

УДК 622.276.5

**Мельник В.О., магістр спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології  
Науковий керівник: Расцветаєв В.О., к.т.н., доцент кафедри нафтогазової інженерії  
та буріння**

*(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)*

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ СПОРУДЖЕННЯ ПІДВОДНИХ ПЕРЕХОДІВ ТРУБОПРОВІДІВ МЕТОДОМ ГОРИЗОНТАЛЬНО-НАПРАВЛЕНОГО БУРІННЯ**

У контексті глобальної енергетичної кризи та геополітичних викликів забезпечення надійної інфраструктури для транспортування вуглеводнів є критичним завданням. Україна, як транзитна держава з розвиненою нафтогазовою галуззю, потребує модернізації магістральних трубопроводів, що перетинають водні перешкоди. За даними Державної служби геології та надр України, понад 70% газопроводів проходять через акваторії, де традиційні траншейні методи призводять до екологічних ризиків, таких як руйнування біоценозів і ерозія берегів. Метод горизонтально-направленого буріння (ГНБ) є перспективним безтраншейним підходом, що мінімізує вплив на довкілля та скорочує терміни робіт на 40–60% порівняно з класичними методами, відповідно до рекомендацій [1, 2]. Однак в Україні його застосування обмежене через специфіку геологічних умов, включаючи чергування глинистих, піщаних і скельних порід, а також гідрологічні фактори, такі як розмиви русел. Аналіз патентів і літератури вказує на прогалини в оптимізації профілю свердловини, тягових зусиль і баластування трубопроводів у підводних умовах, що може призводити до обвалів стінок свердловини та перевищення напруг [3, 4].

Об'єктом дослідження є підводний перехід газопроводу через протоку завдовжки 9 км з шириною 800 м у найвужчому місці та глибиною 26–83 м. Геологічний розріз включає сім інженерно-геологічних елементів (ІГЕ): іл, пісок, гальковий ґрунт, міцний піщаник, щебеневий ґрунт, супесь, суглинок і тріщинуватий алевроліт. Глинисті ґрунти схильні до набухання при взаємодії з технологічними відходами, що вимагає захисту елювіальних горизонтів. Підводний ландшафт умовно задовільний, без промислових скупчень гідробіонтів, але з несприятливими процесами: підтопленням, ерозією та пученням ґрунтів. Гідрогеологічні умови віднесено до III категорії складності за СП 11-105-97, з розвитком підземних вод у четвертинних відкладах. Дно протоки чашоподібне з потужністю донних відкладів до 14 м [5, 6].

Траншейний метод прокладки ускладнений перепадами висот до 157 м, судноплавною активністю (до 250 одиниць на добу) та необхідністю глибокої траншеї (до 6 м від дна), що призводить до значних земляних робіт і порушення біоресурсів. Безтраншейні методи, такі як мікротунелювання (МТ) і ГНБ, дозволяють заглиблювати трубопровід нижче рівня розмиву, виключаючи берегоукріплення. МТ передбачає щитову проходку з продавлюванням залізобетонних труб, забезпечуючи точність до 3 см на 100 м, але вимагає глибоких котлованів (60–90 м) і обмежене довжиною проходки до 150 м. [7, 8] ГНБ, навпаки, дозволяє проходки до 2000 м з діаметром до 2000 мм, використовуючи сталеві або поліетиленові труби, але утруднене в гравійних ґрунтах з включеннями валунів. Порівняння методів за технічними параметрами (геологічні умови, точність, діаметр, матеріали), тривалістю (ГНБ: 4–6 тижнів; МТ: 4–9 тижнів) і ризиками (обвал свердловини в ГНБ vs. руйнування труб у МТ) підтверджує перевагу ГНБ для даного об'єкта [9, 10].

