

3. При достижении определенной глубины размеры уплотненной зоны стабилизируются, т.е. процесс ее образования завершается. Эта глубина считается оптимальной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крутов В.И., Тропп В.Б. Фундаменты из забивных блоков. - К. Будівельник, 1967. - 120 с.
2. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Формирование математических моделей и исследование процесса погружения фундаментов-оболочек в грунт. Сб. науч.тр. ПГАСА "Интенсификация рабочих процессов строительных машин". Выпуск 4. 1998.- С. 98-106.
3. Хмара Л.А., Пантелеенко В.И. Математическое моделирование погружения в грунт фундаментов-оболочек. Сб.науч.тр./АН Украины "Компьютерное моделирование и оптимизация механических систем и процессов" Ин-т кибернетики им. В.М. Глушкова, 1994. - С.65-75.
4. Пигулевский М.Х. Основы и методы изучения физико-механических свойств почвы. Л., изд. ВАСХНИЛ, 1992. – 236 С.
5. Хмара Л.А., Осипчук В.И., Пантелеенко В.И. Исследование процесса погружения фундаментов-оболочек в грунтовое основание. Ж. "Механизация строительства", №6, 1995. - С.13-15.

УДК 621.879.31 -82.064

В.Д. МУСІЙКО, канд. техн. наук, **В.П. ШЕВЧЕНКО**, інж.

Національний транспортний університет, м. Київ

ОБГРУНТУВАННЯ ШЛЯХІВ СТВОРЕННЯ УНІВЕРСАЛЬНИХ РОТОРНИХ ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

Вступ. Однією з найбільш трудомістких операцій при будівництві магістральних трубопроводів чи підземних ліній зв'язку є спорудження траншей, причому витрати на виконання цього виду робіт досягають 40% трудомісткості від усього будівництва. Останнім часом все більшого значення набувають роботи, направлені на збільшення продуктивності роторних траншейних екскаваторів, створення машин принципово нової конструкції, що використовуються для риття як вузьких, так і широких траншей, причому як в немерзлих, так і в мерзлих ґрунтах. Тенденція до універсалізації і скорочення типорозмірів існуючих

та знову розроблюваних конструкцій машин висуває питання створення універсальних землерийних машин, здатних розробляти траншеї різної ширини одним і тим же робочим органом без його конструктивних змін.

Мета роботи. Визначення та обґрунтування шляхів створення універсальних роторних землерийних машин безперервної дії, здатних одним і тим же робочим органом відкопувати в ґрунті протяжні виїмки різної ширини.

Рішення проблеми. Реалізація ідеї створення універсальної землерийної машини принципово можлива (рис.1) шляхом суміщення основного руху роторного робочого органа – руху різання ґрунту V_p , поступального руху подачі робочого органа на забій V_s , зі зворотно-поступальним рухом робочого органа в горизонтальній площині $V_{\text{он}}$ перпендикулярно поздовжньої вісі машини. Відомі технічні рішення, коли таке переміщення робочого органа досягається за рахунок лінійного бокового переміщення робочого органа в забої по направляючим, а також за рахунок його коливального руху відносно поздовжньої вісі машини (рис. 2), причому як для роторного (рис. 2, а), так і для ланцюгового (рис. 2, б) робочих органів.

Змінюючи величину бокового переміщення робочого органа на забій в горизонтальній площині чи кут повороту α ротора відносно поздовжньої осі машини, можна розробляти траншеї різної ширини B (рис. 1). При відсутності бокової подачі робочий орган розміщується вздовж поздовжньої вісі машини і відкопує траншею мінімальної ширини B , що дорівнює ширині робочого органа.

Потрібна глибина забою H досягається при роботі машини в декілька проходів кожен на глибину h_1 .

Для визначення принципової можливості створення універсальної землерийної машини (УЗМ) з відцентровим роторним робочим органом, здатної споруджувати траншеї шириною до 3,5 м і глибиною до 3 м, нами були проведені експериментальні випробовування моделі робочого органа універсальної землерийної машини з одношарнірним повертанням його відносно поздовжньої вісі тягача. Модель виконана в масштабі 1:5. Досліди проведені з дотриманням основних положень теорії подібності і фізичного моделювання. [1].

