

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

УДК 504.05

ЕКОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗТРАНШЕЙНИХ МЕТОДІВ ЗАМІНИ ТРУБОПРОВОДІВ

Потапова Т. Е., Прилипко Т. В., Яворовська О. В.

У роботі представлено результати дослідження викидів вуглекислого газу при реновації трубопроводів траншейним та безтраншейним методом, а саме методом горизонтально направлено буріння у умовах міста. Дослідження спрямовано у будівельну галузь для реалізації більш екологічного методу заміни трубопроводів, що в майбутньому дасть змогу покращити екологію міст. У дослідженні було змодельовано ситуацію заміни водопроводу у м. Вінниця двома методами – траншейним та безтраншейним. Було проаналізовано викиди CO₂ від робочої техніки та порушення руху транспорту. Дослідження було проведено з метою підвищення екологічної безпеки при проведенні ремонтних робіт у містах в рамках концепції Сталого Розвитку.

Ключові слова: траншейний метод заміни трубопроводів, безтраншейна технологія заміни трубопроводів, емісія CO₂, концепція Сталого Розвитку.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ПРИМЕНЕНИЯ БЕЗТРАНШЕЙНОГО МЕТОДА ЗАМЕНЫ ТРУБОПРОВОДОВ

Потапова Т. Е., Яворовская О. В.

В работе представлены результаты исследования выбросов углекислого газа при реновации трубопроводов траншейным и бестраншейным методом, а именно методом горизонтально направленного бурения в условиях города. Исследование направлено в строительную отрасль для реализации более экологичного метода замены трубопроводов, что в будущем позволит улучшить экологию городов. В исследовании была смоделирована ситуация замены водопровода в г. Винница двумя методами - траншейным и бестраншейным. Были проанализированы выбросы CO₂ от рабочей техники и нарушения движения транспорта. Исследование было проведено с целью повышения экологической безопасности при проведении ремонтных работ в городах в рамках концепции Устойчивого Развития.

Ключевые слова: траншейный метод замены трубопроводов, бестраншейная технология замены трубопроводов, эмиссия CO₂, концепция Устойчивого Развития.

ECOLOGICAL ASPECTS OF METHODS TRENCHLESS PIPELINE REPLACEMENT

Potapova T., Yavorovska O.

The paper presents the research results of carbon emissions at pipelines renovation trench and trenchless method, a method of horizontal directional drilling conditions in the city. Research aimed at the construction industry to implement more environmental methods replacing pipelines in the future will help to improve the environment of cities. The study simulated the situation in the replacement water. Vinnytsya two methods - trench and trenchless. It analyzes the CO₂ emissions from working machinery and violation of traffic. The study was conducted in order to improve environmental safety in repairs in cities within the concept of sustainable development.

Keywords: Trench method of replacing pipelines, trenchless technology replacing pipelines, CO₂ emissions, the concept of sustainable development.

Вступ

На сьогодні питання охорони навколишнього середовища при будівництві, реконструкції та модернізації постає дуже гостро і вимагає необхідної уваги. Слід зазначити, що сталий розвиток регіонів є основою розвитку країни, а впровадження принципів Концепції Сталого Розвитку – передумовою інтеграції України в європейське співтовариство. На жаль, екологічна

ситуація в нашій державі є вкрай складною, навантаження на навколишнє природне середовище зростає з кожним роком. Забруднення повітря продовжує загрожувати здоров'ю населення, екологічній безпеці та економічній стабільності держави. Тому було поставлено задачу дослідити можливості зменшення локального негативного навантаження при реконструкції трубопроводів у містах України.

Постановка задачі

Дане дослідження проводилось з ціллю отримання статистичних даних для кількості викидів CO₂ і воно має дозволити визначити величину впливу на навколишнє середовище двох методів заміни трубопроводів – траншейного та безтраншейного. Таким чином, це дослідження було спрямоване для виявлення та майбутньої реалізації більш екологічного методу заміни трубопроводу у рамках концепції Сталого Розвитку міського господарства.

