

УДК 624.042

**ПРО НЕПРОЕКТНІ ФАКТОРИ ВПЛИВУ
НА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН БУДІВЕЛЬ
І СПОРУД З ТРИВАЛИМ ТЕРМІНОМ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

**OF NON-PROJECT FACTORS THAT IMPACT
ON THE STRESS-STRAIN STATE OF THE LONG-TERM
OPERATED BUILDINGS AND STRUCTURES**

Банах А. В., к.т.н., доц. (Запорізька державна інженерна академія, м. Запоріжжя), Ткаченко В. Б., д.т.н. (Запорізька державна інженерна академія, м. Запоріжжя)

Banakh A. V., Ph.D., assistant professor (Zaporizhzhia State Engineering Academy, Zaporizhzhia), Tkachenko V. B., D.Sc. (Zaporizhzhia State Engineering Academy, Zaporizhzhia)

Визначено непроектні фактори зовнішнього впливу на будівлі та споруди, що експлуатуються тривалий час. Надано якісну оцінку ступеню впливу цих факторів на напружено-деформований стан об'єктів забудови. Обґрунтовано необхідність урахування непроектних факторів при розрахунках будівельних конструкцій.

A significant number of buildings and structures does not reach the end of the normative lifetime with a technical condition that could be defined as normal or satisfactory. The purpose of this research is to identify and justify the necessity to take into account certain non-project factors in calculations of buildings and structures. Such impacts spring up during the operation and affect the stress-strain state of building structures. The non-project factors of external impacts on the long-term operated buildings and structures are determined. The qualitative estimation of these factors' impact degree on the stress-strain state of buildings is given. The necessity of taking into account non-project factors during calculations of building constructions is substantiated.

Ключові слова: будівлі, споруди, тривала експлуатація, напружено-деформований стан, будівельні конструкції, непроектний фактор, зовнішній вплив

Keywords: buildings, structures, long-term operation, stress-strain state, building constructions, non-project factor, external impact

Значна кількість будівель і споруд не досягає кінця нормативного терміну експлуатації в технічному стані, який можна було б визначити як нормальний або задовільний. Наприклад, сьогодні у м. Запоріжжя за даними міської ради лише у житловому секторі налічується більше 60 багатоквартирних будинків, технічний стан яких визначений як непридатний до нормальної експлуатації [1] (фактично – аварійний). Це складає близько 2 % від загальної кількості багатоквартирних житлових будинків міста, половина з них – 9-поверхові типових серій 1-480, 480А і 96 з двох та більше блок-секцій [2]. Всі будівлі потребують негайного капітального ремонту, який за чинними нормативними документами передбачає призупинення на час його виконання експлуатації об'єктів [3], тобто для житлових будинків – відселення мешканців.

З цього витікає соціальний аспект проблеми незадовільного технічного стану будівель і споруд – відсутність достатньої кількості навіть тимчасово вільного житла для гідного розміщення відселених сімей на період капітального ремонту, але в цьому дослідженні детальніше зупинимося на технічній стороні питання.

Метою даного дослідження є визначення та обґрунтування необхідності врахування у розрахунках будівель і споруд деяких непроєктних факторів, що виникають в процесі експлуатації та впливають на напружено-деформований стан будівельних конструкцій. Задачами дослідження є визначення проєктних і непроєктних факторів впливу на будівлі та споруди, аналіз ступеню їх значущості при перевіірочних і проєктних розрахунках будівельних конструкцій, обґрунтування необхідності врахування у розрахунках тих чи інших непроєктних факторів.

Вид деформацій, який притаманний переважній більшості об'єктів забудови, що знаходяться у непридатному до подальшої експлуатації технічному стані, є крен [4]. Основними причинами наднормативних кренів деформованих будівель і споруд є нерівномірні осадки та просідання ґрунтів основ їх фундаментів. Ще одним очевидним фактором впливу є наявність уклону місцевості, схилів. Вплив цих безпосередніх факторів можна легко визначити за зовнішніми ознаками, але вже після того, як

деформації відбудуться і технічний стан об'єкту погіршиться.

