

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-

ся насамперед тим, що в цей час в Україні не випускаються траншейні екскаватори, здатні відривати траншеї шириною порядку 3 м і глибиною до 2,7 м за один або кілька проходів.

Проблема. Виконання цих робіт названими машинами не забезпечує їх високу продуктивність і якість, особливо якщо такі роботи необхідно виконувати в міцних ґрунтах або зимовий час року. Згадана техніка не є універсальною та спеціалізованою, має значні лінійні розміри і масу, а тому не відповідає сучасним вимогам.

Висунуто гіпотезу про те, що одним зі шляхів вирішення питання скорочення номенклатури використовуваних машин для спорудження широких траншей та підвищення продуктивності й ефективності виконання робіт є створення машин із двофрезерним робочим органом (рис. 1), обладнаним роторним ґрунтометом або криволінійним конвеєром у якості евакуатора ґрунту.

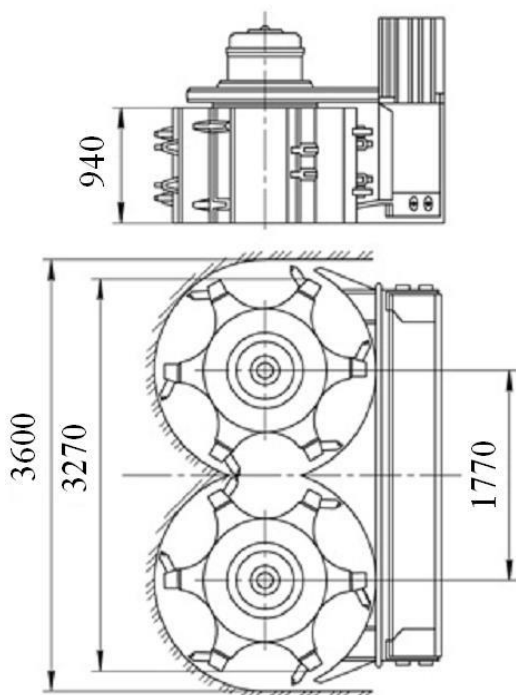


Рис. 1. Конструктивна схема двофрезерного робочого органа траншейного екскаватора.

каналі та підтвердити ефективність використання обладнання для спорудження траншей під магістральні трубопроводи.

Задачі дослідження:

- експериментально встановити граничні режими роботи роторів із жорстким та шарнірним кріпленням різальних елементів;
- визначити раціональні значення сили тяги для різних типів кріплення різців;
- встановити значення енергоємності розробки ґрунту для роторів із жорстким та шарнірним кріпленням різальних елементів;

Жорстка конструкція виконавчих елементів робочих органів та їх висока продуктивність дає підстави припускати можливість ефективної роботи машини при спорудженні траншей в міцних ґрунтах та в зимовий період виконання робіт. Також запропоновано варіант шарнірного кріплення різальних елементів.

Мета дослідження. Розкрити технічні можливості конструкції двофрезерних робочих органів землерийних машин шляхом експериментальних досліджень силових і енергетичних характеристик моделей на ґрунтовому

– підтвердити здатність двофрезерних робочих органів розробляти траншеї у сипучих, в'язких та міцних ґрунтах і можливість їх використання при створенні екскаваторів, здатних споруджувати виїмки під прокладання магістральних трубопроводів.

Основна частина. Експериментальні дослідження проводилися на ґрунтовому каналі кафедри дорожніх машин НТУ на моделях двофрезерних робочих органів (коефіцієнт моделювання лінійних розмірів $C_{\text{л}} = 5$) з жорстким та шарнірним кріпленням різальних елементів у відповідності розробленій методиці досліджень та рекомендацій [3]. Похибка експериментальних замірів робочих характеристик при довірчій імовірності 0,95 не перевищували 15%.

