

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 625.748.28:[624.012.35:624.035.4]

А. М. НЕТЕСА^{1*}, А. В. РАДКЕВИЧ²

^{1*} Кафедра «Будівельне виробництво та геодезія», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (063) 769 25 51, ел. пошта andreynetes@meta.ua, ORCID 0000-0002-3364-3446

² Кафедра «Будівельне виробництво та геодезія», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (098) 307 81 44, ел. пошта anatolij.radkevich@gmail.com, ORCID 0000-0001-6325-8517

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ РІЗЬБОВОГО З'ЄДНАННЯ АРМАТУРИ ДЛЯ ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КАРКАСІВ ПІДЗЕМНИХ СПОРУД

Метою наведених в статті результатів досліджень є визначення раціональних конструктивно-технологічних варіантів освоєння підземного простору, зокрема улаштування підземних паркінгів, у відношенні до способу з'єднання арматури збірних залізобетонних елементів. **Методика.** Вивчено передовий досвід будівництва аналогічних об'єктів на території України. Розглянуто варіанти з'єднання арматури ванношовним зварюванням та різьбовими муфтами. **Результати.** Визначені основні способи їх реалізації, встановлені найважливіші параметри ефективності способів зведення вертикальних несучих елементів. Підтверджено важливість реанімації будівельної галузі в області виготовлення вертикальних несучих елементів збірних каркасів будівель та споруд та їх адаптація до з'єднання за допомогою сучасних механічних способів з'єднання арматури. **Наукова новизна.** Встановлено, що одним з найбільш перспективних методів з'єднання арматури є механічне з'єднання різьбовими муфтами. Застосування його для з'єднання вертикальних несучих елементів збірних залізобетонних каркасів дозволяє скоротити термін монтажу елементів, зменшити кількість необхідного при виконанні робіт обладнання та значно прискорити процес улаштування несучих конструкцій. При об'єднанні з технологією виконання збірно-монолітного каркасу будівель можливе швидке та якісне зведення сучасних будівель ефективними індустріальними методами. **Практична значимість.** Вивчено досвід освоєння підземного простору в Україні та світі, визначено проблеми будівництва підземних споруд в специфічних складних гідрогеологічних умовах. Запропоновано ефективні технологічні варіанти улаштування вертикальних несучих елементів збірних та збірно-монолітних каркасів будівель та споруд зі з'єднанням арматури різьбовими муфтами. Результати проведених досліджень можуть використовуватися проектувальниками для розробки проектів улаштування підземних паркінгів та інших споруд в Україні. Запропоновані технологічні рішення дають можливість реалізувати такі проектні рішення в складних гідрогеологічних умовах при ущільненій забудові та збереженні історичних об'єктів міста.

Ключові слова: підземний простір; паркінг; збірний каркас; різьбові муфти; технологія; гідрогеологічні умови; конструкції; підземні споруди

Вступ

Застосування збірних залізобетонних каркасів багатоповерхових будівель є важливою складовою будівельної індустрії. Перенесення основних операцій з виготовлення будівельних конструкцій в заводські умови призводить до раціонального використання ресурсів та енергоносіїв, економії працевитрат, підвищення якості готових елементів. За умови ефективного використання транспортної інфраструктури та ритмічних поставок елементів високої заводської готовності на будівельний майданчик зведення основного каркасу зводиться до вико-

нання монтажних робіт при значному рівні механізації праці. Внаслідок значно скорочуються терміни виконання робіт та витрати коштів на утримання будівельного майданчику.

При зростаючому темпі урбанізації та розростання крупних міст розвинених країн світу спостерігається необхідність активного освоєння підземного простору (Il'ichev, Nikiforova, & Gotman, 2017; Wang & Xu, 2012), в тому числі поблизу історичних забудованих центрів та в надскладних гідрогеологічних умовах (Подземная урбанизация – вектор движения в будущее; Реконструкция бесподвальных исторических зданий Санкт-Петербурга; Штомпель).

