

УДК 624.152

**П.С. Григоровський,**  
докт. техн. наук, професор  
ORCID: 0000-0003-0527-5890  
**В.В. Орищенко,**  
асистент  
ORCID: 0000-0002-5081-1229  
**А.О. Тугай,**  
студент IV курсу  
ORCID: 0000-0002-7555-2032

*Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ*

### **ЗАХОДИ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦІЛІСНОСТІ ІСНУЮЧИХ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД ТА МОНІТОРИНГ ВПЛИВУ НОВОГО БУДІВНИЦТВА НА НАВКОЛИШНЮ ЗАБУДОВУ В УМОВАХ ЦІЛЬНОЇ ЗАБУДОВИ**

*Практика будівництва в умовах ущільненої міської забудови свідчить, що проведення будівельних робіт з великою ймовірністю може призвести до низки небезпечних подій, які спричинені додатковими навантаженнями на конструкції прилеглих об'єктів. Ймовірність, характер, швидкість розвитку небажаних процесів та ступінь їх небезпеки залежить багатьох чинників, що будуть розглянуті у статті.*

*Кожна будівля, споруда або окрема конструкція має функціональне призначення, експлуатується в певних умовах і обов'язково повинна задовольняти вимогам безпеки, тобто вимогам запобігання аварій і обвалень будівельного об'єкта в цілому або складових його частин, які можуть становити небезпеку для здоров'я та життя людей, або завдати шкоди довкіллю та послужити причиною інших аварійних ситуацій.*

*В питаннях надійності будівель та споруд накопичено значний досвід у плані визначення показників надійної та безвідмовної роботи будівельних об'єктів за умов нормальної експлуатації, тобто роботи у проектному режимі. Проте значна більшість об'єктів у реальних умовах експлуатації під впливом різноманітних непередбачених та невизначених факторів впливу, змінюючи проектні граничні умови створює пряму небезпеку руйнування. Моніторинг є одним із основних способів попередження і своєчасного прийняття необхідних рішень щодо організації заходів із забезпечення цілісності будівель і споруд в умовах ущільненої забудови у випадках, коли нове будівництво має негативний вплив на ці об'єкти.*

*За результатами досліджень встановлено, що основними факторами, які обумовлюють ущільнені умови в зоні улаштування котловану та виконання земляних робіт, є відстань від котловану до прилеглих будівель та доріг; властивості ґрунтової основи; глибина котловану. Основними причинами появи деформацій існуючих будівель під час проведення поряд з ними нового будівництва, що в першу чергу являє собою влаштування котлованів, є збільшення напружень в основі під фундаментами оточуючої забудови. Фундаменти будівель спільно працюють з ґрунтовою основою, і розвиток їх надмірних деформацій, нерівномірних осадок і кренів призводить до руйнування або подальшого*

*зменшення експлуатаційної придатності відповідальних конструктивних елементів об'єктів, що експлуатуються.*

*У статті наведено основні компенсуючі заходи для захисту прилеглої забудови під час проведення нового будівництва.*

**Ключові слова:** *ущільнена забудова, вплив нового будівництва, деформації, моніторинг.*

**Постановка проблеми.** Не дивлячись на всі зусилля проєктувальників, науковців при будівництві в умовах ущільнення існуючої забудови заглиблених будівель та споруд можуть виникати аварійні ситуації. В основному вони бувають пов'язані з помилками в проєктуванні та несвоєчасному виявленні негативного впливу нового будівництва. Невчасно виявлені і не попереджені активні процеси та деформації при будівництві в ущільнених умовах призводять до виникнення дефектів та пошкоджень будівель і споруд, розташованих на геодинамічних територіях і є причиною їх прогресуючих деформацій, наслідки яких призводять до матеріальних витрат, соціального і екологічного збитку. Тому важливо правильно і своєчасно оцінити стан прилеглих територій, розташованих на них будівель, спрогнозувати можливий розвиток дефектів та пошкоджень і розробити компенсаційні заходи, що їх унеможливають. Умови ущільненої прилеглої забудови вимагають спеціальних заходів і проєктних рішень, спрямованих на мінімізацію техногенного впливу будівництва на прилеглу забудову, об'єкти благоустрою, транспортні комунікації, життєдіяльність людей.

