

Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин, вип. 43, технічний, 2020

УДК 69.032.22:658.51

**Є. І. Заяць**<sup>1</sup>,

докт. техн. наук, професор  
ORCID: 0000-0002-7382-919X

**В.Р. Молодецький**<sup>1</sup>,

докт. техн. наук, професор  
ORCID: 0000-0003-0871-2128

**Т.В. Ткач**<sup>1</sup>,

канд. техн. наук  
ORCID: 0000-0002-9433-7514

**А.М. Негеса**<sup>2</sup>,

канд. техн. наук  
ORCID: 0000-0002-3364-3446

<sup>1</sup>Придніпровська державна академія будівництва та архітектури  
<sup>2</sup>Дніпровський національний університет залізничного транспорту

## ЗАСТОСУВАННЯ КРИВОЛІНІЙНОЇ ПІДПІРНОЇ СТІНИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ

**Постановка проблеми.** Сучасні тенденції будівництва в Україні та світі відзначаються зростанням розповсюдження багатоповерхових та висотних будівель, особливо у великих містах. При цьому в умовах функціонуючих структур міста та існуючої інфраструктури часто виникає проблема будівництва в умовах ущільненої забудови, часто ще й в складних або надскладних гідрогеологічних умовах. Одна з причин такої специфіки полягає у відсутності або значній вартості вільних під забудову майданчиків в більш сприятливих умовах. Крім того, важливим параметром є необхідність об'єднання окремих елементів міської забудови в єдиний інфраструктурний багатофункціональний комплекс. Проблемним полем залишається формування найбільш раціонального конструкційно-технічного рішення несучих і огорожуючих конструкцій підземної частини будівлі, які сприймають у тому числі і значні додаткові зусилля стримування аварійних і зсувонебезпечних ґрунтових масивів. **Мета дослідження** – визначення особливостей та переваг застосування криволінійної підпірної стіни з буронабивних паль під час зведення житлово-офісно-торгівельного комплексу з готелем та паркінгом по вул. Миколи Амосова у Солом'янському районі м. Києва. **Висновок.** Підвищення ефективності проектних рішень зведення висотних будівель та їх реалізації, а саме, скорочення тривалості та зниження вартості будівництва в складних гідрогеологічних умовах можливо досягти за рахунок застосування ефективних рішень підпірної стіни та раціонального організаційно-технологічного комплексу виконання будівельно-монтажних робіт. Необхідне постійне дослідження світового досвіду проектування, зведення і експлуатації складних проектів провідних організацій ведучих країн для постійного вдосконалення і розвитку будівельної галузі України.

**Ключові слова:** висотна будівля, будівельно-монтажні роботи, організація будівництва, підпірна стіна, ущільнена забудова, гідрогеологічні умови, вартість, тривалість.

**Постановка проблеми та її зв'язок з науковими і практичними завданнями.** Сучасні тенденції будівництва в Україні та світі відзначаються зростанням розповсюдження багатоповерхових та висотних будівель, особливо у великих містах. При цьому в умовах функціонуючих структур міста та існуючої інфраструктури часто виникає проблема будівництва в умовах ущільненої забудови, часто ще й в складних або надскладних гідрогеологічних умовах. Одна з причин такої специфіки полягає у відсутності або значній вартості вільних під забудову майданчиків в більш сприятливих умовах. Крім того, важливим параметром є необхідність об'єднання окремих елементів міської забудови в єдиний інфраструктурний багатофункціональний комплекс.

