

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

УДК 69.05(075.8)

<https://doi.org/10.31713/vt1201819>

**Шумаков І. В., д.т.н., професор, Мікаутадзе Р. І., аспірант,
Салія М. Г., к.т.н. доцент, Ляхов І. І., аспірант** (Харківський
національний університет будівництва та архітектури, м. Харків)

ВПЛИВ ФАКТОРІВ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА НА ТРИВАЛІСТЬ ЗВЕДЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ЧАСТИН ЦИВІЛЬНИХ БУДІВЕЛЬ

У статті розглянуто комплексний вплив факторів міського середовища на планову тривалість будівництва підземних частин цивільних будівель. Виконана ідентифікація і категоризація основних факторів міського середовища. Встановлено, що такі ситуації ведуть до збільшення вартості будівництва. В контексті оптимізації тривалості будівництва запропонована імітаційна модель, що дозволяє враховувати вплив факторів міського середовища на тривалість будівництва підземних частин цивільних будівель. Представлені результати досліджень можуть бути використані при прийнятті проектних і виробничих рішень.

Ключові слова: тривалість будівництва, оптимізація, прогнозування, міське середовище.

Вступ. Сучасний процес розвитку міст, а особливо великих міських центрів України, складно уявити без освоєння, розробки та експлуатації підземного простору. У всіх великих містах України існує проблема – дефіцит площ для потенційного використання в будівництві житлової та комерційної нерухомості. Рішення завдання скорочення тривалості, можна досягти тільки при комплексному обліку факторів міського середовища. Необхідний аналіз причин збільшення фактичної тривалості над плановою, визначення та використання резервів зменшення тривалості будівництва. У нещодавно проведених дослідженнях [1], наголошується на тому факті, що більш точні терміни закінчення будівництва з'являються вже тоді, коли виконано близько 80% всіх робіт і, як правило, не відповідають плановим. Для вирішення даного завдання, необхідний ретельний і всебічний аналіз факторів міського середовища, які мають реальний вплив на тривалість зведення підземних частин цивільних будівель.

Питанню впливу факторів міського середовища на тривалість

будівництва цивільних будівель присвячено багато праць. Істотний внесок у вирішення цієї проблеми внесли багато вчених. Вплив будівельно-монтажних робіт при зведенні підземних частин будівель на екологічну складову міського середовища досліджував Штоль Т.М. [2]. В роботі Броневицького А.П. [3] висунуті положення про те, що фактор ущільненості, внаслідок поруч розташованих будівель, впливає на тривалість будівництва, а саме при збільшенні ущільненості збільшується тривалість будівництва. Надточій М.І. [4] у своїй науковій роботі призводить методику визначення рівня ущільненості території за відповідними коефіцієнтами. Основні гірничо-геологічні, технологічні умови та фактори, освоєння підземного простору міст в умовах гористої місцевості розглянуті в роботі Макишина В.Н. [5]. У дослідженнях [6] виявлено характерні техногенні чинники геологічного середовища Харкова і виконані оцінки їх поширення, потужності та основних обсягів. Облік факторів міського середовища на процеси будівництва та експлуатації відзначений в роботі Шумакова І.В. [7] як обов'язкова умова для впровадження інновацій при зведенні підземних об'єктів.

Все вищезазначене обумовлює необхідність подальшого вивчення, класифікації та обліку впливу факторів міського середовища на тривалість зведення підземних частин цивільних будівель.

Метою роботи є аналіз і класифікація факторів міського середовища, які впливають на тривалість зведення підземних частин цивільних будівель.

Результати досліджень. Характерними рисами сучасного етапу суспільного розвитку є швидке зростання міст і збільшення числа людей що живуть в них. У міських центрах формується особливе середовище життя людини - міське середовище.

Сучасні умови будівництва в міському середовищі з кожним роком стають все складніше. Можливі перешкоди для успішного завершення проекту охоплюють не тільки такі проблеми як наявність матеріалів і кваліфікованих робітників, а й широке коло проблем пов'язаних з технічними, економічними, соціальними та іншими аспектами, що впливають на будівництво.