Метою дослідження є прогнозування й оцінка впливу на навколишнє середовище реконструкції трубопроводів траншейним та безтраншейним методом.

Предметом є дослідження емісії газів від заміна трубопроводів траншейним і безтраншейним методом. Дослідження проводилось моделюванням ситуації заміни ділянки водовідведення у м. Вінниці по вул. Скалецького довжиною 1 км.

Аналіз публікацій та досліджень

Дослідженням питання екологічності безтраншейних методів заміни трубопроводів займалися ряд зарубіжних вчених, серед яких найбільший внесок було зроблено Tighe, S., Lee, T., McKim, R., & Haas, R [1].

Особливу цінність має тематичне дослідження Хашемі (2008), де було приведено порівняння потенційної вартості відкритого способу та безтраншейного методу заміни труби, щоб замінити каналізаційні мережі в місті Троя, штат Мічиган у США [3].

У 2010 Matthers, J. C. and Allouche E.N було розроблено калькулятор вуглецю, який оцінює зниження викидів CO₂ при безтраншейній технології в порівнянні з традиційним методом [2].

Виклад основного матеріалу

Стан мереж у містах України є незадовільним. В середньому по Україні 31 % усіх мереж експлуатуються більше свого терміну служби. Тому у нашій країні гостро стоїть питання з заміною та реконструкцією існуючих трубопроводів. У цих умовах дослідження питання методу заміни трубопроводів та їх аналіз є вкрай актуальним. Сьогодні хочеться акцентувати увагу на екологічній стороні безтраншейного методу заміни труб.

В більшості випадків при ремонті мереж використовують траншейний метод заміни, він є традиційним. Він полягає в розкритті шарів ґрунту, тобто будівництві траншей, що зумовлює ряд витрат пов'язаних з його використанням.

Непрямими витратами, які пов'язані з традиційними методами є:

- Затримки трафіку, викликаного обмеженням на дорогах і об'їздами при ремонті трубопроводів;
- Скорочення терміну служби відремонтованого шляху, в результаті чого зростають обсяги асфальту, бетону і іншого реставраційного матеріалу, під час ремонту і технічного обслуговування дороги;
- Вплив на навколишнє середовище (перевищення викидів CO₂ через затримки, затори, викликані особливістю руху при ремонті);
- Ризик населення внаслідок перешкоди до руху транспорту.

Всі ці фактори сприяють надлишковій емісії парникових газів. Чим більше часу транспортні засоби будуть долати перешкоди на дорозі, тим більше CO₂ вони будуть виділяти; також автівки будуть подорожувати на більш низьких швидкостях, що спричинює скорочення споживання палива і, в свою чергу, більшу емісію CO₂.

Безтраншейна технологія вимагає менших прямих витрат і її використання спричинює менше соціальних та екологічних наслідків. Труднощі розкопки навколо існуючих мереж і їх соціальні наслідки (затори на дорогах, втрати часу, шум і т.д.) відкритим способом роботи підвищують інтерес до альтернативних безтраншейних методів.

Переваги безтраншейної технології є:

- менша тривалість роботи через незначну кількість земляних робіт, що призводить до більш низького споживання енергії;

- можливість виконання робіт в складних гідрогеологічних умовах, в ґрунтах будь-якого типу (в т.ч. плавуні і скельні породи), в різних охоронних зонах, в складних міських умовах;
- точність виконання та істотне скорочення залученої до проведення робіт техніки та робочої сили;
- метод не вимагає руйнування існуючого дорожнього покриття;
- прокладка труби здійснюється за наявним старим каналом;
- стара труба не потребує проведення промивки;
- з'являється можливість підвищення рівня пропускної здатності нових водопровідних труб;
- мінімальні наслідки для екологічного балансу і ландшафту в місці проведення робіт;
- зручність для пасажирів та водії ТЗ, оскільки роботи виконуються з мінімальним або взагалі без переривання роботи поточного трафіку;
- значне скорочення числа дозвільної документації та термінів на її отримання, тому що потреба у припиненні руху по транспортних магістралях на термін проведення робіт відсутня.

