

Формування свердловин для підземних інженерних комунікацій гвинтовим робочим органом

Володимир Супонев¹, Віталій Ругулін²

Харківський національний автомобільно-дорожній університет,
вул. Ярослава Мудрого 25, Харків, Україна, 61002

¹v-suponev@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-7404-6691>

²ragulinrvn@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-2083-4937>

Отримано 07.05.2021, прийнято 19.05.2021

<https://doi.org/10.32347/tit2141.0206>

ВСТУП

Запропоновано новий метод створення ґрунтових порожнин для безтраншейного прокладання підземних інженерних комунікацій за допомогою гвинтового робочого органу. Отримані розрахункові залежності та надана оцінка для практичного впровадження.

МЕТА І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета дослідження полягає у встановленні закономірностей процесу створення горизонтально-спрямованих свердловин в ґрунті гвинтовим робочим органом та створення розрахункової моделі для визначення сил опору його просування залежно від діаметру свердловини та фізико-механічних властивостей ґрунту.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Сучасні машини та установки для формування свердловин дозволяють реалізувати безтраншейні технології практично для усіх випадків будівництва та ремонту трубопроводів. Тим не менш, як показав аналіз технічної літератури, в останній час проводиться активний пошук нових технічних рішень або шляхів удосконалення та підвищення ефективності вже відомих технологій по створенню малогабаритних машин і установок для прокладання та реконструкції підземних комунікацій в умовах щільної забудовлі особливо великих міст. Одним з таких напрямків є оригінальна розробка свердловини гвинтовим робочим органом. Завдяки

тягнутої силі від гвинтової пари «лопата – ґрунт» необхідність в осьовій задавлюючій силі для переміщення робочого органу в ґрунті відпадає. В порівнянні з методом статичного проколу, це дозволяє суттєво підвищити точність проколу ґрунту та збільшити довжину його прольотів. Крім того зменшується радіальна напруженість від ущільнення ґрунту та підвищується темп виконання робіт.

Вивченню процесу загвинчування в ґрунт гвинтових паль та якірних кріплень присвячено багато досліджень [1, 2]. Визначенню їх конструктивних параметрів та силового приводу машин присвячена робота [3]. Детальному дослідженню процесу загвинчування гвинтової палі механізмами, які мають механізм блоку для примусової осьової подачі, наведено в роботі [4]. Досліджень процесу формування горизонтальних свердловин для безтраншейного прокладання підземних комунікацій не виявлено.

Ціллю даної роботи є встановлення причин зриву робочого органу горизонтального загвинчування гвинтових проколюючих робочих органів та розробка рекомендацій по їх усунення.

За результатами теоретичного аналізу та попереднього уявлення процесу розробки горизонтальної свердловини робота запропонованого типу гвинтового робочого органу складається з наступних моментів, які підлягають подальшому теоретичному вирішенню: встановленню сил опору проколу ґрунту виступаючою голкою та розширенню лідерної свердловини конусним наконечником головного стержня робочого орга-

ну; визначити вплив параметрів гвинтових лопатей на тягучий процес та отримати рекомендації по їх раціональному визначенню; оцінити технологічні аспекти, такі як початкове заглиблення у масив ґрунту та вірогідні відмови процесу; створити тяговий розрахунок установок та розробити практичні рекомендації до її застосування.

При осьовому опорі за рахунок спірання тильної поверхні лопаті в ґрунт виникає його ущільнення. З ростом напруження ґрунту навколо лопаті виникає ядро ущільнення (Рис.1), яке визначає три можливі сценарію процесу:

- ядро утримується в масиві ґрунту та обертково-поступальний рух робочого органу продовжується;
- ущільнене ядро затримується в ґрунті на місці. А гвинтовий робочий орган продовжує обертатися;
- ущільнене ядро утримується на гвинтовій лопаті та обертається разом з нею, ґрунтова різьба при цьому зривається.

В другому та третьому випадках відбувається зупинка руху.