Звісно, з певного періоду обов'язково визначаються інженерно-геологічні умови майданчику будівництва, а наведені фактори враховуються у розрахунках будівельних конструкцій, фундаментів і основ будівель і споруд. При проектуванні та зведенні у разі наявності в ґрунтовій товщі основ фундаментів просідаючих шарів передбачаються та застосовуються конструктивні заходи проти просідання (використання паль, влаштування плитних фундаментів, монолітних залізобетонних поясів та ін.), так само як і різноманітні способи закріплення та зміцнення ґрунтів основ. Враховується навіть утворення воронки просідання під будівлею або поблизу неї внаслідок можливих аварій водоносних комунікацій і замочування просідаючих ґрунтів [5]. Але в багатьох випадках це не є запорукою надійної та безпечної експлуатації об'єкту протягом всього нормативного терміну.

В той же час однією з основних вимог технічних нормативно-правових документів, що висувуються до об'єктів забудови, є забезпечення механічного опору та стійкості протягом всього життєвого циклу, який повністю включає нормативний термін експлуатації [6, 7].

Проектними є фактори впливу на будівлі та споруди, які враховувалися на стадії проектування при розрахунку їх будівельних конструкцій. Це навантаження та дії, що зазначені у [8] і ряді інших нормативних документів:

- власна вага конструкцій і ґрунтів;
- корисне навантаження від обладнання, людей, тварин, матеріалів і виробів, що складаються;
- навантаження від снігу;
- навантаження від тиску вітру;
- температурно-кліматичні дії;
- ожеледно-вітрові навантаження.
- динамічні дії вагомого обладнання (при наявності);
- сейсмічні впливи (при необхідності, обумовленій [9]).

Для виробничих будівель, крім того, враховуються навантаження від кранів. Для всіх типів будівель і споруд обов'язково потрібно враховувати зміну значень навантажень, наведених у відповідних нормах, чинних на момент проектування реконструкції або технічного переоснащення. Також при наявності в основах фундаментів просідаючих ґрунтів необхідно керуватися

нормами [10].

В процесі тривалої експлуатації об'єкти забудови зазнають впливу непроєктних факторів, які не враховувалися при проектуванні та в разі виникнення можуть призводити до різкого погіршення технічного стану будівель і споруд. Непроєктні фактори переважно є наслідком діяльності людини, отже їх також можна назвати антропогенними. До таких факторів відносяться:

- зміна нормативних значень навантажень і дій;
- початкові деформації будівельних конструкцій;
- стихійна реконструкція будівель і споруд;
- зведення нових об'єктів поряд;
- тимчасові ґрунтові умови;
- витоки з водоносних комунікацій;
- просочування ємностей і комунікацій хімічних речовин (для виробничих будівель);
- зміна початкових природних умов території забудови.

Фактор зміни значень навантажень і дій, наведених у відповідних нормах, чинних на момент проектування реконструкції або технічного переоснащення будівель і споруд, очевидний. При будь-яких діях з об'єктом забудови, який експлуатувався тривалий час, в перевірочних розрахунках необхідно враховувати поточні значення навантажень, наведені у нормах, чинних на момент проведення роботи. Особливо актуально для виробничих будівель і споруд, які проектувалися з урахуванням конкретного технологічного процесу й обладнання з мінімальними запасами міцності. Мінімальне перевищення проєктних навантажень може призвести до втрати несучої здатності конструкцій таких об'єктів.

В процесі експлуатації внаслідок як проєктних, так і непроєктних впливів будівлі та споруди одержують певні деформації, значення яких необхідно визначати в результаті технічного обстеження об'єктів і враховувати в подальших розрахунках. Обґрунтування детально наведено у [11].

Питання стихійної реконструкції переважно стосується перепланування приватних помешкань багатоквартирних житлових будинків і частково порушено у [2, 4], але також вкрай актуально для виробничих будівель приватних підприємств. У результаті знесення перегородок і пробивки або розширення отворів (особливо в несучих стінах), прибудов, надбудов та ін., знижується загальна жорсткість будівель. У сполученні з іншими факторами може

спричинити перевищення гранично допустимих параметрів напружено-деформованого стану конструкцій.

Фактор зведення нових об'єктів поряд з існуючими особливо актуальний для умов щільної забудови міст і передбачає короткотривалу (порівняно з нормативним терміном експлуатації) дію динамічних навантажень від будівельної техніки та обладнання, а також більш тривалий вплив як рівномірних, так, можливо, й нерівномірних осадок ґрунту від ваги нового об'єкту. Вплив дії динамічних навантажень від будівельної техніки та обладнання детально розглядався у [11], вплив ваги нового об'єкту на існуючі будівлі та споруди деталізовано та обґрунтовано у [12].