В умовах більшості великих міст України гостро стоїть проблема будівництва висотних будівель та багатофункціональних комплексів на ділянках зі значним перепадом висот, зсувонебезпечних схилах та тому подібних. З розвитком нових нормативних документів [1-3] є актуальною проблема аналізу сучасних методів будівництва та вибору найбільш раціональних для конкретних умов забудови та конкретних проектних рішень[4]. Причому внаслідок складних гідрогеологічних умов та значного ступеня щільності забудови центральних частин великих міст необхідно ретельне дослідження світового досвіду проектування, зведення і експлуатації складних проектів провідних організацій ведучих країн для постійного вдосконалення і розвитку будівельної галузі України.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналізу проблем проектування та реалізації проектів висотних будівель в складних гідрогеологічних умовах присвячені праці В. І. Торкатюка [5], В. І. Теличенка [6], С. Пейфу [7], А. В. Радкевича [8] та інших науковців. Пошуку раціональних організаційно-технологічних рішень будівництва та реконструкції об'єктів промислового та цивільного призначення присвячено праці Л. Сіднея [9], В.А. Ильчева [10], тощо. На сьогодні світовий досвід будівництва налічує багато методів укріплення таких схилів і будівництва об'єктів з широким використанням підземних просторів. Висока ефективність досягається поєднанням функцій кріпильних елементів та огорожувальних конструкцій в єдину конструкцію. При цьому використання технологічних та конструктивних прийомів значно підвищує економічну доцільність прийнятих рішень та прискорює терміни зведення будівлі. Одночасно досягається зменшення вартості готової продукції та підвищення експлуатаційної ефективності отриманих приміщень.

**Мега статі** – визначення особливостей та переваг застосування криволінійної підпірної стіни з буронабивних паль під час зведення житлово-офісно-торгівельного комплексу з готелем та паркінгом по вул. Миколи Амосова у Солом'янському районі м. Києва.

**Виклад матеріалу.** Ефективність застосування найбільш сучасних світових тенденцій розглянемо на прикладі забудови Протасового Яру в м. Київ. Ділянка забудови являє собою ухил яру з перепадом висот близько 20 м. Схил зсувонебезпечний, тому практично не експлуатується. Проектом передбачається зведення суцільного 6-поверхового стилобату практично на всю площу ділянки забудови. Поверхня стилобату виконується в один рівень з верхньою частиною схилу, по ній влаштовується експлуатована покрівля з благоустроєм, озелененням, автомобільними та пішохідними дорогами. В бік відкритого схилу влаштовується вертикальна стіна з панорамними вікнами, і інсольовані приміщення планується

експлуатувати під спортзал, торговельні площі, басейн, тощо. Для спуску в нижню частину передбачається улаштування панорамних ліфтів. Більшу частину приміщень стилобату, зокрема приміщення без інсоляції, передбачається відвести під паркінг.

На поверхні стилобату передбачається зведення три 32-поверхових висотних будівель, житлового та комерційного (офісні приміщення) призначення. Загальний вигляд комплексу представлений на рис. 1, 2.



Рис. 1. Загальний вид комплексу Ракурс 1



Рис. 2. Загальний вид комплексу. Ракурс 2

Основною проблемою при розробці проектних конструктивних рішень стало питання укріплення зсувонебезпечного схилу яру. Крім того, улаштування

підземних приміщень стилобату вимагало створення масивних огорожувальних конструкцій. Тому було прийняте рішення об'єднати функціональне призначення конструкцій. В результаті обране улаштування суцільної підпірної стіни з буронабивних паль. Через значний об'єм зсувонебезпечного ґрунтового масиву улаштована підпірна стіна висотою 20 м має криволінійне окреслення для збільшення довжини стіни (рис. 3) і забезпечує більш значну стійкість схилу. Оскільки для улаштування даної підпірної стіни необхідний під'їзд, маневрування та виконання робіт важкою технікою (бурильна установка, автокрани, бетоновози), дану роботу можна безпечно виконувати тільки з горизонтальної поверхні. Тому робота виконується після відривання схилу до позначки 175,0 м та його укріплення.