Для аналізу ми використовуємо уявну ситуацію з заміною мереж по вул. Скалецького довжиною 1000 м традиційним та безтраншейним методом. Глибина залягання труби водовідведення сягає від 1,5 до 2,2 м.

Передбачено, що у ході виконання робіт має бути виконано встановлення самопливної каналізації діаметром 300 мм та встановлення 13 колодязів на відстані в середньому через 80 м.

Оскільки матеріал труб не має прямого відношення до емісії CO₂ для різних методів реконструкції прийнято різний матеріал труб. Так для безтраншейного методу було прийнято труби з поліетилену високої щільності (ПЕВП), а для траншейного методу – труби з полівінілхлориду (ПВХ).

У дослідженні вважалось, що новий трубопровід був встановлений паралельно старій лінії трубопроводу.

Інтенсивність руху транспорту було досліджено з 9 ранку до 6 вечора, за час роботи будівельників на майданчику. Окремо враховувалась години «часу пік», оскільки в цей час були найактивніші викиди CO₂, через затори спричинені розташуванням будівельної техніки. Передбачалось, що для траншейного методу заміни трубопроводу для задоволення потреб будівельного майданчику було перекрито лише одну смугу. Умовно прийнято, що є рівна кількість автомобілів, що рухаються в обох напрямках. Таким чином, коли перекрита одна смуга порушується трафік автівок тільки в одному напрямку і цей обсяг буде рівно половина від об'єму трафіку в обох напрямках.

Було враховано, що по вул. Скалецького рухається, як легковий, так і громадський транспорт, це зокрема тролейбус № 9, 11, автобус у режимі маршрутного таксі 11А, 7А, 21А.

Отже, досліджена інтенсивність руху за добу по магістралі становить: Громадський транспорт – 180 шт., легковий транспорт – 3208 шт (див.рис.1).

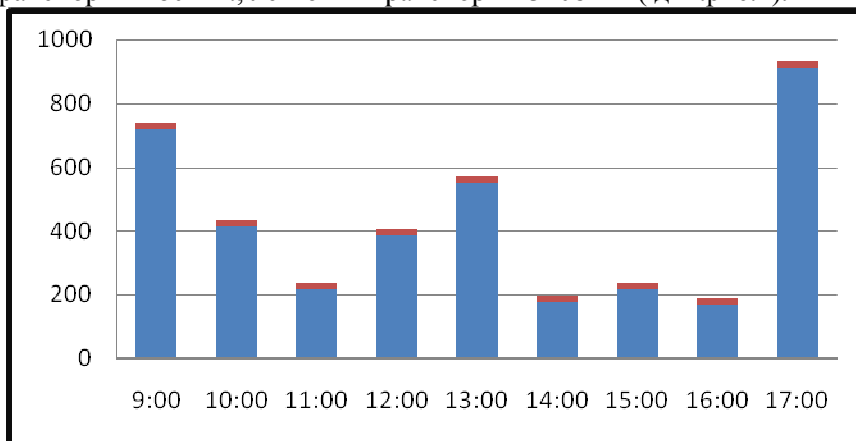


Рисунок 1 – Інтенсивність руху транспорту по вул. Скалецького

Для дослідження було використано методику CO₂veg, яка дає змогу врахувати емісію парникових газів від різних видів транспорту (в т.ч. у залежності від швидкості його руху і виду палива на якому він працює (див. рис.2), техніки, яка працює на майданчику і від людей.

Вміст CO₂ від палива, яке затрачувалось як автівками, що рухаються містом, так і машинами на будівельному майданчику було обраховано згідно технологічних правил, які забезпечують значення для вмісту вуглецю за витрату одного галона бензину і одного галона

дизельного палива:

- Бензин – вміст вуглецю за галон: 2421 грам.
- Дизель – вміст вуглецю за галон: 2778 грам.