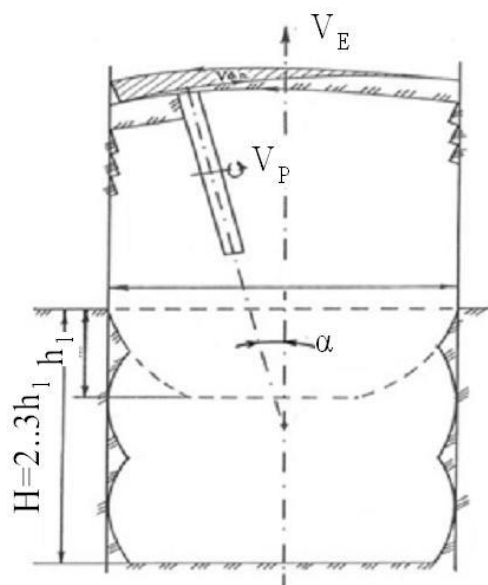


Рис. 1. Принципова схема роботи універсальної землерийної машини.

Копання траншеї шириною 3,2 м, глибиною 2,5 м УЗМ під трубопровід \varnothing 1420 мм на режимі, коли $V_p = 4,1 \text{ м/с}$, $V_{\text{бн}} = 1,0 \text{ м/с}$, $V_e = 100 \text{ пог.м/год}$ характеризується розробкою та транспортуванням на розвантаження безперервного потоку ґрунту різної інтенсивності. Мінімальна інтенсивність має місце на початку бокового переміщення робочого органа в напрямку до поздовжньої вісі траншеї, максимальна – в кінці півциклу бокової подачі біля протилежної бокової стінки забою.

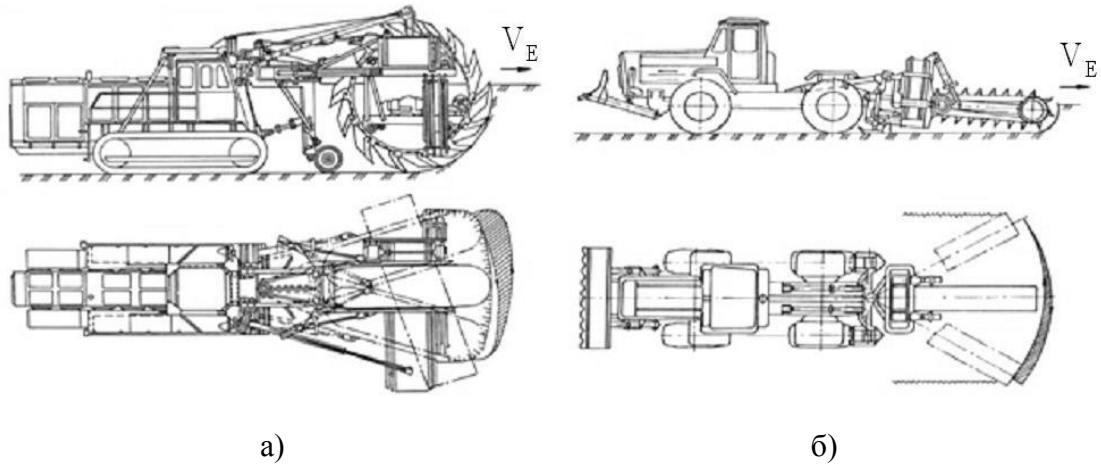


Рис. 2. Універсальна землерийна машина безперервної дії і форма зрізуваної робочим органом стружки ґрунту: а – з роторним робочим органом; б – з ланцюговим робочим органом.

Проходження ротором 1/2 довжини дуги забою в плані відповідає наповненню всього об'єму ковшів і простору між ними ґрунтом. Подальше бокове переміщення робочого органа призводить до ущільнення ґрунту в ковшах і до збільшення об'єму призми волочіння перед боковою поверхнею ротора в забій. Крім того, незначна колова швидкість ротора не дозволяє забезпечувати якісне розвантаження ковшів, особливо при розробці зв'язних ґрунтів. Об'єм ґрунту, що постійно переноситься в забій, досягає 50% місткості ковшів ротора.

Збільшення швидкості різання до $V_p = 6,3 \text{ м/с}$ ($V_{\text{бн}} = 1,0 \text{ м/с}$, $V_e = 100 \text{ пог.м/год}$) забезпечує інтенсифікацію процесу транспортування ґрунту ротором на розвантаження, проте перенесення ґрунту назад в забій присутнє. Максимальний об'єм липкого зв'язного ґрунту, що переноситься в забій досягає 35...40% місткості ковшів.

Після відпрацювання забою на дні траншеї залишаються просипи ґрунту, які складають до 40% об'єму виїмки, що відпрацьовується, коефіцієнт розрихлення ґрунту просипів при цьому складає 1,2...1,23.