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Активно розвиваються нові технології водовідведення та ізоляції об'єкта будівництва від впливу підземних вод (Юркевич, 2016), прискоренню темпів зведення огорожуючих та ізолюючих конструкцій будівлі (Trushko, Demenkov, & Tulin, 2018), а також інтенсифікації та раціоналізації найбільш витратних операцій на будівництві (Radkevych, & Netesa, 2017). Також ефективним напрямом є утилізація відходів гірничої промисловості при виготовленні продукції будівельного призначення, зокрема бетонів та будівельних сумішей, використання яких доцільне в умовах підземного будівництва (Shishkin, Netesa, & Scherba, 2017; Shishkin, Netesa N., & Netesa A., 2019).

В сучасному будівництві на території України зберігається перспектива використання збірних залізобетонних елементів при створенні підземних споруд (Тютюкін, 2016). В порівнянні з монолітними елементами застосування збірних призводить до зниження термінів виконання робіт, відповідно до значного скорочення обмежень інфраструктури навколо розташованих об'єктів. Особливо актуальною дана вимога стає при будівництві поблизу основних об'єктів транспортної інфраструктури, зокрема при будівництві перехоплюючих автостоянок. При цьому підземні споруди показали свою значну ефективність для споруд такого призначення.

Мета

В даних умовах необхідно реанімувати будівельну індустрію України з метою підвищити темпи освоєння підземного простору, покращення рівня життя, збільшення якості використання транспортної інфраструктури міст, зокрема історичних центрів в складних гідрогеологічних умовах (Беляєв, 2012) та ущільненої навколишньої забудови (Семко, Гасенко, Гарькава, & Данисько, 2018). Дану проблему можна вирішити шляхом визначення раціональних конструктивно-технологічних варіантів освоєння підземного простору, зокрема улаштування підземних паркінгів, у відношенні до способу з'єднання арматури збірних залізобетонних елементів.

Методика

Серед значної кількості різновидів збірних елементів заводського виготовлення найбільш

перспективними для підземних споруд є вертикальні несучі елементи. Серед них раціонально застосовувати збірні колони квадратного перетину розміром 300×300, 400×400 мм з кроками близько 6×6 м. Для багатоповерхових підземних споруд, а також при створенні багатофункціональних комплексних будівель з кількома підземними поверхами однакового планування ефективним є використання технології збірно-монолітного залізобетону. При цьому застосовуються елементи колон на 2 або 3 поверхи, з проміжками бетонування в зоні перекриттів. Перекриття виконуються шляхом укладання на опалубку збірних пустотних плит, переважно неперервного формування, та улаштування монолітних ригелів між колонами (рис. 1).



Рис. 1. Збірно-монолітний каркас будівлі зі збірними плитами та монолітними ригелями

При цьому внаслідок заходу бетону ригелів у попередньо заармований та підготований простір пустот плит утворюється надійне з'єднання конструкцій перекриття. В результаті отримується поєднання швидкого зведення каркасу та свободи внутрішніх планувань, що особливо актуально для послідовного комплексного використання споруди з можливою зміною призначення під час довготривалої експлуатації підземного простору. Елементи просторової жорсткості, зокрема діафрагми, зручно поєднувати з огорожувальними конструкціями, вирішуючи також актуальну задачу будівництва в складних гідрогеологічних умовах, зокрема застосовуючи інноваційні технології улаштування «стіни в ґрунті».

Елементи заводського виготовлення мають високу якість, а в умовах сучасних виробничих

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

ліній можуть виконуватись з підвищеною заводською готовністю. Проте найбільш трудомістким процесом під час монтажу є з'єднання елементів. Традиційна технологія передбачає установку колон у кондуктор, вивіряння елементів по рискам та ванношовне зварювання арматурних випусків з послідуною зачеканкою стиків цементно-піщаними розчином (рис. 2).



Рис. 2. Стикування колон за допомогою інвентарного кондуктора

Головний недолік даного способу полягає в значних витратах висококваліфікованої праці – близько 40...60 хвилин роботи зварювальника при з'єднанні 40 мм арматури. Крім того, істотними є неможливість використання високоміцної термічно зміцненої арматури, яка не підлягає зварюванню, а також трудомістка і малоефективна процедура контролю якості зварних стиків.

