усього їх життєвого циклу. В багатьох випадках міські об'єкти, розташовані у складних інженерно-геологічних умовах, зазнають значних ушкоджень, спричинених нерівномірним осіданням ґрунтів або їх просадкою, які з'являються з початком земляних робіт і тривають на стадії експлуатації.

Відомо, що при проектуванні зведення будівель і споруд передбачаються заходи з інженерної підготовки майданчика самого нового будівництва та інженерного захисту оточуючої території – у разі необхідності та в межах будівельних норм. Тим не менше, з часом будівлі та споруди, що експлуатуються тривалий час поряд з новим будівництвом, одержують деформації, які значно погіршують технічний стан міських об'єктів та суттєво знижують їх експлуатаційні характеристики. Така ситуація обумовлена відсутністю експертизи технічного стану та перевірочних розрахунків напружено-деформованого стану несучих конструкцій об'єктів міської забудови, що експлуатуються, при проектуванні поряд нових будівель і споруд, які передували б плануванню нового будівництва [1]. Це насамперед актуально для умов щільної міської забудови, що як правило притаманно центральним частинам історичних міст, більшість об'єктів яких має особливу цінність як архітектурні або історичні пам'ятки.

Необхідно окремо зазначити, що в чинних законодавчих і нормативних документах будівельної галузі відсутні вимоги щодо обов'язкового визначення фактичного технічного стану будівель і споруд, що експлуатуються тривалий час, при проектуванні нового будівництва, не кажучи вже про встановлення ступеня впливу будівельних процесів на існуючі об'єкти. Ще однією суттєвою проблемою є нехтування визначенням поточних інженерно-геологічних умов майданчика будівництва, реальної міцності шарів ґрунту, рівня підйому ґрунтових вод тощо. Беруться до уваги або дані інженерно-геологічних вишукувань минулих років (насправді десятиліть), або інженерно-геологічні вишукування здійснюються на значній відстані від будівельного майданчика, або цією частиною роботи взагалі нехтують. В той же час, за десятиліття експлуатації забудованої території, інженерно-геологічні, гідрогеологічні та інші умови можуть певним чином змінитися внаслідок дії навантаження на поверхню землі від забудови та змінням наземних і підземних природних горизонтів водоскиду.

Протягом усього терміну експлуатації, що за нормативними документами може сягати 100 років, заходи з перебудови, реконструкції, влаштування прибудов змінюють напружено-деформований стан несучих конструкцій будівель і споруд в бік збільшення напружень і деформацій [2]. Можна припустити, що реконструкція (повна перебудова) або зведення поряд нових об'єктів з проведенням земляних робіт ще значніше впливають на напружено-деформований стан несучих конструкцій будівель і споруд, що експлуатуються тривалий час, особливо в умовах ущільнення міської забудови.

Об'єкти будівництва, що експлуатуються тривалий час, вже мають певні деформації – і тим значніші, чим більше термін експлуатації. Не можна забувати про те, що, наприклад, перші серійні типові багатоповерхові житлові будинки мали первісний термін експлуатації 50 років, і майже всі вони експлуатуються досі. В той же час, чинними нормативними документами (ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій і основ») для всіх житлових будівель встановлено термін експлуатації 100 років. Нажаль, результати чисельних обстежень і експертиз говорять про те, що такі об'єкти не можуть зберегти задовільний технічний стан протягом навіть 50 років.

Чинником, який змінює напружено-деформований стан несучих конструкцій і в цілому погіршує технічний стан будівель і споруд, що експлуатуються, є тривале (до декількох десятиліть) призупинення нового будівництва на стадії робіт нульового циклу, в результаті чого котлован під фундамент залишається просто неба. Утрамбоване дно котловану сприяє накопиченню дощової, талої води та вод, що стікають з прилеглих територій,

що призводить до замочування ґрунтів основи під оточуючими будівлями (через ґрунт відкосів). Оскільки в умовах міської забудови котлован часто розташовується впритул до оточуючих будівель, виникає небезпека їх зсуву у відритий котлован. Моніторинг технічного стану будівель з тривалим терміном експлуатації свідчить про те, що суттєві деформації можуть відбуватися вже через 1...2 роки після влаштування котловану та припинення будівництва, а можуть проявлятися й через 8...10 років.

Таким чином, виникає необхідність визначення напружено-деформованого стану несучих конструкцій будівель, що експлуатуються тривалий час, в складних інженерно-геологічних умовах при ущільненні міської забудови, на основі їх розрахунку з урахуванням відкритого котловану.