Підвищення швидкості різання до $V_p = 10,7 \text{ м/с}$ при незмінних швидкостях поздовжньої і бокової подачі робочого органа на забій призводить до виникнення ефекту фонтанування ґрунту в режимі його копання. Ступінь очистки ковшів ротора в цьому випадку

близький до 100%. Кількість залишкових просипів на дні траншеї не перевищує 7...8% її об'єму. Динаміка зміни залишкових просипів ґрунту на дні забою в залежності від режиму роботи залишається незмінною.

Причина утворення просипів – формування призми волочіння перед ротором при його боковій подачі на забій та зсипання призми ґрунту на дно траншеї, а також втрати ґрунту при транспортуванні його ротором на ділянці забій-метальник. Призма волочіння утворюється як наслідок виникнення в масиві ґрунту забою опереджувальних тріщин перед ротором, що рухається зі швидкістю $V_{\text{он}}$ (рис. 3). Опереджувальні тріщини виникають по лініях дії максимальних напружень зсуву в результаті дії навантажень стиску зі сторони

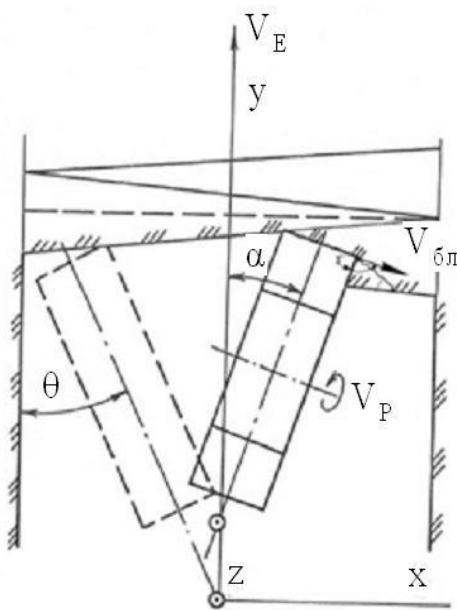


Рис. 3. Утворення ліній сколу ґрунту при копанні його робочим органом УЗМ.

бокових стінок ковшів на масив, причому рівнодіюча цих навантажень направлена практично паралельно відкритій поверхні забою, якщо ріжучі периметри ковшів мають прямокутну форму. Напруження в масиві ґрунту в напрямі дії стискаючого та розтягуючого навантаження, що діють в перпендикулярному до них напрямі, сприяють сколюванню ґрунту перед ротором в сторону відкритої стінки забою. Кут нахилу опереджувальних тріщин по відношенню до бокових стінок ковшів при проведенні експериментальних дослідів складав $\gamma = 52 \pm 3^\circ$. Близькі значення кутів сколу ґрунту в напрямі переміщення штампів по відкритому напівпросторі отримані Д. І. Федоровим [2]. Осипання ґрунту призми на дно траншеї

приводить до неможливості забору ковшами ротора всього ґрунту, що обсипався. Це суттєво ускладнює бокове переміщення робочого органа в забої, особливо по мірі підходу його до бокової стінки траншеї.

З метою зниження опору боковому переміщенню робочого органа, шляхом зменшення об'єму призми волочіння перед ротором, прямокутна форма ріжучих периметрів ковшів повинна бути трансформована в трапецієвидну з кутом нахилу бокових сторін ковшів до поздовжньої вісі ротора $\beta = 40 \dots 45^\circ$. Це значення встановлено нами експериментально. Проекція довжини похилої сторони ріжучого периметра ковша на поздовжню вісь ротора повинна дорівнювати чи бути більшою від величини подачі його в цьому напрямку на забій за час півциклу.

Важливу роль у формуванні бокових навантажень на робочому органі відіграє значення кута підходу ротора до бокової стінки траншеї θ (рис. 3). Нами встановлено, що зі збільшенням цього кута прямо пропорційно зростає об'єм призми волочіння перед ротором. Рациональне значення цього кута становить $10...12^\circ$. Практично забезпечити підхід ротора до бокової стінки траншеї під заданим кутом $\theta=10...12^\circ$ неможливо при розглянутій одношарнірній схемі коливання робочого органа в забої. Це стає реальним у випадку оснащення робочого органа двошарнірним механізмом коливання ротора (рис. 4), в якому коливальний рух відносно поздовжньої вісі машини відбувається за допомогою двох індивідуальних пар гідроциліндрів, що повертають в плані ротор, встановлений на одній рамі з металником на кут β , а також проміжну раму підвіски на кут α ($\alpha > \beta$).