Тимчасовими ґрунтовими умовами вважатимемо наявність довгобуду, покинутого на початковій стадії робіт нульового циклу. Незасипаний котлован або траншеї, по-перше, створюють штучні схили для будівель і споруд, що експлуатуються поряд, та вірогідність їх зсувів; по-друге, сприяють накопиченню атмосферних опадів, більш глибокому проникненню води в ґрунти основи й замочуванню в тому числі масиву ґрунту відкосів котловану, яке в свою чергу призводить до нерівномірних осадок або просідання оточуючих об'єктів. Необхідність урахування цього фактору при перевірочних розрахунках існуючих будівель, що експлуатуються, також обґрунтовано у [12].

Витоки з водоносних комунікацій призводять до замочування шарів просідаючих ґрунтів і створюють деформації нерівномірних осідань або просідання будівель і споруд, що експлуатуються. Сюди ж можна віднести незадовільне відведення атмосферних опадів з цоколю будівель, а також незадовільний технічний стан самого цоколя. Замочування відбувається від поверхні до глибини ґрунтового масиву, отже таку ситуацію називатимемо замочуванням «зверху». Призводить до значних нерівномірних осадок або просідання будівель і споруд, що може викликати якісне погіршення технічного стану. При проектуванні слід ретельніше проробляти варіанти утворення воронки просідання під будівлею або поблизу неї внаслідок можливого замочування «зверху».

Окремим фактором для виробничих будівель виступає просочування емоностей і комунікацій хімічних речовин, що викликає хімічну реакцію зі складовими ґрунту і зміни в тому числі його фізико-механічних характеристик. Окрім додаткового впливу на матеріал фундаментів, в результаті хімічних реакцій може

відбуватися стрімке збільшення об'єму ґрунту та його випирання, яке призводить до значних деформацій конструкцій будівель і споруд. В контексті занепаду крупних промислових підприємств і майбутньої комплексної діяльності з рекультивації, санації й реновації промислових територій, даний фактор заслуговує окремого розгляду.

Під зміною початкових природних умов території забудови розуміється просідання та нерівномірні осадки ґрунту основ фундаментів будівель і споруд внаслідок підтоплення територій або підйому рівня ґрунтових вод, в результаті чого замочуються величезні за площею масиви просідаючих ґрунтів й під загрозою опиняються не окремі будівлі та споруди або їх комплекси, а цілі квартали та навіть мікрорайони. Такий механізм замочування будемо називати замочуванням «знизу». З урахуванням рельєфу поверхні та підземних водоносних горизонтів також можуть відбуватися зсуви ґрунту, утворення і сходження селевих потоків. Цей фактор створює величезні додаткові навантаження на конструкції будівель і споруд, отже скоріше має враховуватися на стадіях, що передують зведенню будівельних об'єктів, а саме – при плануванні розвитку, просторовому розплануванні та інженерній підготовці територій забудови, освоєнні підземного простору під забудовою та ін. Дослідженню цього фактору будуть присвячені наступні дослідження.

Причиною замочування «знизу» є діяльність людини, яка, нажалі, часто відбивається на стані територій через десятиліття потому. Основними чинниками підтоплення територій або підйому рівня ґрунтових вод є:

- тривалі реологічні процеси ущільнення в ґрунтах основи й витискання ґрунтових вод внаслідок дії навантаження на поверхню території від забудови;

- накопичення ґрунтових вод й атмосферних опадів внаслідок зведення підземних споруд, в тому числі глибокого закладання, які перерізають природні горизонти водоскиду, зміна гідрогеологічних умов;

- затримка й накопичення ґрунтових вод й атмосферних опадів, зміна гідрологічних умов річок, водоймищ і підземного простору прилеглих територій внаслідок влаштування дамб і гребель, створення водосховищ;

- будь-які зміни інженерно-геологічних умов внаслідок

тераформування, розробки й видобутку корисних копалин, зміна річищ (в тому числі підземних), берегової лінії рік, інших водойм, тощо.

Таким чином, на напружено-деформований стан конструкцій будівель і споруд, що експлуатуються тривалий термін, одночасно впливають непроєктні фактори, які виникають в процесі експлуатації, не враховуються при проектуванні об'єктів забудови та створюють додаткові значущі навантаження. У разі одночасної дії декількох факторів з урахуванням поточного технічного стану будівель і споруд, такі впливи можуть призвести до різкого погіршення технічного стану об'єктів забудови та їх руйнування.