Для визначення особливостей напружено-деформованого стану будівель з тривалим терміном експлуатації в складних інженерно-геологічних умовах при ущільненні міської забудови розглянуто центральний район міста Запоріжжя. Розташований на лівому березі ріки Дніпро, так званий «новий центр» забудований переважно 5-поверховими житловими та громадськими будинками.

Забудова району здійснювалася у період масового будівництва, більшість будинків відноситься до типової серії 1-480 та 87. У якості прикладу розглянуто житловий будинок. Поряд розташована новобудова – багатофункціональний житловий комплекс, перша черга якого – торгово-розважальний центр – на момент проведення дослідження знаходилася на стадії зведення несучих конструкцій каркасу. Будівництво другої черги багатофункціонального комплексу припинилося близько 10 років тому на стадії земляних робіт, в результаті чого залишився котлован складної конфігурації максимальною глибиною 11 м. План-схему розташування котловану показано на рис. 1 (позначено фігурою складної форми).

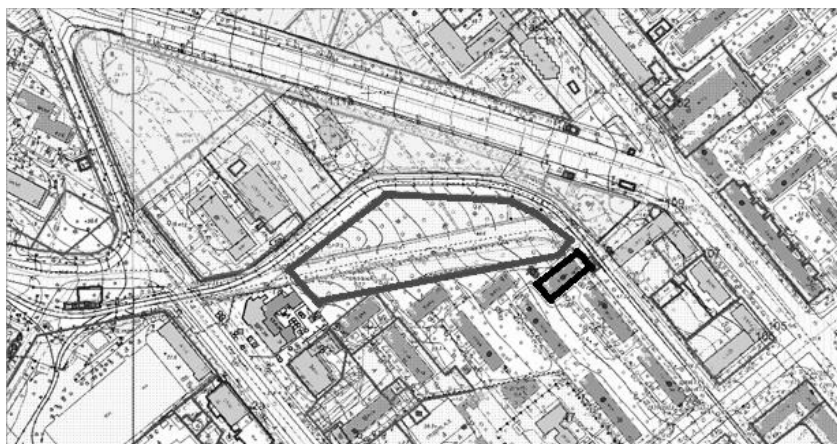


Рис. 1. Ситуаційний план-схема розташування будівлі та котловану

Цей будинок обраний тому, що, окрім розташування котловану, поблизу проходить трамвайна лінія, центральна магістраль міста із жвавим рухом автомобільного транспорту, а також велося будівництво із застосуванням важкої техніки. Ці фактори створюють додаткові динамічні навантаження на будівлю. У обчислювальному експерименті у якості корисного також враховувалося статичне навантаження на оточуючу територію від сусідніх будинків, приватного автотранспорту тощо. Наведену сукупність зовнішніх факторів можна визначити як «оточуюча обстановка». Слід зазначити, що в час проектування будівлі рух автомобільного та рейкового транспорту був менший в декілька разів, отже теперішні зовнішні експлуатаційні впливи на будівлю значно вищі за проектні. Крім того, із набуттям чинності ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження та дії» збільшилися снігове та вітрове навантаження, що також необхідно враховувати в перевірочних розрахунках.

За період експлуатації несучі конструкції будівлі одержали певні деформації. У стінових блоках будівлі, що розглядається, а також довколишніх будівель, наявні наслідки деформацій у вигляді тріщин з шириною розкриття 3...5 мм, стан яких дозволяє з високою вірогідністю допустити, що з'явилися вони в останні 10 років (тобто від початку будівництва торгово-розважального центру).

Згідно п.8.4 ДБН В.2.1-10-2009 «Основи і фундаменти споруд», моделі, за якими проводились розрахунки, – просторові, з об'ємними скінченими елементами масиву ґрунту. Варіант просторової розрахункової моделі без урахування відкритого котловану й оточуючої обстановки представлений на рис. 2, варіант розрахункової моделі з урахуванням відкритого котловану й оточуючої обстановки – на рис. 3.

Окрім всіх зовнішніх навантажень та впливів, що прикладалися до елементів розрахункової моделі 1, до елементів розрахункової моделі 2 додатково прикладалися в місцях їх реальної дії навантаження від:

- сумарне статичне навантаження на оточуючу територію від сусідніх будівель і споруд;
- сумарне статичне навантаження на оточуючу територію від автотранспорту;
- динамічне навантаження від руху автомобільного транспорту, яке передається на будівлю, що розглядається, через масив ґрунту основи;
- динамічне навантаження від руху рейкового транспорту (трамваїв), яке передається на будівлю, що розглядається, також через масив ґрунту основи;
- динамічне навантаження від важкої будівельної техніки, що працювала на зведенні торгово-

розважального комплексу, яке також передається на будівлю, що розглядається, через масив ґрунту основи.