Розрахунок викидів CO₂ від галона палива було отримано як добуток маси палива на коефіцієнт молекулярного ваги CO₂ (44) з молекулярною масою вуглецю (m.w.12) 44/12.

Викиди CO₂ від галон бензину = 2421 грам x 0,99 x (44/12) = 8788 грамів = 8,8 кг / галон = 19.4 фунтів / галон.

Викиди CO₂ від галон дизельного = 2778 грам x 0,99 x (44/12) = 10084 грамів = 10,1 кг / галон = 22.2 фунтів / галон.

Рівняння для обчислення споживаної будівельної техніки палива, яке використовувалось у CO₂ver:

$$\sum n = (F1 \times T1 + F2 \times T2 + \dots + Fn \times Tn), \quad (1)$$

F1- кількість гілонів бензину, які було спожито технікою,

T1 – час роботи будівельної техніки.

При розрахунку передбачалося, що 10 відсотків транспортних засобів на дорозі працювали на дизельному паливі і інші 90 відсотків працювали на бензині.

Для обрахунку викидів CO₂ важливим були умови організації будівельного майданчика. Так зокрема враховувалась кількість перекритих смуг руху при ремонті (безтраншейні – 0, траншейні –1) згідно формули (2):

$$CAP = Capn \cdot 0,72 \cdot Fx, \quad (2)$$

де Capn – нормальний потенціалу однієї смуги (транспортні засоби / год).

Fx – поправочний коефіцієнт, який враховується вплив вузьких провулків і з'їздів різної ширини.

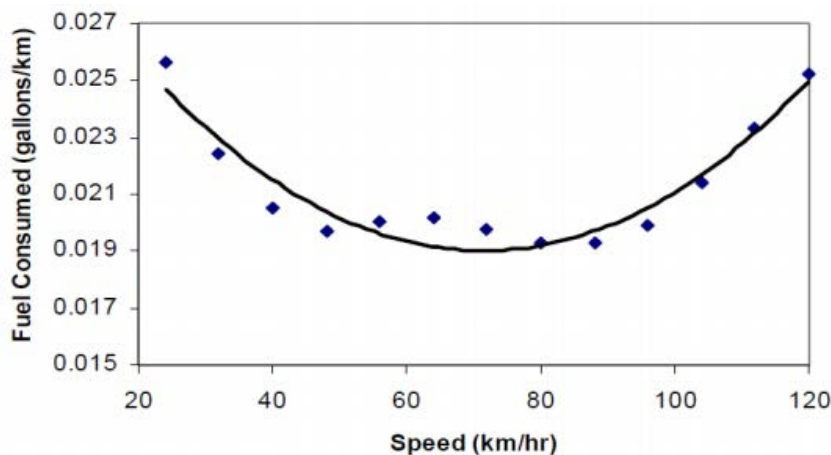


Рисунок 2 – Залежність між витратою палива і швидкістю [3]

Брали до уваги надлишок CO₂, що викидається через затримки руху, що спричиняє до зниження швидкості. Крім того, враховуються викиди від використання будівельної техніки і вивезення вийнятого матеріалу.

Застосування CO₂ver дало нам можливість отримати статистичні дані для кількості CO₂, що викидається і дозволило нам визначити величину впливу на навколишнє середовище обох цих методів.

Таким чином, це дослідження допоможе будівельній галузі для реалізації більш екологічного методу, що в майбутньому дасть змогу покращити екологію міст.

Отримані результати аналізу представлено графічно на рис. 3, 4.

Розрахунок підвищеної витрати палива через порушення трафіку було розрахована на 1089 галонів і 398 галонів для традиційного і безтраншейного способу (див.рис.3). Таким чином, застосування безтраншейної технології дасть зниження емісії вуглецю на 63,5 % . Це скорочення в основному за рахунок більш короткої тривалості роботи, а також меншої перешкоди для руху в процесі будівельних робіт. Слід зазначити, що важливим критерієм при традиційному способі було підвищена витрата палива через зменшення швидкості, викликаного порушення руху транспортного потоку.