Одним із найвпливовіших експлуатаційних факторів є так зване замочування просідаючих ґрунтів «знизу». Усунення причин замочування «знизу» потребує подальших детальних досліджень.

Значущими непроєктними факторами є наявність початкових деформацій будівельних конструкцій будівель і споруд, одержаних у процесі експлуатації, та замочування просідаючих ґрунтів внаслідок недбалості людини – витоків з водоносних комунікацій (замочування «зверху»). Процес деформування впродовж всього нормативного терміну експлуатації об'єкту забудови може бути змодельований і при належному опрацюванні проекту, дії цих факторів усуваються конструктивними заходами при проектуванні або поточному технічному обстеженні будівель і споруд.

Утворення тимчасових ґрунтових умов, зведення нових об'єктів поряд з існуючими, стихійна реконструкція будівель і споруд може значно впливати на напружено-деформований стан конструкцій будівель і споруд, що експлуатуються тривалий термін. Проведені дослідження розрахункових моделей реальних об'єктів-представників показують добру збіжність результатів моделювання з фактично визначеними значеннями деформацій та місцями перенапруження несучих конструкцій будівель і споруд.

1. За результатами особистого прийому Володимир Буряк доручив відремонтувати аварійний житловий будинок у Хортицькому районі / Запорізька міська рада. Офіційний сайт : [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://zp.gov.ua/uk/articles/item/322/za-rezultatami-osobistogo-prijomu-volodimir-buryak-doruchiv-vidremontuvati-avarijnij-zhitloviy-budinok-u-hortickomu-rajonі> . – Дата доступу: листопад 2017 р. – Назва з екрану.

2. Федченко А. И. Обеспечение надежной эксплуатации жилых

зданий масової застройки в умовах обмеженої інформації / Федченко А. І., Банах В. А., Банах А. В. – Стrojительство. Материаловедение. Машиностроение : збірник наукових праць. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2015. – Вип. 82. – С. 6-13.

3. Склад та зміст проектної документації : ДБН А.2.2-3-2014. – [Чинний від 2014-10-01]. – Офіц. вид. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 33 с. – (Нормативний документ Мінрегіону України).

4. Федченко А. І. Аналіз залежності перевірок розрахунків крупнопанельного збудованого при реконструкції від особливостей його експлуатації / Федченко А. І., Банах В. А., Самойленко Л. Е. // Мир науки и инноваций : збірник наукових праць. – Івано-Франківськ: Научний мир, 2015. – Вип. 2, том 3. – С. 74-83. – (ЦИТ: m215-160).

5. Безпека експлуатуємих збудованих і споруд : монографія / [В. І. Теличенко, К. І. Єремін, В. В. Куляк та ін.]. – М.: РААСН, 2011. – 428 с.

6. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Технічного регламенту будівельних виробів, будівель і споруд» : від 12 грудня 2006 р. № 1764 / Верховна Рада України. Офіційний веб-портал : [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1764-2006-п>. – Дата доступу: листопад 2017 р. – Назва з екрану.

7. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій і основ : ДБН В.1.2-14-2009. – [Чинний від 2009-12-01]. – Офіц. вид. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 41 с. – (Нормативний документ Мінрегіонбуду України).

8. Навантаження та дії: норми проектування : ДБН В.1.2-2:2006. – [Чинний від 2006-01-01]. – Офіц. вид. – К.: Мінбуд України, 2006. – 78 с. – (Нормативний документ Мінбуду України).

9. Будівництво в сейсмічних районах України : ДБН В.1.1-12: 2006. – [Чинний від 2007-01-02]. – Офіц. вид. – К.: Мінбуд України, 2006. – 84 с. – (Нормативний документ Мінбуду України).

10. Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідаючих ґрунтах : ДБН В.1.1-5-2000. – [Чинний від 2000-07-01]. – Офіц. вид. – К.: Держбуд України, 2000. – 150 с. – (Нормативний документ Держбуду України).

11. Банах А. В. Моделювання динамічних впливів на систему «будівля – ґрунтова основа» в складних інженерно-геологічних умовах : монографія / А. В. Банах, В. А. Банах. – Запоріжжя: ЗДІА, 2012. – 186 с.

12. Банах А. В. Вплив тимчасових ґрунтових умов і оточуючої обстановки на напружено-деформований стан будівель з тривалим терміном експлуатації / Банах А. В. // Будівельні конструкції : міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць – К.: ДП НДІБК, 2016. – Вип. 83, кн. 1. – С. 258-263.