Результати

Вважається раціональним адаптування перспективного способу механічного з'єднання арматури різьбовими муфтами до використання зі збірними елементами. Фактично арматурний каркас за основними властивостями при монтажі є аналогом збірної колони, тому при визначенні ефективності способу монтажу клю-

чові фактори є однаковими. При цьому просторова жорсткість збірного елемента буде значно більшою в порівнянні з жорсткістю арматурного каркасу, а центрування елемента буде відбуватись за рахунок специфічної форми контактних площадок (рис. 3).

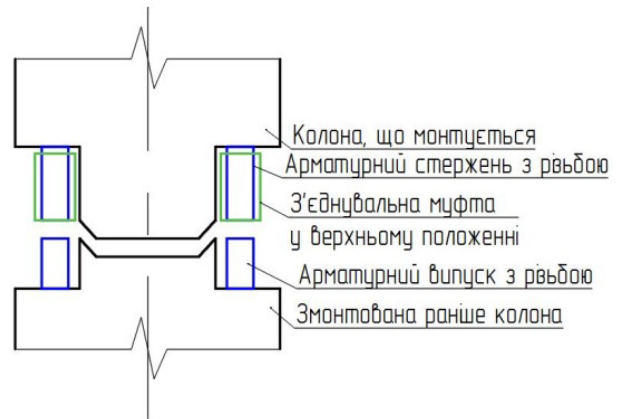


Рис. 3. Положення елементів колон під час монтажу при застосуванні методу різьбового з'єднання арматури

Наукова новизна

Встановлено, що одним з найбільш перспективних методів з'єднання арматури є механічне з'єднання різьбовими муфтами. Застосування його для з'єднання вертикальних несучих елементів збірних залізобетонних каркасів дозволяє скоротити термін монтажу елементів, зменшити кількість необхідного при виконанні робіт обладнання та значно прискорити процес улаштування несучих конструкцій. При об'єднанні з технологією виконання збірно-монолітного каркасу будівель можливе швидке та якісне зведення сучасних будівель ефективними індустріальними методами.

Практична значимість

Метод різьбового з'єднання арматури в порівнянні з ванношовним зварюванням значно підвищує швидкість монтажу елемента, і для 4 стержнів буде займати близько 2...3 хвилин. Під час скачування муфт з верхнього елемента (того, що монтується) на нижній водночас буде відбуватись центрування елементів, завдяки чому відсутня необхідність застосування кондуктора. Вивірка вертикального положення

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

може відбуватись шляхом утримання монтованої колони у вертикальному стані, фіксації зазорів між арматурними стержнями, що з'єднуються, та дотриманням їх під час скручування муфт. Остаточне положення елементів колон після монтажу зі з'єднанням арматури різьбовими муфтами показано на рис. 4.

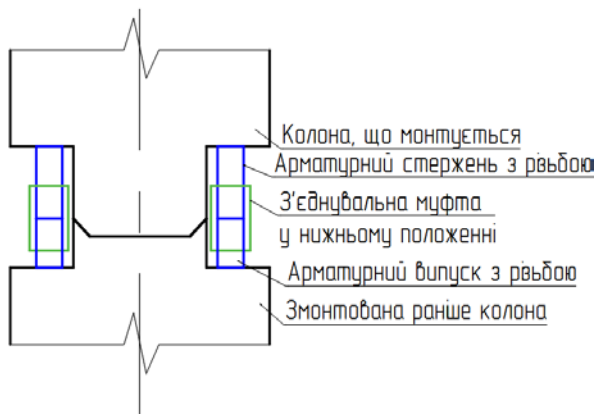


Рис. 4. Положення елементів колон після монтажу при застосуванні методу різьбового з'єднання арматури

Простір стика після завершення процедури контролю якості буде заповнений будівельним розчином або бетоном згідно проекту.

Висновки

Таким чином, запропонований автором метод механічного з'єднання арматури різьбовими муфтами має широкі перспективи до застосування при монтажі збірних та збірно-монолітних залізобетонних каркасів багатопверхових будівель. В умовах щільної міської забудови, необхідності швидкого та якісного зведення споруд та улаштування багатофункціональних комплексів зі значними об'ємами підземних приміщень актуальним є адаптація даного методу з метою реанімації будівельної індустрії у галузі заводського виготовлення елементів каркасів будівель та їх ефективного використання.

