

УДК 624.132.3

**ВИЗНАЧЕННЯ ЗОНИ ДЕФОРМУВАННЯ ҐРУНТУ НАВКОЛО
КОНУСНО-ЦИЛІНДРИЧНОГО НАКОНЕЧНИКА ПРИ
ПРОДАВЛЮВАННІ ҐРУНТУ**

Супонєв В.М., Балесний С.П., Рагулін В.М., Назарько О.О.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Висока конкуренція у сфері містобудування заставляє інженерів створювати нові машини для виконання будівельних робіт, що дасть змогу знизити собівартість виконання та тривалість робіт, зменшити вплив на міську інфраструктуру та жителів міста.

В сучасних міських умовах виникає необхідність прокладання різноманітних інженерних комунікацій, які проходять під дорогами, будинками та спорудами. Для безтраншейного прокладання підземних комунікацій доцільне використання малогабаритних, легко та швидко монтованих установок. Одним з методів та його обладнання, котрий відповідає цим вимогам є установки для статичного продавлювання ґрунту.

З проведеного огляду технічної літератури та її аналізу було встановлено, що основними напрямками розвитку безтраншейних технологій прокладання комунікацій у світі є горизонтально спрямоване буріння та мікротонелювання у вигляді статичного продавлювання з екскавациєю ґрунту. Опір просуненню робочого органу циліндричної форми для реалізації останньої визначається параметрами робочого органу та властивостями ущільненого ґрунту, які описані авторами в [1–3].

Дослідження [4] присвячені вибору способу виконання робіт, з детальним аналізом переваг та недоліків різних технологій. А в роботі [5] увагу приділяють безтраншейним технологіям спорудження та ремонту лінійно-протяжних трубопроводів. В роботі [6] описані можливості розширення безтраншейних технологій до потрібних розмірів та способи виконання робіт.

У дослідженнях [7, 8] визначається вплив ґрунту на комунікації, що розташовані над ними, та на труби, що прокладені на певній глибині.

Зону руйнування ґрунту навколо конусно-циліндричних робочих органів, що здійснюють прокол ґрунту, і циліндричних наконечників з кільцевидним перерізом в роботах [9, 10] були визначені в межах 4...6 діаметрів свердловини для першого випадку, та в межах 2 діаметрів для другого. Отримані експериментальні залежності для конкретних умов значно обмежує її практичне використання.

Запропонований авторами комбінований метод продавлювання конусно-циліндричним наконечником із зовнішнім загостренням ріжучої кромки дозволяє частково ущільнювати ґрунт в радіальному напрямку від свердловини, що може зменшити на 40–60% об'єм ґрунту, який підлягає виносу з труби.

В роботі розглядається вплив деформованої частини ґрунту на прилеглі підземні комунікації та визначається розміри його зони.

Нова форма робочого органу дасть можливість підвищити ефективність будівництва переходів під дорогами методом продавлювання, а отримані величини тиску на підземні комунікації, знати напрямок та зону небезпечного сусідства.

Метою роботи є аналітичне визначення зони деформування ґрунту конусно-циліндричним наконечником та тиску, що виникає на його бічній поверхні.

Встановлено, що в умовах щільної забудови міст та великої кількості інженерних мереж, які розташовані під поверхнею, використання робочого органу з конічно-кільцевим наконечником дозволить в практичних умовах значно підвищити ефективність безтраншейного прокладання підземних комунікацій. Збільшення діаметру свердловини при використанні комбінованого методу зменшує вплив на зростання зони тиску на прилеглі комунікації від ущільнення ґрунту.

Поставлена мета та задачі досліджень буди вирішені на основі закону збереження мас ґрунту до та після його ущільнення. Були враховані геометричні параметри наконечника для продавлювання ґрунту та його

фізико-механічні властивості.

Отримана залежність для визначення відношення діаметра зони пружно-пластичних деформацій (зони руйнування) до діаметра ґрунтової порожнини з урахуванням співвідношення зовнішнього до внутрішнього діаметрів наконечника з кільцевидним перерізом дозволила встановити їх уточнюючі дані для різних типів ґрунтів: для твердого супіску 2,46...3,55; для напівтвердого суглинку – 2,02...2,85; для тугопластичної глини – 1,91...2,67.