**Результати досліджень.** У результаті осідання об'єкта нового будівництва змінюється напружено-деформований стан основи існуючих будинків, що знаходяться в зоні впливу нового будівництва. Основними причинами деформацій існуючих будівель під час виконання поруч з ними будівельних робіт, а також влаштування котлованів, є збільшення напружень в основі під фундаментами оточуючої забудови. Аналіз науково-технічної інформації щодо результатів проведених досліджень дозволяє стверджувати, що, незважаючи на жорсткість і міцність конструкцій будинків, які знаходяться у зоні впливу глибоких котлованів, нерівномірні деформації основи та огорожувальних конструкцій котловану значно впливають на нерівномірність деформацій будинків, порушують нормальний та безпечний характер їх експлуатації. Фундаменти будівель працюють спільно з ґрунтовою основою, і розвиток їх надмірних деформацій, нерівномірних осадок і кренів призводить до руйнування або подальшого зменшення експлуатаційної придатності відповідальних конструктивних елементів експлуатованих об'єктів. Майже у 75% випадків поява та розвиток деформацій існуючих будівель виникає внаслідок зміни напружено-деформованого стану ґрунтових прошарків основи, порушення та ослаблення ґрунтової основи фундаментів внаслідок техногенного впливу під час зведення новобудов. У сучасному домобудуванні глибина закладання фундаментів висотних об'єктів сягає понад 15 м, що значно збільшує навантаження на ґрунтові прошарки і змінює напружено-деформований стан основ прилеглої території. Такі фундаменти зазвичай заглиблені нижче рівня ґрунтових вод, що змінює гідростатичний тиск, спричиняє значне зволоження, може викликати «баражний ефект», що змінює структуру та фізико-механічні властивості ґрунтових прошарків. Вплив будівельно-технологічних процесів під час зведення новобудов спричиняє додаткові статичні та динамічні навантаження, що призводить до випору та виклинювання ґрунтових мас, розвитку механічної суфозії. Ці фактори впливають на технічний стан існуючих будівель і підземних комунікацій, тому

важливою задачею під час проектування та будівництва у щільній міській забудові є забезпечення їх безаварійної експлуатації.

**Виклад основного матеріалу.** Під час проведення будівельних робіт поблизу існуючих будівель нерідко трапляються ситуації, у яких тою чи іншою мірою нове будівництво має безпосередній вплив на оточуючі об'єкти, що в свою чергу призводить до негативних наслідків. Попередити подібні ситуації можна за допомогою організаційно-технологічних та технічних компенсаційних заходів виконаних на підставі інформації про такий вплив, своєчасно отриманої за допомогою систем моніторингу.

Моніторинг є дуже важливим процесом під час виконання будівельних робіт і проводиться для забезпечення цілісності конструкцій прилеглої забудови. Основним завданням моніторингу є фіксація перевищень критеріїв безпечного ведення робіт при зведенні нової будівлі для забезпечення цілісності конструкцій будівель прилеглої забудови. Прогноз впливу нового будівництва є вихідною інформацією для виконання моніторингу технічного стану існуючих будівель прилеглої забудови. Він полягає в аналітичних методах оцінки впливу із застосуванням математичного моделювання зміни напружено-деформованого стану ґрунтів в основі будівель і масиву, прилеглого до будівництва.

Ступінь впливу будівництва нових будівель на розташовані поблизу будівлі і споруди значною мірою зумовлюється технологією виконання робіт і послідовністю їх зведення. Під час розробки компенсуючих заходів щодо впливу нового будівництва на прилеглу забудову слід враховувати зміни фізико-механічних властивостей ґрунтів і гідрогеологічних умов у процесі нового будівництва, в тому числі з урахуванням сезонного промерзання і відтавання ґрунтового масиву. Основними причинами деформацій існуючих будівель під час будівництва поблизу них є такі:

- зміна гідрогеологічних умов, в тому числі підтоплення, пов'язане з бражним ефектом під час підземного будівництва, або зниження рівня підземних вод;
- збільшення вертикальних напружень в основі під фундаментами існуючих будівель, викликане будівництвом поблизу них;
- улаштування котлованів або зміна планувальних відміток;
- технологічні чинники, такі як динамічні дії, вплив улаштування: всіх видів паль, фундаментів глибокого закладення і огорожувальних конструкцій котлованів, ін'єкційних анкерів, спеціальних видів робіт (заморожування, ін'єкція та інші);
- негативні процеси в ґрунтовому масиві, пов'язані з виконанням геотехнічних робіт (суфозійними процеси, виникнення пливунів та ін.).