Метод різьбового з'єднання арматури в порівнянні з ванношовним зварюванням значно підвищує швидкість монтажу елемента, і для 4 стержнів буде займати близько 2...3 хвилин. Під час скачування муфт з верхнього елемента (того, що монтується) на нижній водночас буде відбуватись центрування елементів, завдяки чому відсутня необхідність застосування кон-

дуктора. Вивірка вертикального положення може відбуватись шляхом утримання монтованої колони у вертикальному стані, фіксації зазорів між арматурними стержнями, що з'єднуються, та дотриманням їх під час скручування муфт. Остаточне положення елементів колон після монтажу зі з'єднанням арматури різьбовими муфтами показано на рис. 4. Простір стика після завершення процедури контролю якості буде заповнений будівельним розчином або бетоном згідно проекту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Pl'ichev, V. A., Nikiforova, N. S. & Gotman, Yu. A. (2017). Structural safety security of objects with an underground part by transformation of soil properties: alabyano-baltic tunnel in Moscow. *Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 54(2), 137-141.
- Radkevych, A. V., & Netesa, A. M. (2017). Determination and ranging of organizational and technological factors that define the rational decisions of re-bars connection. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*, 3 (69), 171-181.
- Shishkin, A., Netesa, N., & Scherba, V. (2017). Influence of the filler which contains the iron on the strength of concrete. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5/6 (89), 11-16.
- Shishkin, A., Netesa, N., & Netesa, A. (2019). Determining the rational compositions of low-strength concretes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1/6 (97), 47-52.
- Trushko, O. V., Demenkov, P. A., & Tulin, P. K. (2018). Increasing the stability of extraction pits when building high-rise houses with multi-level underground car parking under conditions of highly deformed soils. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*, 9(13), 740-750.
- Wang, W. D., & Xu, Z. H. (2012). Design and construction of deep excavations in Shanghai. *Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground*, 667-683.
- Беляев, В. Л. (2012). Освоение подземного пространства как способ охраны исторической среды г. Москвы. *Вестник МГСУ*, 8, 6-14.
- Семко, О. В., Гасенко, А. В., Гарькава, О. В., & Данисько, В. Ю. (2018). Вплив зведення інженерних споруд на розвиток пошкоджень несучих конструкцій будівель прилеглих територій. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 14, 49-56.

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Подземная урбанизация – вектор движения в будущее [Электронный ресурс]

http://stoppress.ru/archive/html/STO_0748

[noyabr_2016/podzemnaya_urbanizaciya_vektor_dvizheniya_v_budushee.html](http://stoppress.ru/archive/html/STO_0647sentyabr_2016/Rekonstrukciya_bespodvalnih_istoricheskikh_zdanii_Sankt-Peterburga_s_ustroistvom_podzemnogo_obema.html)

Реконструкция бесподвальных исторических зданий Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]

http://stoppress.ru/archive/html/STO_0647sentyabr_2016/Rekonstrukciya_bespodvalnih_istoricheskikh_zdanii_Sankt-Peterburga_s_ustroistvom_podzemnogo_obema.html

Реконструкция бесподвальных исторических зданий Санкт-Петербурга [Электронный ресурс]

http://stoppress.ru/archive/html/STO_0647sentyabr_2016/Rekonstrukciya_bespodvalnih_istoricheskikh_zdanii_Sankt-Peterburga_s_ustroistvom_podzemnogo_obema.html

Тютюкин, О. Л. (2016). Концепція руйнування підземних споруд на основі енергетико-фрактального

підходу. *Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика*, 9, 61-67.