Результати випробувань (рис. 2) показали, що робочий процес роторів із жорстким кріпленням різальних елементів на режимі, що забезпечує проектну продуктивність ($V_p = 3,4 \text{ в/с}$, $V_0 = 0,07 \text{ в/с}$), характеризується значенням крутного моменту на валу ротора порядку $590 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{м}$ і силою тяги що дорівнює $13 \cdot 10^3 \text{ Н}$ (у перерахунку на «натуру»). Збільшення швидкості різання вище 3 м/с при незмінній швидкості подачі практично не впливає на зміну крутного моменту, значення якого в даному діапазоні перебуває в межах $590 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{м}$ і може вважатися сталим.

Зменшення швидкості різання від $3,4 \text{ м/с}$ до $1,7 \text{ м/с}$ приводить до різкого зростання крутного моменту, який збільшується в порівнянні з вище наведеним значенням на 70% і досягає $820 \cdot 10^3 \text{ Н}\cdot\text{м}$. Отриманий характер зміни крутного моменту пояснюється частковим заповненням робочих порожнин ротора при швидкостях різання вище 3 м/с . Зі зменшенням швидкості різання нижче 3 м/с збільшується кількість ґрунту, що надходить у робочі порожнини, відповідно збільшується потужність, необхідна для його транспортування. В цьому випадку має місце значне перенесення ґрунту назад у забій та його тертя зі стінками забою.

Зміну крутного моменту зручно відобразити в залежності від значення кінематичного показника k – співвідношення швидкості різання до швидкості подачі (руху екскаватора). За таких умов крутний момент також має зону, в якій його значення можна вважати сталим. Така ділянка чітко спостерігається при значенні кінематичного показника $40 \dots 45$ (рис. 3).

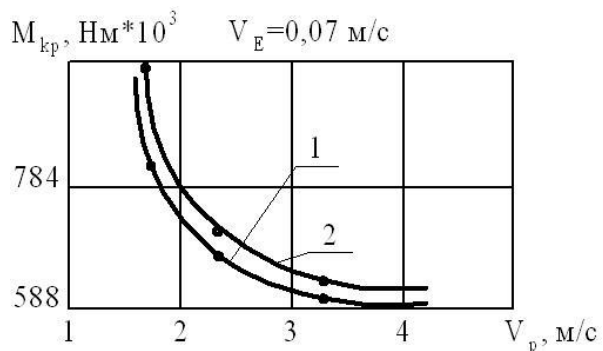


Рис. 2. Залежність крутного моменту від зміни швидкості різання: 1 – ротор з жорстким кріпленням різців; 2 – з шарнірним.

Зменшення величини k до 35 призводить до поступового збільшення крутного моменту, після чого спостерігається його різке зростання. Зниженню k від 39 до 20 відповідає зростання крутного моменту на 65% і зміна його абсолютного значення до $590 \cdot 10^3$ Н·м. Різке збільшення $M_{кр}$ припадає на момент, коли продуктивність робочого органа по виносу ґрунту відповідає його продуктивності по забою. Якщо продуктивність по забою починає перевищувати аналогічний параметр по виносу, то проявляються явища заштибовки, що призводить до зростання потужності, необхідної для транспортування ґрунту з забою.

Зміна крутного моменту ротора з шарнірним кріпленням носить ідентичний характер. Так, у режимі, що встановився, крутний момент ротора з шарнірним кріпленням ріжучих елементів перевищує $M_{кр}$ робочого органа з жорстким кріпленням різальних елементів на

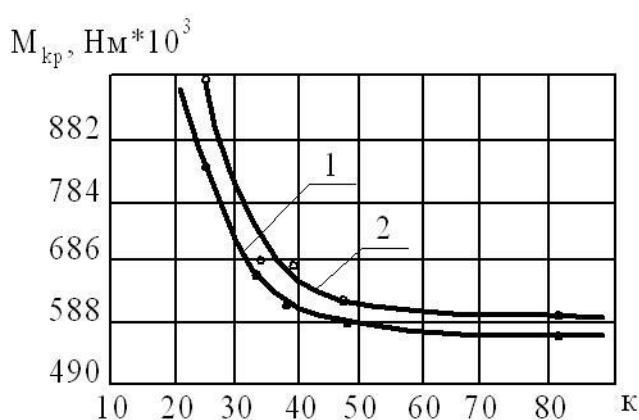


Рис. 3. Залежність крутного моменту від зміни кінематичного показника k : 1 – ротор з жорстким кріпленням різців; 2 – з шарнірним.

