

# ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОКЛАДАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ

Вінницький національний технічний університет

**Анотація.** Проведено аналіз технології прокладання міських інженерних мереж. Визначено переваги та можливості використання: методу горизонтально-направленого буріння, мікротунелювання, застосування інтелектуальних матеріалів (пластикові труби з сенсорами), використання технології полімерних труб; високотехнологічних установок для прокладання труб; роботизовані технології монтажу; системи автоматизованого моніторингу

**Ключові слова:** інженерні мережі, будівельна техніка, технології, прокладання; горизонтально-направлене буріння, труби.

**Abstract.** The analysis of the technology of laying urban engineering networks was carried out. The advantages and possibilities of using: the method of horizontal directional drilling, microtunnelling, the use of intelligent materials (plastic pipes with sensors), the use of polymer pipe technology; high-tech installations for laying pipes; robotic installation technologies; automated monitoring systems were determined.

**Keywords:** engineering networks, construction equipment, technologies, laying; horizontal directional drilling, pipes.

## Вступ

Будівництво сучасних інженерних мереж є одним із основних елементів розвитку інфраструктури будь-якого міста чи населеного пункту. На сьогоднішній день в Україні понад 60% трубопроводів потребують ремонту або заміни [1]. Прокладання трубопроводних мереж та інженерних комунікацій визначається будівельними нормами та стандартами [2,3], є складним і витратним процесом, що вимагає застосування високотехнологічних рішень. Інноваційні технології в будівельній техніці суттєво змінюють процеси монтажу, дозволяючи підвищити ефективність робіт, зменшити вплив на навколишнє середовище та забезпечити довговічність інженерних мереж.

Мета дослідження проаналізувати сучасні технології, які знижують трудові та матеріальні витрати, скорочують час виконання робіт і підвищують надійність та безпеку прокладання інженерних мереж; визначити новітні методи і пристрої для встановлення інженерних мереж.

## Результати досліджень

Технології прокладання інженерних мереж є активно досліджуваною темою [4-10]. Основні дослідження направлені на вивчення нових матеріалів, машин та конструктивних елементів [4, 5] і технологічних процесів, в тому числі роботизовані технології монтажу [6,7], що використовуються при прокладанні мереж, а також моніторингу існуючих трубопроводів [8].

Серед основних інноваційних технологій прокладання виділено: метод горизонтально-направлене буріння [6]; мікротунелювання; застосування інтелектуальних матеріалів (пластикові труби з сенсорами), використання технології полімерних труб; високотехнологічні установки для прокладання труб; роботизовані технології монтажу [7]; системи автоматизованого моніторингу [8]. Результати дослідження наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 - Аналіз інноваційних технологій для прокладання інженерних мереж

| Інноваційна технологія | Опис | Переваги | Недоліки | Приклад застосування |
|------------------------|------|----------|----------|----------------------|
|------------------------|------|----------|----------|----------------------|

|                                                         |                                                                                                                        |                                                                                                                |                                                                                                         |                                                                                               |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Горизонтально-направлене буріння                        | Метод безтраншейного прокладання трубопроводів дозволяє прокладати труби через землю без риття великих траншей.        | Мінімізація порушення ландшафту, зменшення витрат на відновлення земельних ділянок, швидкість виконання робіт. | Високі витрати на обладнання, необхідність точного контролю за напрямком буріння.                       | Прокладання трубопроводів через міські території або природні об'єкти (річки, дороги).        |
| Мікротунелювання                                        | Метод дозволяє виконувати прокладання труб за допомогою спеціальних машин, які працюють без великих земельних робіт.   | Низький рівень порушення поверхні, висока точність, можливість прокладання труб в обмежених просторах.         | Висока вартість обладнання, складність проведення робіт в умовах сильно забруднених або міцних ґрунтів. | Прокладання трубопроводів під дорогами, річками, іншими природними чи техногенними об'єктами. |
| Інтелектуальні матеріали (пластикові труби з сенсорами) | Технологія включає використання пластикових труб з вбудованими сенсорами для моніторингу стану мереж.                  | Полегшена установка труб, автоматичний моніторинг стану трубопроводів, попередження аварій.                    | Обмеження в застосуванні для трубопроводів великого діаметра, висока вартість технології.               | Моніторинг стану трубопроводів в реальному часі на етапі експлуатації.                        |
| Технологія полімерних труб                              | Використання труб з полімерних матеріалів (PEX, PPR) для систем теплопостачання, що мають високу стійкість до корозії. | Легкість у транспортуванні та монтажі, довговічність, стійкість до високих температур та тиску.                | Можливість механічних пошкоджень, необхідність спеціальних з'єднань і монтажу.                          | Прокладання труб у системах теплопостачання в містах, використання в нових будівництвах.      |
| Високотехнологічні установки для прокладання труб       | Використання спеціальних бурових установок, які автоматизують процеси буріння і прокладання труб.                      | Зниження людської участі, підвищення точності і ефективності робіт, мінімізація витрат на робочу силу.         | Високі початкові витрати на обладнання, необхідність висококваліфікованих операторів.                   | Прокладання трубопроводів на великій глибині або через складні ділянки місцевості.            |
| Роботизовані технології монтажу                         | Використання роботів для автоматизації прокладання труб і монтажу інженерних мереж.                                    | Зниження трудовитрат, точність, можливість роботи в небезпечних або важкодоступних умовах.                     | Високі витрати на обладнання і програмне забезпечення, складність адаптації до різних умов.             | Монтаж інженерних мереж в обмежених просторах або небезпечних зонах.                          |
| Системи автоматизованого моніторингу                    | Інтеграція датчиків і автоматизованих систем для постійного моніторингу стану трубопроводів.                           | Раннє виявлення проблем, підвищення безпеки, можливість онлайн-спостереження за станом мереж.                  | Висока вартість установки, залежність від точності сенсорів і систем збору даних.                       | Використання в процесі експлуатації для виявлення аварій і своєчасного обслуговування мереж.  |