Згідно з європейськими нормативами [8], будівництво в умовах обмеженої міської забудови відноситься до найскладнішої, третьої категорії геотехнічних задач.

Так само необхідно враховувати об'ємний перелік заходів щодо забезпечення безпеки будівництва в умовах щільної міської забудови. Такі заходи перераховані в нормативному документі [9], і повинні

бути вказані в проектній документації на будівництво.

Характерним об'єктом-представником в даній групі для м. Харкова є будівництво 18-ти поверхового житлового будинку з однорівневим підземним паркінгом на перетині вулиць Клочківська та Отара Яроша.

Для спорудження житлового будинку проектом передбачалося зведення пально-плитного фундаменту. Основною перевагою пально-плитних фундаментів є висока перерозподільна здатність. На етапі розробки проекту, прагнучи домогтися істотного скорочення тривалості зведення фундаменту, проектувальниками було закладено використання готових з/б паль із застосуванням ударного методу занурення (рис. 1). Важливо відзначити, що до початку будівництва в м.Харкові, прийняті конструктивні рішення влаштування фундаменту успішно були реалізовані в декількох містах України показавши високий рівень інтенсифікації будівельного процесу на етапі зведення нульового циклу. Однак учасниками будівництва не був врахований той факт, що до будівельного майданчика примикає територія чинного пологового будинку, що як, виявилось, істотно вплинуло на терміни будівництва в цілому.