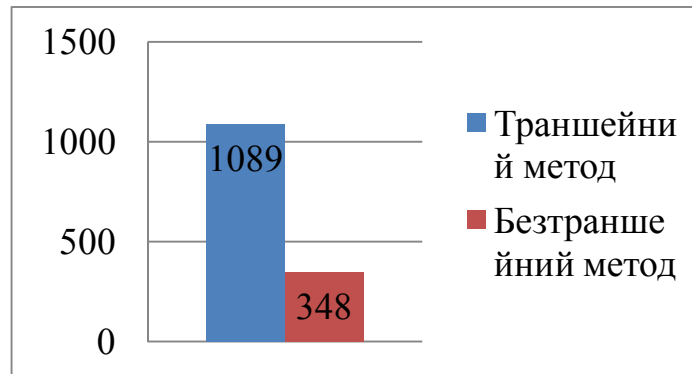


Рисунок 3 – Порівняння споживання палива для різних методів через трафіку (у галонах)

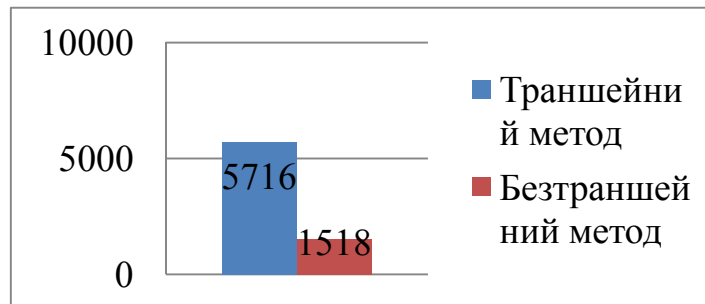


Рисунок 4 – Порівняння споживання палива для різних методів для будівельної техніки (у галонах)

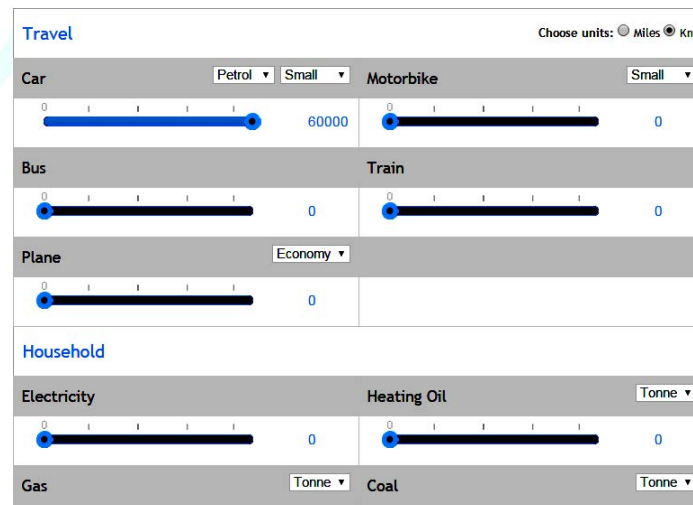


Рисунок 5 – Загальний вигляд ПК CO₂ver

Витрата палива будівельною технікою була розрахована на 5716 галонів і 1518 літрів для традиційного і безтраншейного способу відповідно (див. рис. 4). Таким чином, існує зниження в 73,5 % CO₂ під час використання безтраншейного способу. Це скорочення було спричинено за рахунок меншої кількості земляних робіт, робіт по відновленню асфальтового покриття та короткої тривалості роботи.

Отже, загальна кількість CO₂ була розрахована на 148,22705 мг траншейним методом і 40,56422 мг для безтраншейного методу (див. рис. 5).