### Висновок

Інноваційні технології для прокладання інженерних мереж мають значний потенціал для зменшення витрат на матеріали, підвищення швидкості будівництва та покращення надійності. Зокрема, безтраншейні методи, роботизація та автоматизація процесів дозволяють суттєво скоротити час виконання робіт, знижують вплив на навколишнє середовище і забезпечують довговічність мереж. Застосування мікротунелювання в проектах прокладки труб набуло популярності в останні роки, зокрема завдяки перевагам перед традиційними методами будівництва відкритим способом. Крім того, мікротунелювання пропонує більш екологічне рішення, оскільки воно мінімізує викиди парникових газів, пов'язані зі знесенням і реконструкцією надземних споруд.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Таран А.П., Марченко М.П. Сучасні методи прокладання зовнішніх інженерних комунікацій. URL: <https://eprints.kname.edu.ua/58060/1/%D0%A7.%201-222-223.pdf>
2. ДБН В.2.5-41:2009. Газопроводи з поліетиленових труб. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво.
3. ДБН В.2.5-22:2002. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі гарячого водопостачання та водяного опалення
4. Слободян Н. М., Пономарчук І. А.. Вантажопідйомні машини : навчальний посібник. Н. М. Слободян, І. А. Пономарчук. Вантажопідйомні машини: навчальний посібник. - Вінниця: ВНТУ, 2020. - 88 с.
5. Слободян Н. М., Панкевич О. Д. Робоче обладнання бульдозера з розпушувальним зубом . Пат. 154120 UA, МПК E02F 3/76. Робоче обладнання бульдозера з розпушувальним зубом.
6. Lopez, F., et al. Robotic automation in pipeline installation: A review// Automation in Construction, 123, 2021. URL: [https://www.researchgate.net/publication/286362983\\_Robotic\\_automation\\_technologies\\_in\\_construction\\_A\\_review](https://www.researchgate.net/publication/286362983_Robotic_automation_technologies_in_construction_A_review)
7. Hongfang Lu et al. Trenchless Construction Technologies for Oil and Gas Pipelines: State-of-the-Art Review.// Journal of Construction Engineering and Management. June 2020. DOI:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001819 URL: [https://www.researchgate.net/publication/336720295\\_Trenchless\\_Construction\\_Technologies\\_for\\_Oil\\_and\\_Gas\\_Pipelines\\_State-of-the-Art\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/336720295_Trenchless_Construction_Technologies_for_Oil_and_Gas_Pipelines_State-of-the-Art_Review)
8. Ратушняк Г.С., Ободянська О.І. Моніторинг технічного стану підземних сталевих газопроводів Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. 2016. № 2.
9. Understanding Microtunneling: The Key to Successful Pipelaying in Urban Environments. URL: <https://technicore.ca/understanding-microtunneling-the-key-pipelaying/>
10. Yuming Liu et al Robotics in the Construction Sector: Trends, Advances, and Challenges . Journal of Intelligent & Robotic Systems 110(2):72. DOI:10.1007/s10846-024-02104-4

**Панкевич Володимир Вячеславович** - PhD, асистент кафедри інженерних систем у будівництві, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [pan@vntu.edu.ua](mailto:pan@vntu.edu.ua) ORCID 0000-0002-1929-8172

**Гуменчук Анастасія Євгенівна** – студент групи См-23б факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії e-mail: [flora.butterfly68954@gmail.com](mailto:flora.butterfly68954@gmail.com)

**Pankevych Volodymyr**, PhD, Assistant of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, e-mail: [pan@vntu.edu.ua](mailto:pan@vntu.edu.ua) ORCID 0000-0002-1929-8172

**Anastasiya Humenchuk** - student of the Sm-23b group of the Faculty of Civil Engineering, Civil and Environmental Engineering e-mail: [flora.butterfly68954@gmail.com](mailto:flora.butterfly68954@gmail.com)