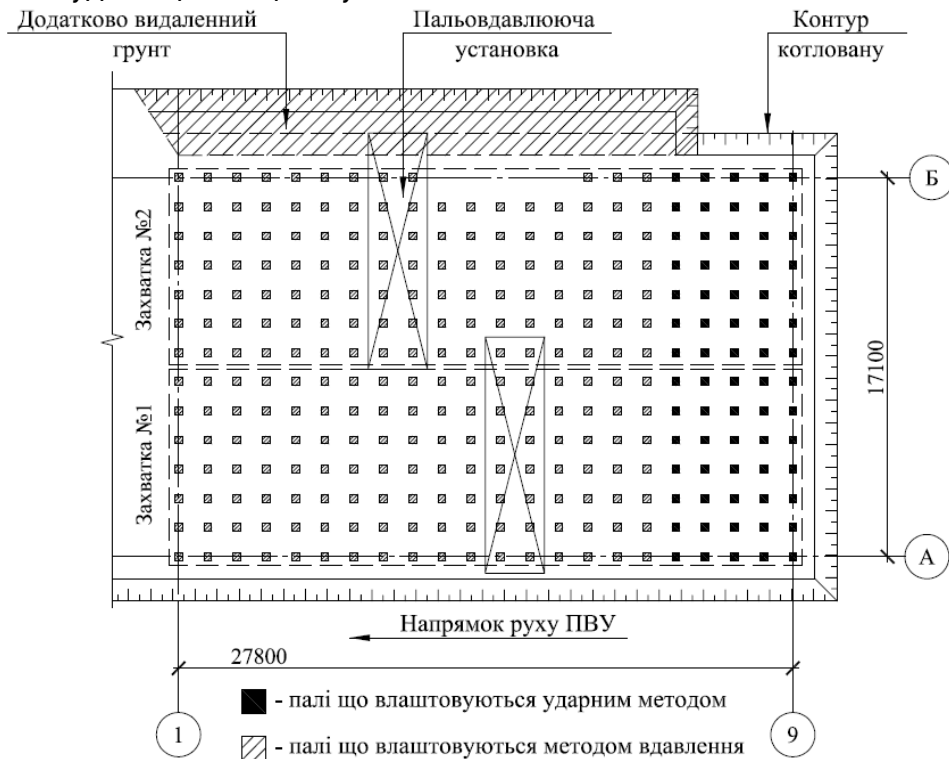


Рис. 1. Схема влаштування паль в котловані

Після завершення екскавації та планування дна котловану, будівельники приступили до влаштування пальового поля з зануренням з/б паль ударним способом. Всього згідно з проектною документацією та протоколу випробування необхідно було занурити 369 з/б паль. За один робочий день вдавалося занурити в середньому 18-20 з/б паль. Разом з тим, в перший же день початку занурення паль ударним способом від персоналу і відвідувачів пологового будинку розташованого в безпосередній близькості від будівельного майданчика почали надходити скарги в державні органи що контролюють будівництво. На третій день після початку облаштування пальового поля, після закінчення забивання 56-ти паль, було отримано припис про необхідність зупинки будівельних робіт. Допустимі рівні шуму в центрі міста вдень не повинні перевищувати 60 дБ. Заміри, проведені в розташованому поруч з майданчиком будівництва пологовому будинку, показали істотне перевищення допустимих показників рівня шуму і вібрації.

Умовою для продовження будівництва була зміна технології влаштування паль на більш щадну. Оскільки з/б палі в повному обсязі були доставлені та складовані на будівельному майданчику, було прийнято рішення залишити прийняті конструктивні рішення, але змінити ударний метод занурення з/б паль, на метод вдавлення. Однак в розпал будівельного сезону (серпень-вересень 2017 р.) Знайти доступну сучасну пальовдавлюючу установку (ПВУ) виявилось великою складністю. Доступною на необхідний період будівництва виявилася ПВУ вироблена ще за часів СРСР. ПВУ являє собою конструкцію що складається з пальовдавлюючого механізму (гідралічний прес з вузлом затиску палі оригінальної конструкції), який встановлений на вантажну раму. Рама оснащена пристроями її переміщення.



Рис. 2. Процес вдавлення паль на ділянці захватки № 1

Наступною причиною яка спричинила затримку в будівництві, виявилися розміри котловану. Стало очевидним, що для необхідного пересування ПВУ необхідно розширювати котлован з одного боку на 2 метри в плані (рис. 1). Попередньо це не представляло складності й планувалося виконати ці роботи за один робочий день. Однак при додатковій екскавації **ґрунту** в зоні розширення котловану будівельники наткнулися на поклади насипного ґрунту представленого звалицем сміття і побутових відходів. А це в свою чергу вимагало вивозити розроблений **ґрунт** на спеціальний полігон, який знаходився на відстані що в п'ять разів перевищував відстань до передбачуваної ділянки відсипання ґрунту.

Після закінчення монтажу та налагодження ПВУ, будівельники продовжили зведення пальового поля (рис. 2). Перший день використання ПВУ показав істотне падіння швидкості влаштування паль. За один день вдавалося встановити в проектне положення від 7 до 9 паль. Зокрема, додатково було потрібно залучити підймальний кран, тому що дана модель ПВУ не була обладнана власною крановою установкою для подачі паль і виконання допоміжних операцій. Таким чином, зростає кількість технологічних операцій.

Завершивши роботи на ділянці захватки № 1, треба було перемістити ПВУ на ділянку захватки № 2. Вантажопідйомності підймального крана (в.п.-25т) наявного в розпорядженні на будівельному майданчику виявилось недостатньо для переміщення ПВУ в зібраному стані. Розбирання та збирання ПВУ зайняла два робочих дні. Водночас робітники проводили зрубку оголовків паль захватки № 1 для забезпечення пересування ПВУ на захватці № 2.