Для перевірки отриманих розрахункових залежностей на полігоні ХНАДУ були проведені експериментальні дослідження. Для його проведення був створений натурний зразок установки для продавлювання ґрунту з зусиллям 250 кН, яке створювалося парою гідроциліндрів з діаметром поршню по 100 мм. Тиск робочої рідини та її потік забезпечувався від гідравлічної станції гідравлічним насосом НШ-10. Робочий тиск складав 140 МПа. В ґрунт задавлювалися зразки наконечника з зовнішнім діаметром 159 мм та внутрішнім діаметром: 89 мм; 108 мм та 134мм. Зону зміни щільності та його пористості визначалося шляхом лабораторного аналізу ґрунтових проб, що були взяті в горизонті на відстані від свердловини та за допомогою експрес-щільноміра ДорНДІ.

Було підтверджено, що в безпосередньої близькості до свердловини щільність ґрунту досягало свого максимального значення, яке в 2,5–2,7 разів перевищила від його початкового природного стану. При цьому зона руйнування відрізнялася від розрахункових значень в межах 15–18 %, що підтверджує їх достатній збіг. Слід враховувати, що її величина від 2,0 до 3,5 діаметрів в 3–4 рази менш ніж при проколі конічним наконечником. Коли підлягає повному радіальному ущільненню. Об'єм ґрунту, що видаляється на зовні, відповідно, до діаметрів внутрішньої порожнини труби від 89 мм до 134 мм зменшується відносно тонкостінної в 1,22 та в 2,76 рази, відповідно.

Результати роботи можуть мати практичне значення при утворюванні порожнин для безтраншейного прокладання підземних комунікацій з використанням методу статичного продавлювання ґрунту.

Список використаних джерел

- [1] Кравець С. В., Кованько В. В., Лукьянчук О. П. Наукові основи створення землерійно-ярусних машин і підземнорухомих пристроїв. Монографія. Рівне: НУВГП, 2015. 322 с.
- [2] Кравець С., Посмітюха О., Супонев В. Аналітичний спосіб визначення опору занурення конусного наконечника в ґрунт // СММ ПДАБА. 2017. Вып. 103. С. 91–98.
- [3] Erez N. Allouche, Samuel T. Ariaratnam, State-Of-The-Art-Review Of No-Dig Technologies for New Installations. Published online: April 26. 2012.
- [4] Pridmore A., Geisbush J. Developing a Successful Specification for Horizontal Directional Drilling // Pipelines 2017. Pipelines Planning and Design Book set. 2017. P. 553–563. <https://doi.org/10.1061/9780784480878>
- [5] Zhao Jun Ling Bian. Trenchless technology underground pipes. Machinery Industry Press, 2014. P. 187.
- [6] Jian Xin. Application of Trenchless Pipeline Rehabilitation Technology // International Conference on Pipelines and Trenchless Technology. 2014. <https://doi.org/10.1061/9780784413821.051>
- [7] Nilo Tsung, Mingming Zheng, Mohammad Najafi, Saleh Mehraban. A Comparative Study of Soil Pressure and Deformation of Pipes Installed by the Open-Cut Method and Trenchless Technology // Pipelines 2016: Out of Sight, Out of Mind, Not Out of Risk. 2016. <https://doi.org/10.1061/9780784479957.132>
- [8] Хачатурян С., Олексин В. Исследование процесса изменения состояния грунта вокруг горизонтальной скважины после её формирования методом статического прокола грунта // Вісник ХНАДУ. 2016. Вып. 73. С. 196–202.
- [9] Ешуткин Д.Н., Смирнов Ю.М., Цой В.И., Исаев В.Л. Высокопроизводительные гидропневматические ударные машины для прокладки инженерных коммуникаций. М.: Стройиздат, 1990. – 277 с.
- [10] Полтавцев И.С., Орлов В.Б., Ляхович И.Ф. Специальные землеройные машины и механизмы для городского строительства. К.: «Будівельник», 1977. 136 с.