Час повороту проміжної рами t_1 може бути більшим, ніж час повороту рами ротора t_2 . Завдяки цьому досягається можливість вирівнювання товщини стружки, що зрізується ковшами в плані забою. Двошарнірна конструкція механізму коливання робочого органа універсальної землерийної машини дозволяє в значній мірі позбутись недоліків одношарнірної конструкції. Позитивний ефект досягається за рахунок вирівнювання товщини стружки в плані, що розробляється ротором за півцикл. Реалізація швидкостей різання ґрунту в межах $V_p = 4,2 \dots 5,5 \text{ м/с}$ дозволяє знизити нерівномірність навантаження в приводах ротора та механізму коливання і підняти продуктивність робочого органа по виносній здатності. Продуктивність універсальної роторної землерийної машини, як випливає із проведених нами досліджень, може змінюватись у доволі широких межах та визначатись в основному потужністю силової установки екскаватора. Енергоємність розробки ґрунту складає при цьому $0,2 \dots 0,25 \text{ кВт} \cdot \text{год/м}^3$.

Висновки.

1. Універсальна роторна землерийна машина безперервної дії може бути створена шляхом реалізації в конструкції робочого обладнання двошарнірної схеми підвіски та переміщення робочого органа в забої.
2. Двошарнірний механізм коливання в горизонтальній площині роторного робочого органа УЗМ дозволяє знизити нерівномірність навантаження робочого обладнання при

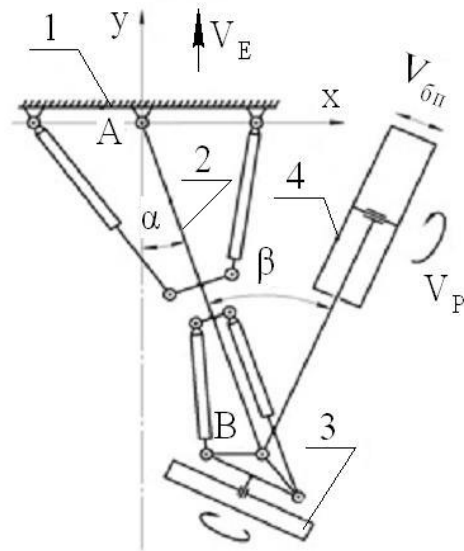


Рис. 4. Рух робочого органа УЗМ в забої: 1 – корма тягача; 2 – проміжна рама; 3 – металник; 4 – робочий орган.

розробці ґрунту, забезпечити максимальну продуктивність ковшового ротора по виносній здатності.

3. Енергоємність розробки ґрунтів робочим обладнанням УЗМ складає 0,2...0,25 кВт·год/м³, що є прийнятним для цього класу машин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Баловнев В. И. Методы физического моделирования рабочих процессов дорожно-строительных машин. – М.: Машиностроение, 1974. – 232 с.
2. Федоров Д. И. Рабочие органы землеройных машин. – М.: Машиностроение, 1991. – 290 с.

УДК 624.132.3

В.Д. МУСІЙКО, М.П. КУЗЬМІНЕЦЬ канд. техн. наук.

Національний транспортний університет, м. Київ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ СИЛОВИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВОФРЕЗЕРНОГО РОБОЧОГО ОРГАНА ТРАНШЕЙНОГО ЕКСКАВАТОРА

Вступ. Останнім часом в Україні та світі існує необхідність спорудження нових ниток лінійної частини магістральних трубопроводів у зв'язку зі збільшенням потреби промисловостей країн у рідких та газоподібних енергоресурсах, розширенням регіонів постачання енергоносіїв та заміною зношених трубопровідних магістралей. Існуюча технологія спорудження широких траншей призводить до необхідності збільшення обсягів розробки ґрунтів на 1 км траншеї в 1,5...4 рази. Це потребує застосування високопродуктивних та ефективних машин, здатних виконувати необхідні об'єми робіт в складних ґрунтових та кліматичних умовах.

Аналіз досліджень. Традиційно спорудження траншеї, наприклад під трубопроводи діаметром 1420 мм, у міцних ґрунтах, а також у зимовий період може виконуватися сімома різними способами [1, 2] із застосуванням у різних комбінаціях таких машин: роторних екскаваторів ЕТР-254 або ЕТР-231, бульдозерів, бульдозерів-розпушувачів, одноківшевих екскаваторів та бурових машин. Широка номенклатура застосовуваних машин пояснює-