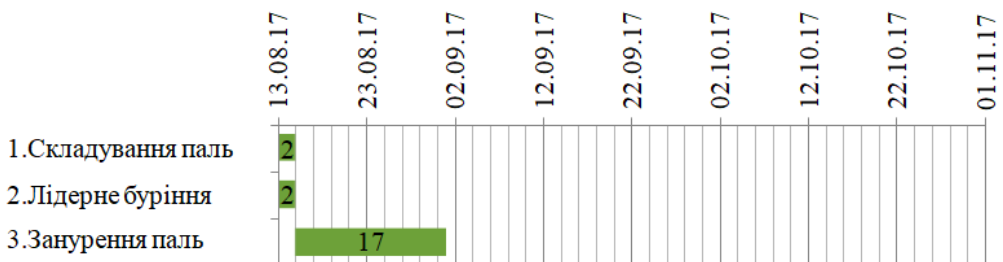


Рис. 3. Фрагмент графіка Ганта для створення пальового поля (планова тривалість)

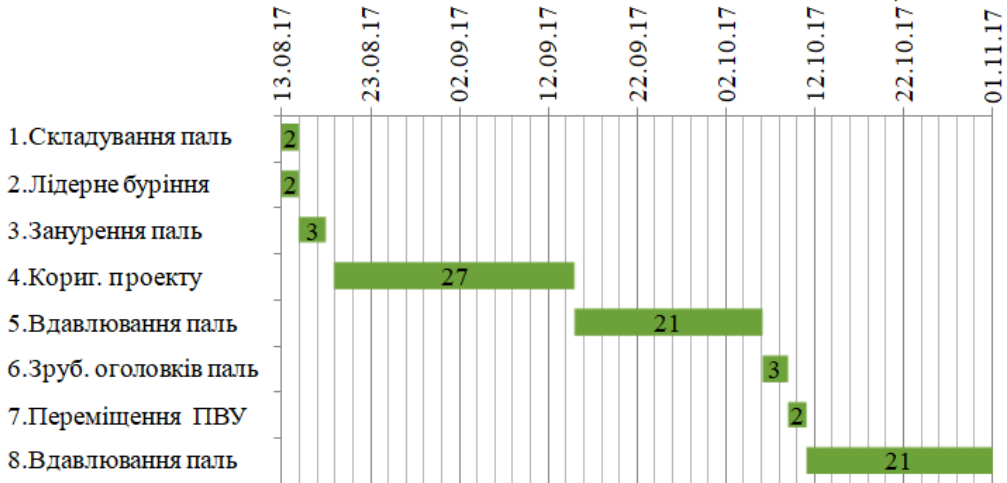


Рис. 4. Фрагмент графіка Ганта для створення пальового поля (фактична тривалість)

За аналізом представлених даних на рис. 3 та рис. 4 стає очевидним, що під впливом групи факторів міського середовища планова тривалість фактично була перевищена більш ніж в чотири рази. Насправді пристрій котловану і пальового поля за тривалістю зайняло весь період короткого літнього будівельного сезону. Вищезазначені роботи перебували на критичному шляху, що призвело до істотної зміни планів введення всього житлового комплексу до експлуатації. Заплановані роботи з бетонування фундаментної плити, стін підземного паркінгу і перекриття першого поверху були відсунуті на холодний період року, що спричинило ускладнення технології бетонування і, безумовно, зажадало додаткові матеріально-технічні ресурси.

Для найбільш раціонального вибору організаційно технологічних рішень при зведенні підземних частин цивільних будівель в умовах міського середовища, необхідно враховувати широкий спектр можливих чинників, як детермінованих, так і випадкових. З урахуванням чинного положення авторами даної роботи була виконана ідентифікація і категоризація основних факторів міського середовища, втілена в типологічну схему (рис. 5).



Рис. 5. Класифікація факторів міського середовища які впливають на тривалість будівництва

Такі фактори повинні бути ідентифіковані та описані як можна більш детально на ранніх етапах реалізації будівельного проекту, з тим, щоб можна було зрозуміти їх складність і потенційний вплив.

Слід враховувати й такий факт, що в даний час існують дані, що понад 80% території України представлені складними інженерно-геологічними умовами. При цьому в останнє десятиліття в містах України в результаті дії природних і техногенних факторів відбулося збільшення втрат води з комунікацій з 15 ÷ 20% до 25 ÷ 30%, загострилася проблема еколого-техногенної безпеки промислово-міських агломерацій.