Отже, використання безтраншейного методу скоротить викиди CO₂ на 72,6 відсотка. Це різке скорочення в основному викликано меншою кількістю земельних робіт, коротшою тривалістю роботи і меншим порушення графіка руху транспортних засобів.

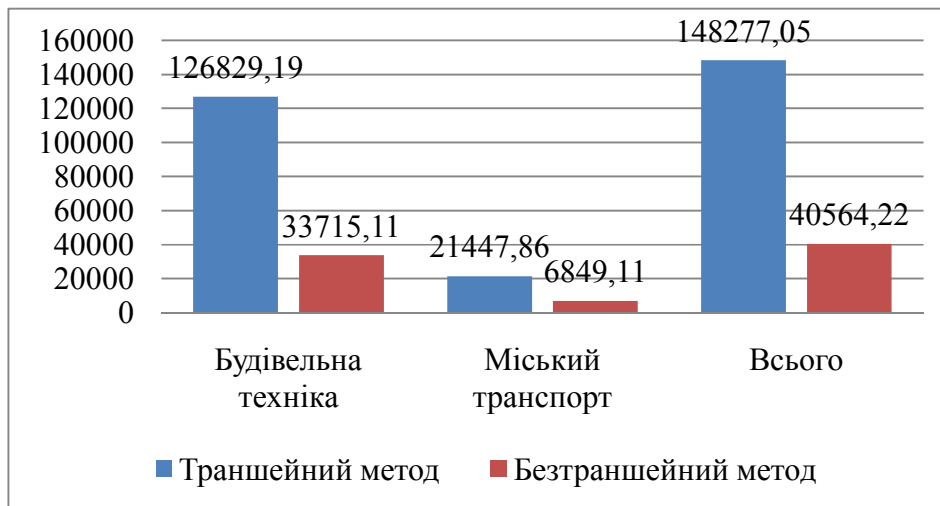


Рисунок 6 – Загальна кількість викидів CO₂ для траншейного і безтраншейного методу заміни трубопроводу, мг

Висновки

- У дослідженні було отримано статистичні дані про екологічну перевагу безтраншейного методу заміни трубопроводу над традиційним траншейним способом. Загальна кількість CO₂ була розрахована на 148,22705 мг траншейним методом і 40,56422 мг. Тобто використання безтраншейного методу дасть змогу скоротити викиди CO₂ на 72,6 %.
- Проведене дослідження дало змогу підвищити обізнаність щодо безтраншейних технологій, особливо у рамках сталого розвитку міста.

Використана література

1. Tighe, S., Lee, T., McKim, R., & Haas, R. Traffic delay cost savings associated with trenchless technology. *Journal of Infrastructure Systems*, 5(2), 2009, 152 с.
2. Matthers, J. C. and Allouche E.N. The Carbon Footprint: A new Way to Sell Trenchless. *Trenchless Technology*, 2008, 166 с.
3. Hashemi. Quantifying construction related social costs. *Proceedings from NASTT 2004's: North American Society Trenchless Technology (NASTT) No-Dig Show 2004*, 159 с.

Потапова Тетяна Едуардівна – асистент кафедри містобудування та архітектури Вінницького національного технічного університету;

Прилишко Тетяна Володимирівна – асистент кафедри містобудування та архітектури Вінницького національного технічного університету.

Яворовська Ольга Василівна – студентка Вінницького національного технічного університету.

Потапова Татьяна Эдуардовна – ассистент кафедры градостроительства и архитектуры Винницкого национального технического университета;

Прилишко Татьяна Владимировна – ассистент кафедры градостроительства и архитектуры Винницкого национального технического университета.

Яворовская Ольга Васильевна – студентка Винницкого национального технического университета.

Tetyana Potapova – assistant of the department of urban planning and architecture Vinnitsia National Technical University.

Prilipko Tatiana – assistant of planning and architecture Vinnitsa National Technical University.

Olga Yavorovska – student Vinnitsia National Technical University.