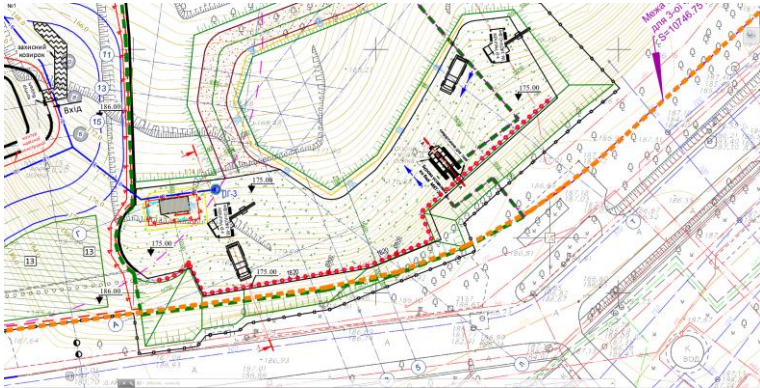


Рис. 3. Розробка тераси на позначці 175.0 м. План

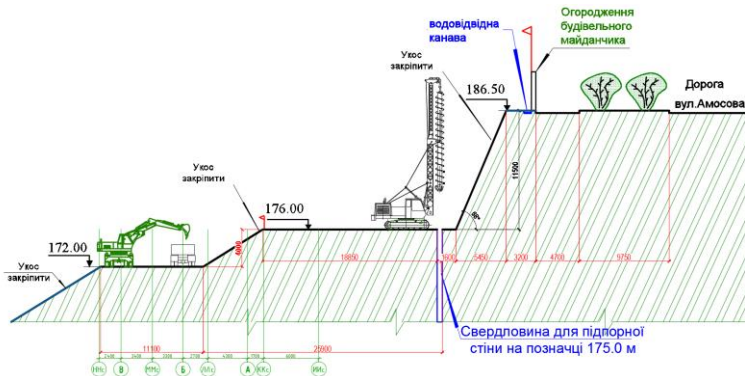


Рис. 4. Виконання свердловин для улаштування підпірної стіни з тераси на позначці +175.0 м

На наступному етапі під захистом підпірної стіни терасами виконується послідовна розробка ґрунту до проектної позначки (рис. 5). Далі – улаштування пальового поля, монолітного залізобетонного плитного ростверка, зведення конструкцій стилобату. Потім – зворотня засипка та ущільнення ґрунту, а також зведення висотних частин будівель. Для прискорення процесу роботи були розбиті на 3 черги, будівництво яких виконується послідовно-паралельним методом.

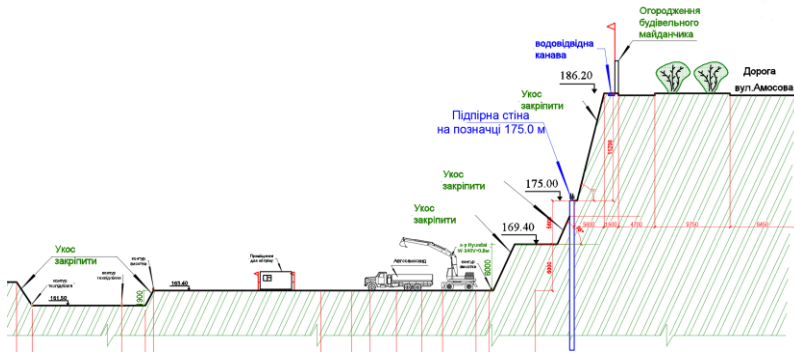


Рис. 5. Розробка послідовних терас під захистом підпірної стіни

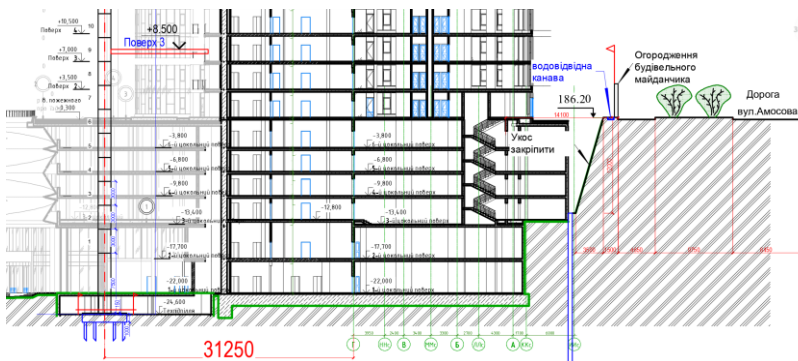


Рис. 6. Зведення стилобату та висотної частини будівлі після укріплення схилу підпірною стіною

Загальна тривалість будівництва планується близько 60 місяців. Кошторисна вартість комплексу станом на 2019 рік складала близько 1.8 млрд грн. При цьому виконання проектних робіт спеціалістами ТОВ «Архітектурне бюро Алюр» підкреслило високий рівень та здатність виконувати масштабні проекти надзвичайно високої архітектурної виразності та якості. Будівництво виконується генеральним підрядником «Індбуд» на професійному рівні.