Момент, який утримує ущільнене ядро в масиві ґрунту можна визначити наступним чином:

$$\sum M_{уд}^{гр} = \sigma_{гр}^{пр} \cdot S_{я}^{бок} \cdot R_{я}^{бок} \quad (1)$$

де $\sigma_{гр}^{пр}$ – крайнє пружний стан ґрунту в ущільненому ґрунті; $S_{я}^{бок}$ – бокова поверхня ущільненого ядра; $R_{я}^{бок}$ – середній радіус сил, що утримують ядро в масиві ґрунту, який може бути прийнятим рівним $R_{пр} = 0,66 \cdot D_{л}$.

Момент, що утримує ущільнене ядро на гвинтовій лопаті можна представити, як

$$M_{уд}^{л} = \sigma_{гр}^{пр} \frac{\pi \cdot (D_{л}^2 + d_{шт}^2)}{4} \cdot 0,66 \cdot D_{л} \quad (2)$$

Таким чином, знаючи сумарний момент опору загвинчуванню та осьову силу опору переміщення робочого органу можна встановити потужність привода установки в залежності від його параметрів. Максимальна сила зриву ядра ущільнення відповідає максимальному тяговому зусиллю гвинтового робочого органу відповідно до конкретних ґрунтових умов та їх фізико-механічних властивостей.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Отримані результати мають, як теоретичне, так і практичне значення. Отримано теоретичне обґрунтування можливості створення свердловин ґрунті за допомогою гвинтового робочого органу та розроблені розрахункові залежності для встановлення сил опору для його просування. Метод може бути рекомендований для безтраншейного прокладання підземних комунікацій для невеликих діаметрів розподільних інженерних систем. Отримані розрахунки можуть бути покладені в основу створення силового ти порядку установок для утво-

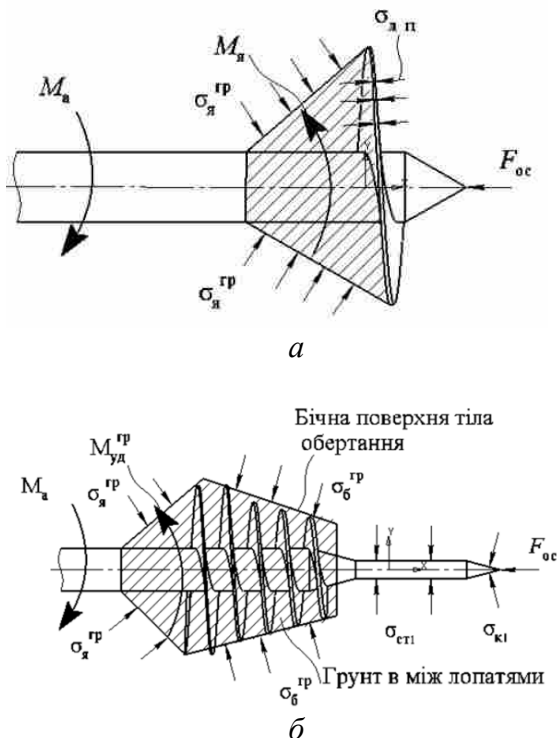


Рис. 1. Схема для визначення причин та умов зриву процесу проколу ґрунту гвинтовим робочим органом

а – на одnogвинтовому робочому органі;
б – на багатогвинтовому робочому органі

рення горизонтально-спрямованих свердловин.

Ключові слова: безтраншейне прокладання комунікацій, горизонтально-спрямована свердловина, ґрунт, сили опору, прокол ґрунту, силові установки, гвинтовий робочий орган.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пенчук В.А. (1985). Винтовые сваи и анкера для опор. Киев, Будівельник, 96.
2. Железков В.Н. (2004). Винтовые сваи в энергетической и других отраслях строительства. СПб, Прагма, 128.
3. Пенчук В.А. (2010). Винтовые сваи и анкера для опор: монография. Донецк, Изд-во Ноулидж, 179.
4. Лебедев С.В. (2012). Обоснование оптимальных параметров винтовых анкеров и редуктора привода вращения. Дисс. канд. техн. наук: 05.05.04, Новочеркасск. 206.