Штомпель, А. О. Подземное пространство современных городов: точка роста [Электронный ресурс] <https://www.sworld.com.ua/konfer27/49.pdf>

Юркевич, П. Б. (2016). Технологии устройства заглубленных подземных сооружений методом «сверху вниз». Новые технологии. Вебинар по теме «Устройство и проектирование фундаментов в сложных грунтовых условиях» 12.10.2016. [Электронный ресурс]

http://www.yurkevich.ru/pdf_publications/WEB-report.pdf

А. Н. НЕТЕСА^{1*}, А. В. РАДКЕВИЧ²

^{1*} Кафедра «Строительное производство и геодезия», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепр, Украина, 49010, тел. +38 (063) 769 25 51, эл. почта andreynetes@meta.ua, ORCID 0000-0002-3364-3446

² Кафедра «Строительное производство и геодезия», Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Лазаряна, 2, Днепр, Украина, 49010, тел. +38 (098) 307 81 44, эл. почта anatolij.radkevich@gmail.com, ORCID 0000-0001-6325-8517

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ АРМАТУРЫ ДЛЯ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КАРКАСОВ ПОДЗЕМНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Целью приведенных в статье результатов исследований является определение рациональных конструктивно-технологических вариантов освоения подземного пространства, в частности о подземных паркингах, в отношении к способу соединения арматуры сборных железобетонных элементов. **Методика.** Изучен передовой опыт строительства аналогичных объектов на территории Украины. Рассмотрены варианты соединения арматуры ванношовной сваркой и резьбовыми муфтами. **Результаты.** Определены основные способы их реализации, установленные важнейшие параметры эффективности способов возведения вертикальных несущих элементов. Подтверждена важность реанимации строительной отрасли в области изготовления вертикальных несущих элементов сборных каркасов зданий и сооружений и их адаптация к соединению с помощью современных механических способов соединения арматуры. **Научная новизна.** Установлено, что одним из наиболее перспективных методов соединения арматуры есть механическое соединение резьбовыми муфтами. Применение его для соединения вертикальных несущих элементов сборных железобетонных каркасов позволяет сократить срок монтажа элементов, уменьшить количество необходимого при выполнении работ оборудования и значительно ускорить процесс сооружения несущих конструкций. При объединении с технологией выполнения сборно-монолитного каркасу зданий возможно быстрое и качественное возведение современных зданий эффективными индустриальными методами. **Практическая значимость.** Изучен опыт освоения подземного пространства в Украине и мире, определены проблемы строительства подземных сооружений в специфических сложных условиях гидрогеологии. Предложены эффективные технологические варианты сооружения вертикальных несущих элементов сборных и сборно-монолитных каркасов зданий и сооружений с соединением арматуры резьбовыми муфтами. Результаты проведенных исследований могут использоваться проектировщиками для разработки проектов сооружения подземных паркингов и других сооружений в Украине. Предложенные технологические решения дают возможность реализовать такие проектные решения в сложных условиях гидрогеологии при уплотняющей застройке и сохранении исторических объектов города.

Ключевые слова: подземное пространство; паркинг; сборный каркас; резьбовые муфты; технология; условия гидрогеологии; конструкции; подземные сооружения

^{1*}Department of Building production and geodesy, Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazarian, Lazarian St. 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +38 (063) 769 25 51, e-mail andreynetesa@meta.ua, ORCID 0000-0002-3364-3446

²Department of Building production and geodesy, Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazarian, Lazarian St. 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +38 (098) 307 81 44, e-mail anatoij.radkevich@gmail.com, ORCID 0000-0001-6325-8517

PROSPECTS OF APPLICATION OF THE THREADED CONNECTION OF ARMATURE ARE FOR COLLAPSIBLE REINFORCE-CONCRETE FRAMEWORKS OF UNDERGROUND BUILDING

Purpose the results over of researches brought in the article is determination of rational structurally-technological variants of mastering of underground space, in particular arranging of the underground parking, in attitude toward the method of connection of armature of collapsible reinforce-concrete elements. **Methodology.** Front-rank experience of building of analogical objects is studied on territory of Ukraine. The variants of connection of armature are considered bath welding and threaded muffs. **Findings.** Certain basic methods are their realization set major parameters of efficiency of methods of erection of vertical bearing elements. It is confirmed importance of reanimation of building industry in making area of vertical bearing elements of collapsible frameworks of building and building and their adaptation to connection by means of modern mechanical methods of connection of armature. **Originality.** It is set that one of the most perspective methods of connection of armature there is mechanical connection by the threaded muffs. Application of him for connection of vertical bearing elements of collapsible reinforce-concrete frameworks the term of editing of elements allows to shorten, to decrease the amount of necessity at implementation of works of equipment and considerably to accelerate the process of arranging of load carrying structures. At an association with technology of implementation collapsible-monolithic to framework of building rapid and quality erection of modern building is possible by effective industrial methods. **Practical value.** Experience of mastering of underground space is studied in Ukraine and world, the problems of building of underground building are certain in the specific difficult terms of geohydrology. The effective technological variants of arranging of vertical bearing elements of the combined teams and collapsible-monolithic frameworks of building and building are offered with connection of armature by the threaded muffs. The results of the conducted researches can be drawn on by designers for development of projects of arranging of the underground parking and other building in Ukraine. The offered technological solutions give an opportunity to realize such project decisions in the difficult terms of geohydrology at making more compact building and maintenance of historical objects of city.