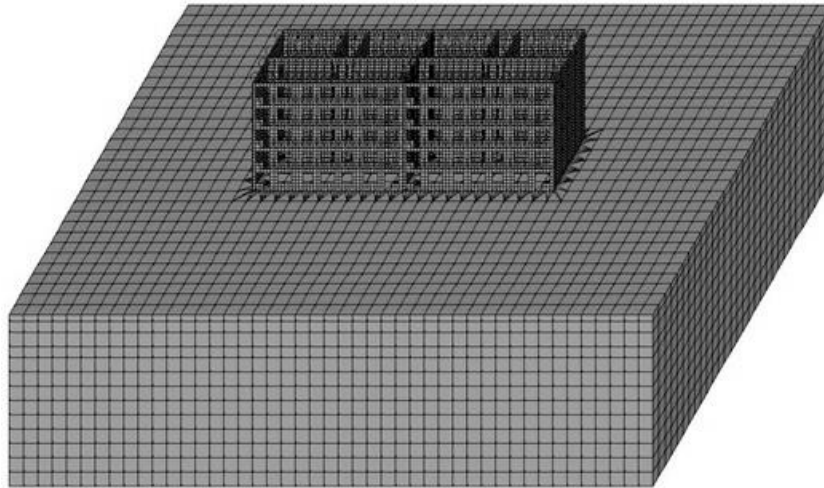


Рис. 2. Розрахункова модель, варіант 1 – без урахування відритого котловану й оточуючої обстановки

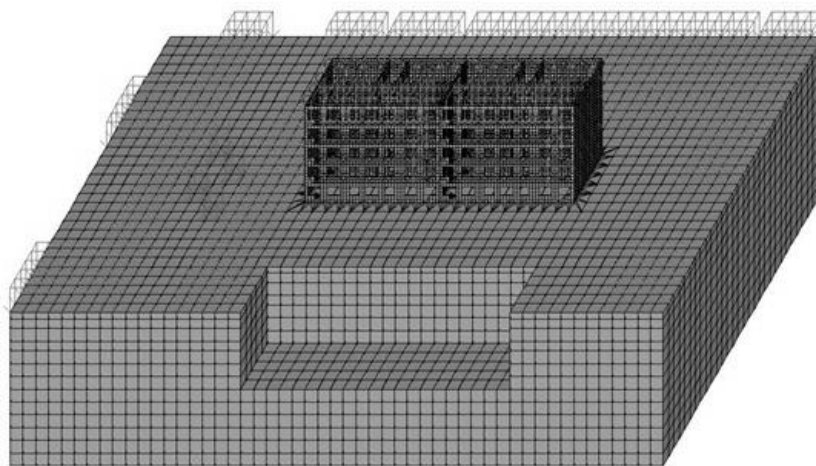


Рис. 3. Розрахункова модель, варіант 2 – з урахуванням відритого котловану й оточуючої обстановки

Крім того, в розрахунковій моделі 2 враховувався котлован видаленням відповідної кількості елементів ґрунтового масиву, а також задавалося замочування значним зниженням параметрів жорсткості об'ємних скінчених елементів масиву ґрунту основи будівлі, що розглядається.

Основними результатами розрахунку, що аналізуються та порівнюються між собою, є переміщення вузлів розрахункових моделей і еквівалентні напруження в елементах розрахункових моделей.

Сумарні переміщення визначалися як сума переміщень за окремими завантаженнями в одних і тих самих вузлах розрахункових моделей. Сумарні максимальні горизонтальні переміщення виникають у рівні покрівлі у напрямку меншої жорсткості об'єкта, який співпадає з напрямом можливого зсуву будівлі у відритий котлован припиненого будівництва.

Сумарні напруження визначалися як сума еквівалентних напружень за окремими завантаженнями в одних і тих самих елементах розрахункових моделей. Сумарні максимальні еквівалентні напруження виникають у рівні цоколя будівлі на ділянках, де в результаті технічного обстеження фактично виявлено тріщини (максимальна похибка складає 400 мм і пов'язана з обраним значенням розмірів скінчених елементів стін будівлі).

Максимальні сумарні переміщення, одержані за варіантом 2, більші за значення за варіантом 1 на 29,94%, за окремими завантаженнями переміщення більші у 12 разів. Сумарні максимальні горизонтальні переміщення в іншому напрямку також більші за варіантом 2 на 14,04%, однак в даному випадку вони мають незначні абсолютні значення і не сприятимуть замкненню шва між деформаційними блок-секціями будівлі.

