

Аналіз конструкцій робочих органів кабелеукладачів безтраншейним способом

Євген Коротков

(наук. керівник, проф. Сукач М.К.)

Київський національний університет будівництва та архітектури
Повітрофлотський проспект 31, Київ, Україна, 03037
korotkovgenij@gmail.com, orcid.org/0000-0003-0253-8296

ВСТУП

Безтраншейний спосіб будівництва за останні роки знаходить все більше застосувань. Основні його переваги: це високі робочі швидкості прокладання (до 5 км/год), різке зменшення об'єму земляних робіт, збереження гумусового шару ґрунту на поверхні землі, можливість використання в обвальних ґрунтах, а також в ґрунтах з твердими включеннями і високим рівнем ґрунтових вод. Робочі органи безтраншейних кабелеукладачів мають просту конструкцію, високу надійність, і порівняно малу вартість [1].

МЕТА

Мета дослідження полягає у вдосконаленні конструкції машин з активними ЗРО, принцип дії яких заснований на безтраншейному способі, які також мають обмежену швидкість робочого руху та відносну швидкість робочого органа, складність конструкції та низьку експлуатаційну надійність.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Для будівництва підземних комунікацій безтраншейним способом застосовують машини з активними, пасивно-активними і пасивними землерийними робочими органами (ЗРО).

Активні ЗРО сприймають енергію від одного або декількох джерел енергії, які встановлені безпосередньо на робочому органі і розробляють ґрунтове середовище за рахунок цієї енергії. Наприклад, вібра-

ційні, віброударні, імпульсні та інші. Метою активізації є зниження опору переміщенню ЗРО або збільшення зусилля їхньої дії на середовище, порівняно з номінальним зусиллям базового тягача, що має місце в імпульсних машинах.

Машини з вібраційними і віброударними робочими інструментами отримали найбільше поширення для прокладання комунікаційних об'єктів. Активізація ЗРО за рахунок накладання на них різних видів коливань знижує опір різанню талих ґрунтів на 20...90%.

Найбільший ефект від вібрації виникає у випадку, коли швидкості поступального руху ϑ і розповсюдження хвильових процесів у ґрунті $\vartheta_{хв}$ збігаються за напрямком і $\vartheta_{хв} \geq \vartheta$. Зі збільшенням швидкості поступального руху машини і глибини різання ґрунту ефективність від вібрації при незмінних параметрах активізації знижується. Крім того, відомо, що вібраційні ножі працюють за традиційним принципом ущільнення ґрунту в бокові стінки і дно щілини, що призводить до зниження природної пористості ґрунту по довжині траси. Внаслідок цього знижується водопроникаюча спроможність щілини, погіршується структура ґрунту. До того ж, внаслідок низького ККД вібраційних механізмів загальні витрати енергії для вібраційного руйнування середовища можуть перевищувати енерговитрати для статичного робочого процесу [2].

Таким чином, застосування вібраційних машин для прокладання підземних комунікацій у талих ґрунтах призводить або до обмеження робочої швидкості руху при незмінних параметрах активізації, або ж до

збільшення енергоємності робочого процесу [3].

Пасивно-активні ЗРО розробляють щілину як за рахунок тягового зусилля тягача, так і за рахунок енергії автономного джерела інтенсифікатора, такі як рідина, газ, повітря, а також механічні пристрої, наприклад, підземні фрези. Інтенсифікація пасивно-ножових робочих органів дозволяє знизити опір переміщенню безтраншейних укладачів на 20...50%. Але в зв'язку з тим, що пасивно-активні робочі органи мають активну частину, їм властиві недоліки активних ЗРО.

Пасивні ножі традиційної конструкції, виконані у вигляді несучого стояка з суцільною різальною частиною по глибині і ширині захвату, отримали найбільше застосування на безтраншейних укладачах через простоту їх конструкцій, відсутність забивання твердими включеннями, високу продуктивність і надійність в роботі. Проте для їх переміщення потрібно велике тягове зусилля, а робочий процес не задовольняє обов'язкових вимог [2].

Аналіз вітчизняних і закордонних конструкцій безтраншейних укладачів показав, що в практиці будівництва підземних комунікацій застосовують більше 60 моделей машин з різноманітними ЗРО за формою робочої поверхні, які по різному впливають на ґрунтове середовище.

Для прокладання ліній зв'язку безтраншейним способом використовують основні типи кабелеукладачів, такі як одновісні кабелеукладачі КУ-2, ЛКУ-61; багатовісні кабелеукладачі КУ-120В, КУК-3М, КУ-150; навісні ножеві кабелеукладачі КУ-15, КУ16М. За даними попередніх досліджень найперспективнішими є безтраншейні причіпні кабелеукладачі з пасивним землерийними робочими органами (ЗРО) [4]. Однак, незважаючи на вказані переваги, безтраншейний спосіб будівництва ще не набув широкого розповсюдження. Це пояснюється тим, що традиційні робочі органи безтраншейних укладачів працюють за принципом розрізання і запресування ґрунту в стінки щілини, що нарізується.