Keywords: underground space; parking; collapsible framework; threaded muffs; technology; terms of geohydrology; constructions; underground building

REFERENCES

- Il'ichev, V. A., Nikiforova, N. S. & Gotman, Yu. A. (2017). Structural safety security of objects with an underground part by transformation of soil properties: alabyano-baltic tunnel in Moscow. *Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 54(2), 137-141. (in English)
- Radkevych, A. V., & Netesa, A. M. (2017). Determination and ranging of organizational and technological factors that define the rational decisions of re-bars connection. *Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*, 3 (69), 171-181. (in English)
- Shishkin, A., Netesa, N., & Scherba, V. (2017). Influence of the filler which contains the iron on the strength of concrete. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5/6 (89), 11-16. (in English)
- Shishkin, A., Netesa, N., & Netesa, A. (2019). Determining the rational compositions of low-strength concretes. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1/6 (97), 47-52. (in English)
- Trushko, O. V., Demenkov, P. A., & Tulin, P. K. (2018). Increasing the stability of extraction pits when building high-rise houses with multi-level underground car parking under conditions of highly deformed soils. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*, 9(13), 740-750. (in English)
- Wang, W. D., & Xu, Z. H. (2012). Design and construction of deep excavations in Shanghai. *Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground*, 667-683. (in English)

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Beljaev, V. L. (2012). Osvoenie podzemnogo prostranstva kak sposob ohrany istoricheskoy sredy g. Moskvy. *Vestnik MGSU*, 8, 6-14. (in Russian)

Semko, O. V., Hasenko, A. V., Harkava, O. V., & Danysko, V. Yu. (2018). Vplyv zvedennia inzhenernykh sporud na rozvytok poshkodzen nesuchykh konstrukttsii budivel prylehlykh terytorii. *Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka*, 14, 49-56. (in Ukrainian)

Podzemnaja urbanizacija – vektor dvizhenija v budushhee [Elektronnyj resurs] http://stopress.ru/archive/html/STO_0748noyabr_2016/PODZEMNAYA_URBANIZACIYA__VEKTOR_DVIZHENIYA_V_BUDUSHEE.html (in Russian)

Rekonstrukcija bespodval'nyh istoricheskikh zdaniy Sankt-Peterburga [Elektronnyj resurs] http://stopress.ru/archive/html/STO_0647sentyabr_2016/Rekonstrukcija_bespodvalnih_istoricheskikh_zdaniy_Sankt-Peterburga_s_ustroistvom_podzemnogo_obema.html (in Russian)

Tiutkin, O. L. (2016). Kontseptsia ruinuвання pidzemnykh sporud na osnovi enerhetyko-fraktalnoho pidkhodu. *Mosty ta tuneli: teoriia, doslidzhennia, praktyka*, 9, 61-67. (in Ukrainian)

Shtompel', A. O. *Podzemnoe prostranstvo sovremennyh gorodov: tochka rosta* [Elektronnyj resurs] <https://www.sworld.com.ua/konfer27/49.pdf> (in Russian)

Jurkevich, P. B. (2016). Tehnologii ustrojstva zaglublennykh podzemnykh sooruzhenij metodom «sverhu vniz». *Novye tehnologii. Vebinar po teme «Ustrojstvo i proektirovanie fundamentov v slozhnyh grunto-vyh uslovijah»* 12.10.2016. [Elektronnyj resurs] http://www.yurkevich.ru/pdf_publications/WEB-report.pdf (in Russian)

Надійшла до редколегії 29.04.2019

Прийнята до друку 05.05.2019