Важливо відзначити, що під час будівництва будівель, а в особливості будівель з підземними частинами будівельники можуть зіткнутися з різними археологічними знахідками. Ці знахідки можуть істотно вплинути на тривалість реалізації проекту, зупинивши роботи на будівельному майданчику на один день або на невизначений термін.

Археологічні знахідки під час будівництва нерідкі, особливо в міських умовах. Лінія метрополітену в місті Салоніки яка будується з 2006 року в даний час відстає від графіка на чотири роки. Руїни стародавнього міста, виявлені в другому місті Греції, стали причиною затримки будівництва на невизначений термін. За останніми даними завершення будівництва планується на 2020 рік.

У США існує процедура експертизи проекту, в якій співробітники Державного управління по збереженню історичних пам'яток (SHPO) аналізують майбутній майданчик будівництва на предмет потенційних прямих або непрямих наслідків для історичних та археологічних знахідок. Якщо ймовірність археологічних знахідок в районі будівництва велика, може знадобитися проведення археологічних досліджень до початку будівництва.

Таким чином, реалістичність планової тривалості будівництва залежить від повноти інформації і точності значень параметрів, що описують організаційно-технологічну модель з урахуванням спільного впливу чинників міського середовища.



Рис. 6. Схема імітаційної моделі

У зв'язку з цим в даному дослідженні представлена імітаційна модель, що дозволяє враховувати вплив факторів міського середовища на тривалість будівництва підземних частин цивільних будівель ще на етапі розробки проекту (рис. 6). При такому підході, з'являється можливість отримати можливі сценарії розвитку будівельних процесів, зіставляючи їх з початковими показниками тривалості. Це дозволяє опрацювати можливі непередбачені ситуації та своєчасно прийняти необхідні рішення для дотримання необхідних термінів будівництва.

Висновки. Скорочення термінів будівництва є найважливішим завданням у сформованих на сьогодні економічних умовах України. Дослідження досвіду вітчизняних будівельних організацій показує, що інтенсивність зведення об'єктів в умовах міського середовища залежить від ряду факторів які мають вплив в конкретних умовах будівництва. Технічні, юридичні та екологічні фактори в основному визначаються на стадії проектування і планування будівництва. Економічні та соціальні фактори найчастіше виявляються в ході будівництва. Слід зазначити, що всі перераховані вище фактори можна віднести до визначальних і таких що мають безпосередній вплив на тривалість зведення підземних частин цивільних будівель. Інформація про ці фактори повинна обов'язково враховуватися при прийнятті проектних і виробничих рішень. Комплексне виконання таких за-

вданий вимагає від наукових, проектних і виробничих структур будівельної галузі запровадження інноваційної складової в прийнятті конструктивних та організаційно-технологічних рішень.

1. Дружинін А. В., Давиденко О. А. Проблеми удосконалення календарного планування в будівництві України. *Науковий вісник будівництва*. Харків : ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2017. Вип. 1(87). С. 228–232. 2. Штоль Т. М., Теличенко В. І., Феклин В. І. Технология возведения подземной части зданий и сооружений : учебное пособие. М. : Стройиздат, 1990. 288 с. 3. Броневицький А. П. Організаційно-технологічне обґрунтування тривалості висотного цивільного будівництва в умовах ущільненої міської забудови : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.08 / Київський національний університет будівництва і архітектури. Київ, 2012. 172 с. 4. Надточій М. І. Дослідження впливу організаційно-технологічних чинників на нове будівництво надземної частини монолітно-каркасних багатопверхових будівель в ущільнених умовах : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.08 / Одеська державна академія будівництва та архітектури. Одеса, 2014. 5. Макишин В. Н., Куделина М. В., Хрулев Е. А., Хрулев Ю. А. Особенности освоения подземного пространства городов в условиях гористой местности. *Вестник Дальневосточного государственного технического университета*. 2011 г. № 3/4 (8/9). С. 187–210. 6. Шумаков І. В., Гринчук О. А., Фурсов Ю. В. Перспективність техногенних територій для міського цивільного будівництва. *Науковий вісник будівництва*. Вип. 3(85). Харків : ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2016. С. 73–76. 7. Шумаков І. В. Теоретико-методологические принципы формирования организационно-технологических решений возведения подземных частей гражданских зданий : дис. ... на соиск. уч. степени д-ра техн. наук : спец. 05.23.08 / Харьковский национальный университет строительства и архитектуры. Харьков, 2015. 82 с. 8. ДСТУ-Н Б EN 1997-1:2010. Геотехнічне проектування : Єврокод 7. Частина 1. Загальні правила (EN 1997-1:2004, IDT). [Чинний від 2013-07-01]. К. : Мінрегіонбуд, 2011. (Державний стандарт України). 9. ДБН В 1.2-12-2008. Система надійності та безпеки в будівництві. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки : [Чинний від 2009-01-01]. К. : Мінрегіонбуд України, 2008. 35 с. (Державні будівельні норми України).