Завдяки використанню сучасних технологій виконання робіт в надскладних геологічних умовах стає реальністю для України. Проте необхідно ретельно досліджувати передовий світовий досвід та аналізувати ефективність сучасних конструктивно-технологічних рішень для подальшої адаптації та застосування.

#### **Висновки.**

Будівництво об'єктів із розвиненою підземною частиною в стиснених умовах міського середовища супроводжується вирішенням ряду складних геотехнічних проблем, у тому числі і пов'язаних із питаннями технології виробництва будівельних робіт і забезпеченням стійкості існуючої навколишньої забудови. Однак можливості сучасних технологій і обладнання надають інженерам і будівельникам вибір доступних способів улаштування підземних і заглиблених споруд, таких як технологія кріплення зсувонебезпечного схилу підпірною стіною з буронабивних паль. В сучасному проектуванні спостерігається нова тенденція, коли технологія будівництва стає первинною і диктує основні інженерні рішення, вимагає урахування зміни напружено-деформованого стану навколишнього ґрунтового масиву і зведених конструкцій на всіх основних стадіях виробництва робіт, а також стадії експлуатації. Правильний і науково обґрунтований вибір видів і послідовності виконання технологічних операцій, методів улаштування огороження котловану, способів підсилення основ і фундаментів прилеглих будівель, науковий супровід ведення робіт дозволяють не тільки знизити до мінімуму можливість виникнення аварійних ситуацій у процесі будівництва та уникнути необґрунтованих додаткових деформацій будівель та інженерних споруд, розташованих у зоні впливу будівництва, а і знизити вартість будівельно-монтажних робіт та скоротити термін будівництва.

#### ***Список літератури:***

1. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків : ДБН В.2.2-24 – 2009. – Уведено вперше ; чинні з 2009-09-01. – Київ: Мінбуд України, 2009. – 161 с. – (Державні будівельні норми).
2. Заяць Є.І. Особливості застосування методу будівництва «вверх-вниз» під час зведення висотних будівель. Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2017. – № 1. – С. 64-69.
3. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5:2016. – Вид. офіц. – [На заміну ДБН А.3-1-5-2009, чинний з 01.01.2017]. – Київ: М-во регіон. Розвитку, буд-ва та житл-комун. госп-ва, 2016 – 61 с.
4. Система надійності та безпеки в будівництві. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки: ДБН В.1.2-12-2008. – Введ. вперше; чинні з 2009-01-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. – 36 с.
5. Торкатюк В. И. Организационно-технологические решения в многоэтажном каркасном строительстве / В. И. Торкатюк. – Харьков: Вища шк., 1986. – 160 с.
6. Управление программами и проектами возведения высотных зданий / В. И. Теличенко, Е. А. Король, П. Б. Каган, С. В. Комиссаров, С. Г. Арутюнов, А. А. Афанасьев. – Москва: АСВ, 2010. – 144 с.
7. Проектирование современных высотных зданий / Сюй Пэйфу, Фу Сюси, Ван Цуйкунь, Сяо Цунчжэнь. – Москва: АСВ, 2008. – 469 с.
8. Pshynko A., Radkeyuch A., Netesa A. Prospects of mastering of underground space by erection of multistory underground apartments of multifunction complexes.

Innovative lifecycle technologies of housing, industrial and transportation objects: Monograph / Editors: Nikolaienko S. Kulikov P. Pshinko O. Savytskyi M. Radkevych A. Unchik S. Dukat S. Yurchenko Y. Babenko M. Koval O. / Under the general editorship of Savytskyi M. – Dnipro - Bratislava: SHEE Prydniprovskya State Academy of Civil Engineering and Architecture - Slovak University of Technology in Bratislava, 2018. – 127 p. – pp. 21-29

9. Sidney L. Project management in construction / L. Sidney. – 6th Edition. – NewYork: McGraw-Hill, 2006. – 402 p.

10. V. A. Il'ichev, N. S. Nikiforova and Yu. A. Gotman «Structural safety security of objects with an underground part bytransformation of soil properties: alabyano-baltic tunnel in Moscow», Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. 54, No. 2, May, 2017, pp. 137 – 141.