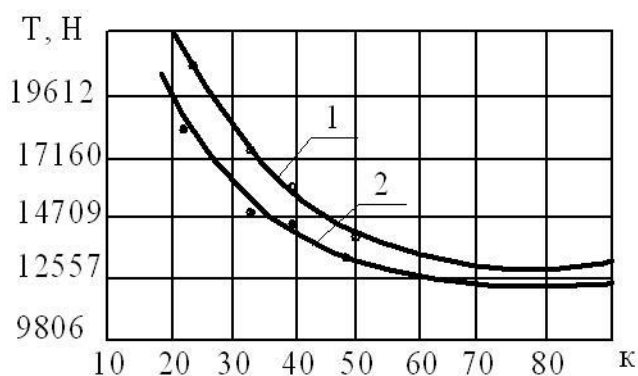


Рис. 4. Залежність сили тяги від зміни кінематичного показника k : 1 – ротор з жорстким кріпленням різців; 2 – з шарнірним.

6...7% і досягає $630 \cdot 10^3$ Н·м. Збільшене значення крутного моменту для даного типу ротора пояснюється необхідністю додаткових енергетичних витрат на переміщення рухомих елементів щодо корпуса ротора й надавання їм додаткового імпульсу сил ґрунту, який транспортується. Співвідношення між силою тяги й кінематичним показником характеризується залежністю, представленою на рис. 4.

Значення сили тяги для ротора з жорстким кріпленням різальних елементів після досягнення значення $k = 48$, що відповідає його проектній продуктивності, практично постійні й перебувають у діапазоні сили тяги 12...14 Кн. Зменшення кінематичного показника призводить до зростання сили тяги. Зміні k від 48 до 24 відповідає збільшення тяги на 55...60% і досягнення нею величини 20,7 Кн. Більша здатність до розван-

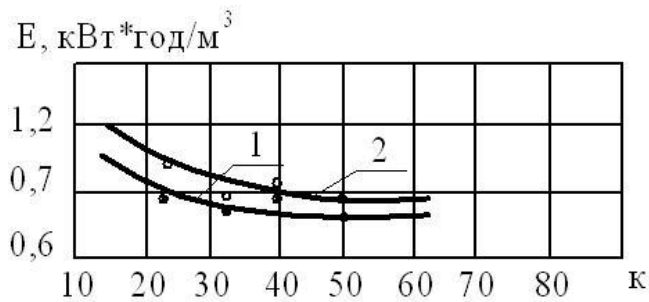


Рис. 5. Залежність енергоємності розробки ґрунту від зміни кінематичного показника k : 1 – ротор з жорстким кріпленням різців; 2 – з шарнірним.

досліджуваними роторами (рис. 5).

Значення E при $k > 40 \dots 50$ можна вважати сталим, оскільки її зміна в цьому інтервалі незначна (9...10%) і становлять від 0,75 до 0,85 кВт·год/м³; для $k = 33$ – не більше 0,7...0,8 кВт·год/м³; для $k = 48$ – менше 0,7 кВт·год/м³. При $k < 20$ спостерігається ріст енергоємності до 0,85...1,1 кВт·год/м. Як показали дослідження двофрезерних робочих органів, енергетичні витрати на переміщення роторів уздовж забою становлять 3...6% від аналогічних витрат на привод його обертання. Ґрунтуючись на результатах експерименту, слід зазначити, що режими роботи, коли $k > 50$ забезпечують мінімальні значення, які є сталими, сили тяги та крутного моменту. Мінімальне значення енергоємності розробки ґрунтів спостерігається при $k > 40 \dots 50$. Тому рекомендованим можна вважати режим з кінематичним показником $k > 40 \dots 50$, при роботі з яким забезпечуються мінімальні показники як енергоємності розробки ґрунту, так і силових характеристик.