Еквівалентні стискаючі напруження за варіантом 2 перевищують значення за варіантом 1 на 6,13%, еквівалентні напруження розтягнення – на 5,29%. За окремими завантаженнями еквівалентні напруження за варіантом 2 більші на 20,62% у порівнянні з варіантом розрахункової моделі 1.

Таким чином, в результаті розрахунку просторової моделі будівлі з урахуванням відритого котловану й

оточуючої обстановки в елементах несучих конструкцій об'єкта виникають додаткові деформації та напруження, які можуть виявитися вирішальними у погіршенні технічного стану будівлі.

Порівняльний аналіз результатів розрахунку за варіантами розрахункових моделей наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Варіант моделі	Переміщення, мм				Напруження, т/м ²	
	Вісь X		Вісь Y	Вісь Z	N _s	N _E
	max	min	max	min		
1	3,76	-10,23	7,3	-94,05	-204,49	93,33
2	3,23	-11,27	10,42	-96,53	-217,84	98,55
Різниця, %	14,04	9,23	29,94	2,57	6,13	5,29

В результаті проведеного дослідження можна зробити наступні висновки.

Найвпливовішим із зовнішніх факторів, які виникають в період експлуатації та тривають впродовж усього її терміну, є наявність поряд з існуючою забудовою відригеного котловану. Вплив котловану позначається на технічному стані об'єктів міської забудови вже через 1...2 роки після припинення нового будівництва.

Розрахункові моделі, що рекомендуються чинними нормами та найчастіше використовуються при проектуванні, не надають дійсної картини напружено-деформованого стану несучих конструкцій будівель, що експлуатуються тривалий час. При розрахунку несучих конструкцій таких будівель необхідно використовувати моделі з урахуванням ґрунтового масиву та оточуючої обстановки із сукупністю всіх зовнішніх факторів, що виникають при експлуатації будівлі, зокрема наявність поряд відригеного котловану, інших будівель і споруд, вплив транспортних потоків тощо.

В чинних нормативних документах (наприклад, ДБН В.1.2-14-2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій і основ» та інших) і вагомих наукових працях останніх років [3, 4, 5] відсутні будь-які рекомендації стосовно оцінки та обмеження додаткових факторів, що впливають на існуючі об'єкти забудови при здійсненні поряд нового будівництва. Вважається за необхідне поглиблювати й узагальнювати окремі дослідження за цим напрямком і вдосконалювати нормативи щодо надійної експлуатації об'єктів щільної забудови міст заради збереження існуючого фонду нерухомості в задовільному стані.

Вирішенню цього питання сприяло б внесення у державні будівельні норми вимог до забудовників або проектувальників нового будівництва на забудованих територіях з об'єктами, що експлуатуються тривалий час, щодо перевірки наявного технічного стану існуючих будівель і споруд і визначення їх фактичних деформацій. Також вважається за доцільне посилити контроль за проведенням інженерно-геологічних вишукувань на майданчику будівництва та проектуванням подальших заходів з інженерної підготовки та інженерного захисту території будівництва з урахуванням фактичних характеристик ґрунту та інших параметрів.

При подальших дослідженнях планується визначити залежності напружено-деформованого стану конструкцій оточуючих будівель від глибини котловану, куту його відкосів, фізико-механічних характеристик ґрунтів, ухилу поверхні забудованої території, кількості опадів, що потрапляють у котлован на рік, наявності шпунтових стінок та їх стану, розмірів і поверховості будівель, а особливо – від відстані між будівлею, що експлуатується, та межею котловану, що особливо актуально для щільної міської забудови історичних центрів значних і значніших міст.

Література

1. Федченко А. И. Обеспечение надежной эксплуатации жилых зданий массовой застройки в условиях ограниченной информации / Федченко А. И., Банах В. А., Банах А. В. // Строительство. Материаловедение. Машиностроение : сб. науч. трудов. – Днепропетровск: ГВУЗ «ПГАСА», 2015. – Вып. 82. – С. 6-13.
2. Федченко А. И. Анализ зависимости проверочных расчетов крупнопанельного здания при реконструкции от особенностей его эксплуатации / Федченко А. И., Банах В. А., Самойленко Л. Е. // Мир науки и инноваций : сб. науч. трудов. – Иваново: Научный мир, 2015. – Вып. 2, том 3. – С. 74-83.
3. Safety Assessment of Existing Buildings and Structures : monography / [K. I. Eremin, V. D. Raizer, V. I. Telichenko, etc.]. – Stockholm (Sweden): ASV Construction, 2016. – 268 p.
4. Улицкий В. М. Геотехническое сопровождение развития городов : практическое пособие проектировщика / В. М. Улицкий, А. Г. Шашкин, К. Г. Шашкин. – СПб.: Стройиздат, 2010. – 551 с.
5. Єсипенко А. Д. Наукові основи забезпечення надійності і безпечної експлуатації будівель та споруд: дис. ... доктора техн. наук : 05.23.08 / Єсипенко Алла Дмитрівна. – К., 2007. – 386 с.