Відомо, що під час зведення об'єктів будівництва важливе значення має забезпечення надійної експлуатації будівель, що потрапляють у зону впливу нового будівництва. Для мінімізації негативного впливу нового будівництва на оточуючу забудову на стадії підготовчих робіт мають бути реалізовані заходи щодо захисту існуючих будівель від суттєвих змін напружено-деформованого стану ґрунтової основи. Захист прилеглої забудови, її основ та фундаментів під час нового будівництва виконують у разі:

- розташування існуючої будівлі в зоні впливу нового будівництва;
- улаштування заглиблених приміщень в існуючій будівлі, що впливає на його деформації;
- влаштування фундаментів із застосуванням спеціальних видів робіт (заморожування, ін'єкції тощо) і динамічних дій. Для забезпечення

експлуатаційної придатності забудови, прилеглої до запланованого будівництва, доцільно застосування такі основні методи її захисту під час виконання робіт:

- використання в новому будівництві конструктивних рішень, які не створюють додаткових впливів на існуючі конструкції (рішення консольного типу з палями, застосування конструкцій паль, що вдавлюють і загвинчують тощо);

- огорожувальні конструкції, що відсікають прилеглу територію від впливу додаткових навантажень (шпунт, стіни в ґрунті різних конструкцій і способів їх виготовлення);

- улаштування дренажних систем у разі зміни гідрогеологічних умов, пов'язаних в тому числі з підтопленням та бражним ефектом під час підземного будівництва;

- закріплення ґрунтів прилеглих територій та основи існуючих будівель різними способами (цементація, хімічне підсилення, джетпалі тощо);

- підсилення фундаментів існуючих будівель на природній основі: посилення основ, збільшення опорної площі фундаментів, влаштування перехресних стрічок або фундаментної плити, посилення фундаментної плити, посилення палями різних видів (буроін'єкційними, буронабивними, вдавлюваними, забивними і іншими).

- підсилення пальових фундаментів існуючих будівель: посилення паль, влаштування додаткових паль з розширенням ростверків, зміна конструкції пальового фундаменту за рахунок пересадки несучих конструкцій на додаткові палі зі значно більшою несучою здатністю, пристрій перехресних стрічок або суцільної залізобетонної плити на пальових фундаментах, розширення ростверків, посилення тіла ростверків, тощо

**Висновок.** Отже, існує значна кількість можливих причин появи додаткових деформацій існуючих будівель при зведенні нових об'єктів в умовах щільної забудови. Моніторинг і своєчасне виявлення причини негативного впливу нового будівництва на існуючі будівлі значно зменшує, а іноді і взагалі запобігає появі деформацій чи навіть настільки аварійних ситуацій.

Часткове або повне попередження негативного впливу проведення нового будівництва на оточуючі об'єкти може забезпечити виконання ряду компенсуючих заходів. Вибір методу захисту існуючих будівель і споруд має бути визначено з урахуванням ґрунтових умов будівельного майданчика, економічної доцільності та можливості проведення таких заходів.

#### **Список літератури:**

1. Шумаков І.В., Червяков Ю.М., Мікаутадзе Р.І., Ляхов І.І. Основні фактори впливу при улаштуванні котловану та заходи щодо запобігання впливу будівництва підземної частини будівлі на оточуюче середовище. *Будівельне виробництво*, № 70, 2020. С. 56-61 <https://doi.org/10.36750/252462555.70.56661>

2. Григоровський П.С., Мурашова О.В. Розробка ніформаційної моделі впливу нового будівництва на експлуатаційну придатність будівель прилеглої забудови. *Будівельне виробництво*, № 69, 2020. С. 16-21 <https://doi.org/10.36750/252412555.69.1612>

3. Пособие к МГСН 2.07-01. Основания, фундаменты и подземные сооружения. [Електронний ресурс]. – 2004. – Режим доступу: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293853/4293853813.pdf>

4. Григоровський П.С. Будівельно-інформаційні моделі та методи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань в будівництві: монографія. – Київ: ЦП "Компринт", 2019. – 340 с.