Рецензент: д.т.н., професор Ткачук М. М. (НУВГП)

Shumakov I. V., Doctor of Engineering, Professor, Mikautadze R. I., Post-graduate Student, Saliia M. H., Candidate of Engineering (Ph.D.), Associate Professor, Liakhov I. I., Post-graduate Student (Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture)

THE EFFECT OF FACTORS OF URBAN ENVIRONMENT ON THE ESTIMATED CONSTRUCTION PERIOD OF THE SUBSTRUCTURE OF CIVIC BUILDINGS

The development of major city centers in modern Ukraine is hardly possible without developing and taking advantage of underground space. It is important to understand that the problems of developing the underground space in the central areas of large cities are closely connected with other problems of urban development. This mainly concerns the construction of buildings in the context of the dense built environment, the construction under unfavorable engineering and geological conditions, as well as other problems of construction in a megalopolis. According to European norms, the construction of new buildings under the conditions of dense built environment belongs to category 3, which is the most complicated category of geotechnical works. The article explores the comprehensive effect of different factors of urban environment on the estimated construction period of the substructure of civic buildings. The article describes and analyzes the process of building the underground part in an 18-story residential building with a one-level underground parking that is now under construction in Kharkiv. The construction process was complicated due to the fact that the building site is located in the immediate vicinity of a maternity hospital. Initially, the piling field was supposed to be made with the help of the impact method, but under the pressure of the local community, the impact method technology was replaced by the method of jacking. These changes led to a number of alterations in the construction technology and significantly changed the feasibility parameters of the construction. The whole case study demonstrates the way how a number of various factors of the urban environment caused the actual period of construction to be more than four times as long as it was estimated in the beginning. It was determined which situations result in higher costs of construction. It is also highlighted that the realistic duration of construction depends on how ample and precise are the values of the parameters that describe the organizational and technological model considering the aggregate influence of various factors of the urban environment. The major factors of urban environment were singled out and classified. In order to optimize the construction period, the imitation model was suggested helping to estimate the effect of different factors of urban environment on the construction period of

the substructure of civic buildings. The presented results of the research can be applied when making decisions that concern the design and manufacturing processes.

***Keywords:* construction period, optimization, forecasting, urban environment.**

Шумаков И. В., д.т.н., профессор, Микаутадзе Р. И., аспирант, Салия М. Г., к.т.н., доцент, Ляхов И. И., аспирант (Харьковский национальный университет строительства и архитектуры)

ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

В статье рассмотрено комплексное влияние факторов городской среды на плановую продолжительность строительства подземных частей гражданских зданий. Выполнена идентификация и категоризация основных факторов городской среды. Установлено, что такие ситуации ведут к увеличению стоимости строительства. В контексте оптимизации продолжительности строительства предложена имитационная модель, позволяющая учитывать влияние факторов городской среды на продолжительность строительства подземных частей гражданских зданий. Представленные результаты исследований могут быть использованы при принятии проектных и производственных решений.

***Ключевые слова:* продолжительность строительства, оптимизация, прогнозирование, городская среда.**