References

1. Fedchenok A.I., Banakh V.A., Banakh A.V. Obespechenie nadizhnoyi ekspluatatsii zhilykh zdaniy massovoi zastroiki v usloviyah ogranichennoyi informatsii [Providing of reliable operation of residential buildings of mass development in a lack of information]. Stroitelstvo. Materialovedenie. Mashinostroenie [Building Engineering. Materials Science. Mechanical engineering : compilation of scientific works]. Dnipro: SHEE "PSACA" Publ., 2015. Issue 82, pp. 6-13.

2. Fedchenok A.I., Banakh V.A., Samoilenko L.Ye. Analiz zavisimosti proverochnyh raschyotov krupnopanelnogo zdaniia pri rekonstruktsii ot osobennosti ego ekspluatatsii [Analysis of the dependence of test calculations of large-panel buildings in the reconstruction of the characteristics of its exploitation]. Mir nauki i innovatsii [World of science and innovations : compilation of scientific works]. Ivanovo: Scientific World Publ., 2015. Issue 2, vol.3, pp. 74-83.
3. Eremin K.I., Raizer V.D., Telichenko V.I. Safety Assessment of Existing Buildings and Structures. Stockholm (Sweden): ASV Construction Publ., 2016. 268 p.
4. Ulitskii V.M., Shashkin A.G., Shashkin K.G. Geotekhnicheskoe soprovozhdenie razvitiia gorodov [Geotechnical support for urban development]. Saint-Petersburg: Build Publ., 2010. 551 p.
5. Yesipenko A.D. Naukovi osnovy zabezpechennia nadiinosti i bezpechnoi ekspluatatsii budivel ta sporud : Dokt. Diss. [Scientific basis for reliability and safe exploitation of buildings and structures : Doct. Diss.]. Kyiv: 2007. 386 p.

Банах А.В., Ткаченко В.Б., Вази-Мукахаль В.Б., Гальченко О.В.

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ОБЪЕКТОВ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ В КОМПЛЕКСЕ ИНЖЕНЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Определены факторы, возникающие на этапе эксплуатации городских объектов при осуществлении рядом нового строительства, которые не могли быть учтены в их проектах. Показано влияние нового строительства, приостановленного на стадии земляных работ, на напряженно-деформированное состояние несущих конструкций серийного здания, эксплуатируемого длительное время в сложных инженерно-геологических условиях при уплотнении городской застройки. Обоснована необходимость применения дополнительных мер по обеспечению надежности эксплуатируемых объектов городской застройки в комплексе инженерной подготовки нового строительства.

Ключевые слова: инженерная подготовка, инженерная защита, длительно эксплуатируемое здание, новое строительство, котлован, долгострой, напряженно-деформированное состояние.

Banakh A.V., Tkachenko V.B., Vasi-Mukakhal V.B., Galchenko O.V.

ACKNOWLEDGMENT OF THE NECESSITY OF APPLYING ADDITIONAL ACTIVITIES TO ENSURE THE RELIABILITY OF EXPLOITED URBAN BUILDING FACILITIES IN THE COMPLEX OF ENGINEERING PREPARATION FOR NEW CONSTRUCTION

The factors emerge at the stage of exploitation of urban building facilities during the new construction that could not be taken into account in their projects are determined. The impact of new construction suspended at the stage of excavation on the stress-strain state of bearing structures of a long-time exploited serial building in the complex geological conditions during compaction of urban development is shown. The necessity of applying additional activities to ensure the reliability of exploited urban building facilities in the complex of engineering preparation for new construction is acknowledged.

Keywords: engineering preparation, engineering protection, long-time exploited building, new construction, excavation, unfinished construction, stress-strain state.

Відомості про авторів:

Банах А. В. – доцент, кандидат технічних наук, доцент кафедри міського будівництва та господарства Запорізької державної інженерної академії, докторант кафедри міського будівництва Київського національного університету будівництва і архітектури.

Ткаченко В.Б. – доктор технічних наук, завідувач кафедри міського будівництва та господарства Запорізької державної інженерної академії.

Вази-Мукахаль В.Б. – магістр з міського будівництва та господарства.

Гальченко О.В. – магістрант кафедри міського будівництва та господарства Запорізької державної інженерної академії.