### *References*

1. Minbud Ukrainy. Budynky i sporudy. Proektuvannia vysotnykh zhytlovykh i gromadskykh budynkiv: DBN V.2.2-24– 2009 [Houses and buildings. Designing of high-rise residential and public buildings: SBC V.2.2-24:2009]. Kyiv, 2009, 161 p. (in Ukrainian).

2. ZAIATS, Y. I. Features of application of building method «вверх - downward» during erection of pitch building. Announcer of the Prydniprov's'ka state academy of building and architecture, [S.I.], n. 1, p. 64-69, Jun. 2017. ISSN 2312-2676. Accessible to address: <http://visnyk.pgasa.dp.ua/article/view/103208>. Date of access: 16 Feb. 2020

3. M-vo region. rozvytku, bud-va ta zhytl.-komun. hosp-va Ukrainy. Organizatsiia budivelnoho vyrobnytstva: DBN A.3.1-5:2016 [Organization of building production: SBC A.3.1-5-2016]. Kyiv, 2016, 51 p. (in Ukrainian).

4. Minregionbud Ukrainy. Systema nadiinosti ta bezpeky v budivnytstvi. Budivnytstvo v umovakh ushchilненоi zabudovy. Vymogy bezpeky: DBN V.1.2-12-2008 [Reliability and safety system in construction. Building in the compacted area. Safety requirements: SBC V.1.2-12-2008]. Kyiv, 2008, 36 p. (in Ukrainian).

5. Torkatyuk V.I. Organizacionno-technologicheskije resheniya v mnogoetazhnom karkasnom stroitel'stve [Organizational and technological solutions in a multi-storey frame construction]. Xar'kov: Vyscha shk., 1986, 160 p. (in Russian).

6. Telichenko V.I., Korol' E.A., Kagan P.B., Komissarov S.V., Arutyunov S.G. and Afanas'ev A.A. Upravlenie programmami i proektami vozvedennya vysotnyx zdaniy [Programme and project management of high-rise buildings erection]. Moskva: ASV, 2010, 144 p. (in Russian).

7. Sjuj Pjeifu, Fu Sjusi, Van Cujkun' and Sjao Cunchzhjen'. Proektirovanie sovremennyx vysotnyx zdaniy [The design of modern high-rise buildings]. Moskva: ASV, 2008, 469 p. (in Russian).

8. Sidney L. Project management in construction. 6th Edition. NewYork: McGraw-Hill, 2006, 402 p.

9. V. A. Il'ichev, N. S. Nikiforova and Yu. A. Gotman «Structural safety security of objects with an underground part bytransformation of soil properties: alabyano-baltic tunnel in Moscow», Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. 54, No. 2, May, 2017, pp. 137 – 141.

10. Pshynko A., Radkevych A., Netesa A. Prospects of mastering of underground space by erection of multistory underground apartments of multifunction complexes. Innovative lifecycle technologies of housing, industrial and transportation objects: Monograph / Editors: Nikolaenko S. Kulikov P. Pshinko O. Savvitskyi M. Radkevych A. Unchik S. Dukat S. Yurchenko Y. Babenko M. Koval O. / Under the general editorship of Savvitskyi M. – Dnipro - Bratislava: SHEE Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture - Slovak University of Technology in Bratislava, 2018. – 127 p. – pp. 21-29

*Е.И. Заяц, В. Р. Молодецкий, Т.В. Ткач, А.Н. Нетеса*

*Анализ эффективности применения криволинейной подпорной стены при возведении жилищно-офисно-торгового комплекса с гостиницей и паркингом по ул. Николая Амосова в Соломенском районе г. Киева*