Висновки.

1. Встановлено граничні режими роботи роторів по виносній здатності, що виключають заштибовку робочих органів ґрунтом, які характеризуються наступними значеннями кінематичних показників: з жорстким кріпленням ріжучих елементів $k = 33$; з шарнірним – $k = 30$.
2. Визначено раціональні значення сили тяги (13... 20,7 Кн), що лежать в межах зміни k від 48 до 24 та відповідають збільшенню тяги на 55...60%.
3. Встановлено значення енергоємності розробки ґрунту, яке для роторів з жорстким кріпленням різальних елементів становить 0,7 та шарнірним – 0,8 кВт·год/м³;
4. Робочі органи здатні розробляти траншеї у сипучих, в'язких та міцних ґрунтах, забезпечуючи стійку подачу ґрунту на примусове розвантаження, тому можуть бути використані при створенні екскаваторів, здатних споруджувати траншеї шириною до 3,6 м на задану проектна глибину (за один або кілька проходів машини по одному сліду) під прокладання магістральних трубопроводів.

таження в ротора з шарнірним кріпленням різальних елементів сприяє меншому на 5...8% значенню сили тяги в порівнянні з ротором із жорстким кріпленням різальних елементів.

Залежно від величини кінематичного показника змінюється й енергоємність E розробки ґрунту

ЛІТЕРАТУРА

1. Бочаров Ю.И. Разработка траншей в мерзлых грунтах / Бочаров Ю.И., Григорьев И.С. // Строительство трубопроводов, 1982. - №9. – С.12 – 14.
2. Вобылев В.А. Разработка мерзлых грунтов с помощью дискофрезной машины / Вобылев В.А. // Строительство трубопроводов, 1980. - № 6. – С. 30–31.
3. Баловнев В.И. Моделирование процессов взаимодействия со средой рабочих органов дорожно-строительных машин / Баловнев В.И. – М.: Высшая школа, 1981. – 336 с.

УДК 624.132.6

Ю.М. КЛИМЕНКО, інженер.

Національний транспортний університет, м. Київ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДВОХСТУПЕНЕВОГО РОЗВАНТАЖЕННЯ БЕЗКОВШОВИХ РОТОРНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ТРАНШЕЙНИХ МАШИН

Вступ. Процес спорудження траншеї безковшовим роторним робочим органом характеризується безперервним переміщенням у внутрішніх кільцевих порожнинах ротора на розвантаження суцільних потоків розробленого ґрунту. Ґрунт переміщується на розвантаження з деяким проковзуванням відносно робочих (транспортуючих) поверхонь ротора, а величина цього проковзування в першу чергу залежить від ступеню заповнення ґрунтом внутрішніх кільцевих порожнин ротора, а саме, від співвідношення продуктивностей робочого органа по виносу розробленого ґрунту з траншеї та по забою.

З урахуванням безперервності переміщення потоку ґрунту з забою в зону його розвантаження можна стверджувати, що він має значну силу напору, величина якої збільшується зі збільшенням ступеню заповнення ґрунтом внутрішніх кільцевих порожнин ротора, а також швидкості переміщення ґрунту на розвантаження.

Так як швидкості різання ґрунту при роботі безковшових роторів можуть змінюватись в межах 1...10 м/с можна передбачити, що абсолютні значення сил напору потоків ґрунту можуть бути достатньо великими.

Виконаний аналіз робочих процесів та конструкцій безковшових роторних робочих органів траншейних машин показує нераціональність використання сил напору потоків ґрунту, що переміщується в роторі. Енергія сил напору потоків ґрунту не використовується