5. Осипов О.Ф. Систематизація факторів, що впливають на існуючі будинки при здійсненні нового будівництва в умовах щільної міської забудови / О.Ф. Осипов // Містобудування та територіальне планування. - 2009. - Вип. 35. - С. 324-339. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP\\_2009\\_35\\_49](http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2009_35_49)
6. Максименко В.П., Мурасова О.В., Крошка Ю.В. Оцінка впливу нового будівництва на навколишню забудову засобами ВІМ і результатами натурних спостережень. *Будівельне виробництво*: наук.-техн. зб. Київ: Вид-во «Ліра-К». 2019. № 67. С. 84–92. <https://doi.org/10.36750/2524-2555.67.84-92>
7. Теренчук С.А., Еременко Б.М., Картавих С.М., Насіковський О.В. Моделювання зони впливу нового будівництва на оточуюче середовище. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. 2017. Вип. 101. С. 220-227.
8. Прусов Д.Е. Теорія та методологія прогнозування наслідків інженерної підготовки перетворення міських територій зі щільною забудовою та складними геологічними умовами: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.20 / Д.Е. Прусов; Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. – Київ, 2015. – 41 с.
9. Бакулін Є.А. Визначення впливу нової забудови на фундаменти існуючих будівель. *Містобудування та територіальне планування*. 2014. Вип. 53. С. 10–15.

#### References:

1. Shumakov, I.V., Mikautadze, R.I., Lyakhov, I.I. & Chervyakov, Yu.N. (2020). Main factors of the influence during the device of the boiler and measures to prevent the influence of the construction of the underground part of the building on the environment. *Building production*. Issue 70, pp. 56-61 <https://doi.org/10.36750/252462555.70.56661>
2. Hryhorovskiy, P., Murasova, O. (2020). Development of an information model of the impact of new construction on the serviceability of adjacent buildings. *Building production*. Issue 69, pp. 16-21 <https://doi.org/10.36750/252412555.69.1612>
3. Posobiye k MGSN 2.07 01. (2004). Osnovaniya, fundamenty i podzemnyye sooruzheniya. Available at: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293853/4293853813.pdf>
4. Hryhorovskiy, P. (2019). Budiveln'no informatsiyeni modeli ta metody formuvannya orhanizatsiyno tekhnolohichnykh rishen' instrumental'nykh vymiryuvan' v budivnytstvi. [Construction information models and methods of formation of organizational and technological solutions of instrumental measurements in construction]. CP "Comprint". Kyiv. Ukraine.
5. Osipov, O.F. (2009). Systematyzatsiya faktoriv, shcho vplyvayut' na isnuyuchi budynky pry zdiysnenni novoho budivnytstva v umovakh shchil'noyi mis'koyi zabudovy. [Systematization of factors affecting existing buildings in the implementation of new construction in a dense urban development]. *Mistobuduvannya ta terytorial'ne planuvannya*. No. 35, pp. 324-339. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP\\_2009\\_35\\_49](http://nbuv.gov.ua/UJRN/MTP_2009_35_49)
6. Maksymenko, V., Murasova, O. & Kroshka, Y. (2019). Evaluation of the impact of new construction on the environmental buildings by means of VIM and the results of natural observations. *Building production*. Issue 67, pp. 84–92. <https://doi.org/10.36750/2524-2555.67.84-92>
7. Terenchuk, S.A., Eremenko, B.M., Kartavykh, S.M. & Nasikovskyy, O.V. (2017). Modeling of the zone of impact of new construction on the environment. *Stroytel'stvo, materialovedenye, mashynostroenye*. Issue 101, pp. 220-227.
8. Prusov, D.E. (2015). *Teoriya ta metodolohiya prohnouzuvannya naslidkiv inzhenernoyi pidhotovky peretvorenniya mis'kykh terytoriy zi shchil'noyu zabudovoyu ta skladnyimi heolohichnymi umovamy*. [Theory and methodology of forecasting the consequences of engineering training for the transformation of urban areas with dense

buildings and complex geological conditions]. Abstract of the dissertation of the doctor of technical sciences 05.23.20. Kiev. Ukraine.

9. Bakulin, E.A. (2014). Vyznachennya vplyvu novoyi zabudovy na fundamente isnuyuchykh budivel. [Determining the impact of new buildings on the foundations of existing buildings]. *Mistobuduvannya ta terytorial'ne planuvannya*. Issue № 53, p. 10–15.