Попередній аналіз даних свідчить, що найбільшого поширення в світовій практиці отримали безтраншейні укладачі із ЗРО шириною 100...120 мм для укладання лінії зв'язку і 150...200 мм для укладання інших (лінійно-протяжних об'єктів) ЛПО. Найбільш ймовірна критична глибина розробки ґрунту для заданої ширини захвату знаходиться в межах $h_{кр} = 0,3...0,5$ м для кабелеукладачів і $h_{кр} = 0,4...0,8$ м для інших укладачів ЛПО. Найбільш ймовірна максимальна глибина розробки ґрунту кабелеукладачами і найпоширенішими безтраншейними укладачами іншого призначення складає відповідно 0,9...1,2 м і 1,8...1,9 м, а номінальна глибина на 0,2 м менша. На основі порівняння критичної і номінальної глибин можна стверджувати, що всі традиційні ЗРО безтраншейних укладачів працюють, як правило, з утворенням закритичної зони, в якій ґрунт піддається техногенному впливу. Тому такі робочі органи не можуть захистити навколишнє середовище від переущільнення і бути енергозберігаючими [5].

Подальший аналіз показав, що повністю всім вимогам не відповідає жоден із традиційних ЗРО – у вигляді несучого стояка з суцільною різальною частиною, які застосовуються як робочі органи безтраншейних укладачів ЛПО [2].

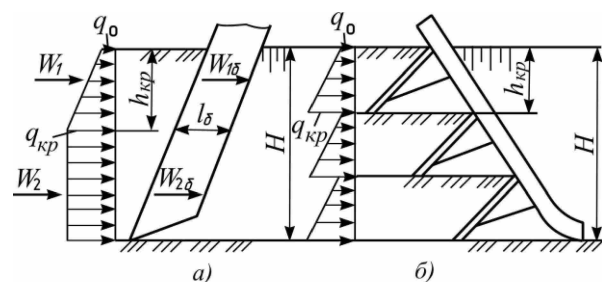


Рис.1. Епюри розподілу нормального тиску на поверхню робочого органу по глибині: *а* – для традиційної конструкції; *б* – для багатоярусної конструкції

Для усунення закритичної зони руйнування ґрунту і покращення якості його обробки в зоні дії робочого органу необхідно, перш за все, створити умови для вільного виходу стружки ґрунту із будь-якого підзе-

много горизонту в напрямку денної поверхні або іншого вільного простору в межах щілини, що формується. Якщо $H > h_{кр}$, то такі умови можуть бути створені при поярусній розробці середовища.

Поярусна схема розробки дозволяє зменшити енергоємність і динаміку робочого процесу порівняно з одноярусною (традиційною) схемою розробки щілини (глибина різання у три і більше разів перевищує його ширину).

Зниження енергоємності багаторярусної схеми розробки базується на тому положенні, що кожний ярус робочого органа, отже і енергоємність процесу при оптимальній кількості ярусів менші, ніж для традиційних ЗРО (Рис.1).

ВИСНОВКИ

Безтраншейний спосіб дозволяє зменшити об'єм земляних робіт до мінімуму та в 3...5 разів підвищити робочу швидкість і продуктивність робочого процесу; зберегти родючий шар ґрунту без проведення рекультивацийних робіт; укладати комунікаційні об'єкти в обвальних і спливаючих ґрунтах з твердими включеннями з розміром поперечника більше 350 мм і високим рівнем ґрунтових вод; спростити конструкцію і підвищити надійність робочого обладнання; підвищити рівень механізації праці; знизити собівартість будівництва. Безтраншейний спосіб, який ґрунтується на принципі вертикального заглиблення ЛПО з денної поверхні, найбільше відповідає вимогам будівництва підземних.

У той же час, цей спосіб не дозволяє вирішити проблему техногенного впливу робочого процесу на ґрунтове середовище. Він призводить до переущільнення і зниження водопроникної спроможності ґрунту, до порушення гідравлічного зв'язку між горизонтами і погіршення водно-повітряного режиму земляного шару. Крім того, стримуючим фактором є великий опір переміщення безтраншейних укладачів (до 400 кН при укладанні дренажу в зоні осушення на глибину до 1,8 м). Використання додаткових тягачів або збільшення їхньої

маси і потужності веде до подорожчання будівництва, збільшує непродуктивні енерговитрати.

Ключові слова. Робочий орган, ґрунт, кабелеукладач, безтраншейний спосіб, підземні комунікації.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Зухба А.Г., 1997.** Перспективы применения бестраншейных и траншейных технологий укладки линий связи в прочных грунтах. Гірн., буд., дор. і меліор. машини, К.: КДТУБА, Вип.51, 73-80.
2. **Кравець С.В., Нечидюк А.А., Косяк О.В., 2018.** Машини для прокладання підземних комунікацій (наукові основи створення). – Рівне, 271.
3. **Кравець С.В., 1999.** Ґрунтозахисні та енергозберігаючі машини для прокладки підземних комунікацій. Рівне, Видавництво РДТУ, 277.
4. **Ткачук В.Ф., Романовский А.Л., Кравец С.В. 1988.** Тенденции развития рабочих органов бестраншейных дренажукладчиков. Гидромелиорация и гидротехническое строительство, Вып.16, 90-93.
5. **Бондаренко О.В. Андрєєв В.О., Панюта І.М., 2014.** Будівництво та монтаж волоконно-оптичних систем передачі: підручник. Одеса, ОНАЗ ім. О.С. Попова, 228.