Проектний трубопровід віднесено до категорії В за СП 36.13330.2012 (діаметр 530 мм, тиск 4,6 МПа, товщина стінки 10 мм), з резервною ниткою на відстані 30 м. Будівництво включає підготовчі роботи (геодезична розбивка, монтаж установки),

*Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених  
«Молодь: наука та інновації» 2025*

буріння пілотної свердловини (діаметр відповідно до профілю, з контролем траєкторії локаційними системами; кут входу 8–20°), розширення (поетапне з різерами для формування стійкого стовбура через кольматування бентонітом), калібрування та протягування трубопроводу (без перерв, з циркуляцією розчину). Буровий розчин на основі борсилікатного реагенту (щільність 1290 кг/м<sup>3</sup>) забезпечує розмив ґрунту, стабілізацію стінок і зменшення тертя. Труби зі сталі К42 з посиленням тришаровим поліетиленовим покриттям (товщина  $\geq 3,0$  мм, адгезія  $\geq 35$  Н/см) і термоусаджуваними манжетами DIRAX стійкі до корозії. Розрахунки профілю: кут входу 16,2°, радіус вигину 1200 м, довжина дюкера 1392,6 м з запасом 20 м; ширина розмиву 1230,6 м по верху та 858,6 м по низу.

Оптимізована технологія ГНБ підвищує ефективність спорудження, знижуючи ризики обвалів і пошкоджень ізоляції. Результати моделювання напружено-деформованого стану методом кінцевих елементів підтверджують міцність труб при заданих параметрах, виключаючи перевищення допустимих напруг. Застосування ГНБ сприяє інтеграції в європейські енергомережі, відповідаючи стратегії сталого розвитку до 2030 р.

Удосконалена технологія ГНБ для підводних переходів забезпечує надійність газотранспортної системи, мінімізуючи ризики в складних геологічних умовах. Оптимізований профіль свердловини, буровий розчин і антикорозійний захист підтверджують практичну цінність для відновлення інфраструктури.

#### Список використаних джерел:

1. Войтенко, В.С., Вітрик, В.Г., Яремійчук, Р.С. & Яремійчук, Я.С. (2012). *Технологія і техніка буріння: узагальнювальна довідкова книга*. Львів: Центр Європи. 708 с.
2. Бойко, В.С., Кондрат, Р.М. & Яремійчук, Р.С. (ред.). (1996). *Довідник з нафтогазової справи*. Київ; Львів. 620 с.
3. Мислюк, М.А., Рибчич, І.Й. & Яремійчук, Р.С. (2002–2004). *Буріння свердловин: у 5 т.* Київ: Інтерпрес ЛТД.
4. Коцкулич, Я.С. & Кочкодан, Я.М. (1999). *Буріння нафтових та газових свердловин*. Коломия: Вік. 504 с.
5. Коровяка, Є.А., Хоменко, В.Л., Винников, Ю.Л., Харченко, М.О. & Расцветаев, В.О. (2021). *Буріння свердловин*. Дніпро.
6. Суярко, В.Г. (2015). *Прогнозування, пошук та розвідка родовищ вуглеводнів*. Харків: Фоліо. 413 с.
7. Денищенко, О.В., Барташевський, С.Є., Коровяка, Є.А. & Ширін, Л.Н. (2019). *Транспортування нафти, нафтопродуктів і газу*.
8. Khomenko, V.L., Ratov, B.T., Pashchenko, O.A., Davydenko, O.M. & Borash, B.R. (2023). Justification of drilling parameters of a typical well in the conditions of the Samskoye field. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1254(1), С. 012052.
9. Ihnatov, A., Haddad, J.S., Koroviaka, Y., Aziukovskyi, O., Rastsvietaiev, V. & Dmytruk, O. (2023). Study of rational regime and technological parameters of the hydromechanical drilling method. *Archives of Mining Sciences*, 68(2), С. 285–299.
10. Ratov, B., Borash, A., Biletskiy, M., Khomenko, V., Koroviaka, Y., Gusmanova, S., Gusmanova, N. & Matyash, O. (2023). Identifying the operating features of a device for creating implosion impact on the water bearing formation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 125(1), С. 1–10.