***П.Е. Григоровский, В.В. Орищенко, А.А. Тугай***  
***Мероприятия по обеспечению цельности существующих зданий и сооружений и мониторинг влияния нового строительства на окружающую застройку в условиях плотной застройки***

*Практика строительства в условиях уплотненной городской застройки свидетельствует, что проведение строительных работ с большой вероятностью может привести к ряду опасных событий, вызванных дополнительными нагрузками на конструкции близлежащих объектов. Вероятность, характер, скорость развития нежелательных процессов и степень их опасности зависит от многих факторов, которые будут рассмотрены в статье.*

*Каждое здание, сооружение или отдельная конструкция имеет функциональное назначение, эксплуатируется в определенных условиях и обязательно должно удовлетворять требованиям безопасности, т.е. требованиям предотвращения аварий и обрушений строительного объекта в целом или составных его частей, которые могут представлять опасность для здоровья и жизни людей, или нанести вред окружающей среде и послужить причиной других аварийных ситуаций.*

*В вопросах надежности зданий и сооружений накоплен значительный опыт в плане определения показателей надежной и безотказной работы строительных объектов при нормальной эксплуатации, то есть работы в проектном режиме. Однако большинство объектов в реальных условиях эксплуатации под влиянием разнообразных непредвиденных и неопределенных факторов воздействия, изменяя проектные предельные условия создает прямую опасность разрушения. Мониторинг является одним из основных способов предупреждения и своевременного принятия необходимых решений по организации мероприятий по обеспечению целостности зданий и сооружений в условиях уплотненной застройки в случаях, когда новое строительство негативно влияет на эти объекты.*

*По результатам исследований установлено, что основными факторами, обуславливающими уплотненные условия в зоне устройства котлована и выполнения земляных работ, является расстояние от котлована до близлежащих зданий и дорог; свойства грунтового основания; глубина котлована. Основными причинами появления деформаций существующих зданий при проведении рядом с ними нового строительства, что в первую очередь представляет собой устройство котлованов, является увеличение напряжений у основания под фундаментами окружающей застройки. Фундаменты зданий совместно работают с грунтовым основанием, и развитие их чрезмерных деформаций, неравномерных осадков и кренов приводит к разрушению или дальнейшему уменьшению эксплуатационной пригодности ответственных конструктивных элементов эксплуатируемых объектов.*

*В статье приведены основные компенсирующие меры по защите близлежащей застройки во время проведения нового строительства.*

***Ключевые слова: плотная застройка, влияние нового строительства, деформации, мониторинг.***

**P. Hryhorovskiy, V. Oryshchenko, A. Tugay**

***Measures to ensure the integrity of existing buildings and structures and monitoring the impact of new building on environmental conditions under conditions***

*The practice of construction in the conditions of compacted urban development shows that the construction work is likely to lead to a number of dangerous events, which are caused by additional loads on the structures of nearby facilities. The probability, nature, rate of development of undesirable processes and the degree of their danger depends on many factors that will be discussed in the article.*

*Each building, structure or individual structure has a functional purpose, is operated under certain conditions and must meet safety requirements, ie the requirements of preventing accidents and collapses of the building as a whole or its components that may pose a danger to health and human life, or harm the environment and cause other emergencies.*

*Significant experience has been gained in the reliability of buildings and structures in terms of determining the indicators of reliable and trouble-free operation of construction sites under normal operating conditions, ie work in the design mode. However, the vast majority of facilities in real operating conditions under the influence of various unforeseen and uncertain factors of influence, changing the design boundary conditions creates a direct risk of destruction. Monitoring is one of the main ways to prevent and make the necessary decisions in a timely manner to ensure the integrity of buildings and structures in compacted buildings in cases where new construction has a negative impact on these facilities.*

*According to the research results, it is established that the main factors that determine the compacted conditions in the area of the pit and earthworks are the distance from the pit to the adjacent buildings and roads; soil base properties; the depth of the pit. The main reasons for the deformation of existing buildings during the new construction next to them, which is primarily the installation of ditches, is the increase in stresses in the base under the foundations of the surrounding buildings. The foundations of buildings work together with the soil base, and the development of their excessive deformations, uneven sediments and rolls leads to the destruction or further reduction of the serviceability of the responsible structural elements of the facilities in operation.*

*The article presents the main compensatory measures for the protection of adjacent buildings during new construction.*

***Key words: compacted buildings, impact of new construction, deformations, monitoring***

***Посилання на статтю***

**APA:** Hryhorovskiy, P.Y., Oryshchenko, V.V. & Tugay, A.A. (2021). Measures to ensure the integrity of existing buildings and structures and monitoring the impact of new building on environmental conditions under conditions. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 48 (1), 117-123.

**ДСТУ:** Григоровський П.С. Заходи щодо забезпечення цілісності існуючих будівель і споруд та моніторинг впливу нового будівництва на навколишню забудову в умовах щільної забудови / П.С. Григоровський, В.В. Орищенко, А.О. Тугай // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2021. – № 48(1). – С. 117-123.