**Постановка проблемы.** *Современные тенденции строительства в Украине и мире отмечают рост распространения многоэтажных и высотных зданий, особенно в крупных городах. При этом в условиях функционирующих структур города и существующей инфраструктуры часто возникает проблема строительства в условиях уплотняющей застройки, часто еще и в сложных или сверхсложных условиях гидрогеологии. Одна из причин такой специфики заключается в отсутствии или значительной стоимости свободных под застройку площадок в более благоприятных условиях. Кроме того, важным параметром является необходимость объединения отдельных элементов городской застройки в единственный инфраструктурный многофункциональный комплекс. Проблемным полем остается формирование наиболее рационального конструктивно-технического решения несущих и ограждающих конструкций подземной части здания, которые воспринимают в том числе и значительные дополнительные усилия сдерживания аварийных и оползнеопасных грунтовых массивов. **Цель исследования** - определение особенностей и преимуществ применения криволинейной подпорной стены из буронабивных свай во время возведения жилищно-офисно-торгового комплекса с гостиницей и паркингом по ул. Николая Амосова в Соломенском районе г. Киева. **Вывод.** Повышение эффективности проектных решений возведения высотных зданий и их реализации, а именно, сокращения длительности и снижения стоимости строительства в сложных условиях гидрогеологии возможно достичь за счет применения эффективных решений подпорной стены и рационального организационно-технологического комплекса выполнения строительномонтажных работ. Необходимо постоянное исследование мирового опыта проектирования, возведения и эксплуатации сложных проектов ведущих организаций передовых стран для постоянного совершенствования и развития строительной отрасли Украины.*

**Ключевые слова:** *высотное здание, строительномонтажные работы, организация строительства, подпорная стена, уплотняющая застройка, условия гидрогеологии, стоимость, длительность.*



**Y.I. Zaiats, V.R. Mlodetskiy, T.V. Tkach, A.M. Netesa**

***Analysis of the efficiency of the application of a curvilinearly supporting wall in the development of the residential, office and trade complex with hotel and parking in Mykola Amosov's street in Solomyansk region of Kiev***

**Formulation of the problem.** The current trends in construction in Ukraine and in the world are marked by an increase in the spread of high-rise and high-rise buildings, especially in large cities. However, in the conditions of functioning structures of the city and the existing infrastructure, there is often a problem of construction in the conditions of compacted construction, often even in difficult or complex hydrogeological conditions. One of the reasons for this specificity is the lack or significant cost of vacant sites under more favorable conditions. In addition, an important parameter is the need to integrate individual elements of urban development into a single infrastructure multifunctional complex. The problem field is to overlook the form of the most rational design and technical solution of non-reticent and enclosing constructions, the smaller parts of the base, and the larger number of the most significant ones. **Goal.** Determination of the features and advantages of using a curvilinear retaining wall made of drilling piles during the construction of a residential-office-shopping complex with a hotel and a parking lot on the street. Mykola Amosov in the Solomensky district of Kyiv. **Conclusion.** Improving the effectiveness of design solutions for the construction of high-rise buildings and their implementation, namely, reducing the duration and reducing the cost of construction in complex hydrogeological conditions can be achieved through the use of effective solutions retaining wall and rational organizational and technological complex of construction and assembly works. It is necessary to constantly study the world experience in the design, construction and operation of complex projects of leading organizations in leading countries for continuous improvement and development of the construction industry in Ukraine.

**Keywords:** high-rise building, construction works, organization of construction, retaining wall, compacted construction, hydrogeological conditions, cost, duration.

### **Посилання на статтю**

**АРА:** Zaiats, Y.I., Mlodetskiy, V.R., Tkach, T.V. & Netesa, A.M. (2020). Zastosuvannya kryvoliniynoyi pidpirnoyi stiny pry budivnytstvi bahatopoverkhovyykh budivel. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 43, 115–123.

**ДСТУ:** Заяць Є.І. Застосування криволінійної підпірної стіни при будівництві багатопверхових будівель [Текст] / Є.І. Заяць, В.Р. Млодецький, Т.В. Ткач, А.М. Нетеса // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2020. – № 43. – С. 115–123.