

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ МАСШТАБНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ МОДЕЛЮВАННЯ СИЛ РІЗАННЯ ҐРУНТІВ ОДИНИЧНИМИ РІЗЦЯМИ РОБОЧИХ ОРґАНІВ ЗЕМЛЕРИЙНИХ МАШИН БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

Мусійко В.Д., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, musvd@i.ua, orcid.org/0000-0001-9983-3296

Коваль А.Б., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, kandr@i.ua, orcid.org/0000-0003-1295-8200

METHOD OF SCALING FACTORS DETERMINATION FOR THE FORCES MODELLING OF THE SOIL CUTTING BY SINGLE CUTTERS OF CONTINUOUSLY OPERATING EARTHMOVING MACHINE'S WORKING IMPLEMENTS

Musiyko V.D., Doctor of Technical Science, National Transport University, Kiev, Ukraine, musvd@i.ua, orcid.org/0000-0001-9983-3296,

Koval A.B., Ph.D. Engineering, National Transport University, Kyiv, kandr@i.ua, orcid.org/0000-0003-1295-8200

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАСШТАБНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИЛ РЕЗАНИЯ ҐРУНТОВ ОДИНОЧНЫМИ РЕЗЦАМИ РАБОЧИХ ОРґАНОВ ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Мусійко В.Д., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, musvd@i.ua, orcid.org/0000-0001-9983-3296

Коваль А.Б., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, kandr@i.ua, orcid.org/0000-0003-1295-8200

Постановка проблеми та її актуальність. Методи подібності та фізичного моделювання використовуються досить широко під час вивчення процесів розробки ґрунтів робочими органами землерийних машин [1]. Встановлено, що в процесі різання ґрунтів реальні механічні системи одночасно знаходяться під дією декількох різнорідних сил, величина яких залежить в різному ступені від їх лінійних розмірів (задача стає не лінійною).

В достатньо широких межах зміни лінійних розмірів, пропорційність всіх сил порушується, але у визначеному інтервалі розмірів превалює якийсь один рід сил. Якщо ця переважаюча сила змінюється пропорційно розмірам, механічну подібність в межах даного інтервалу можна вважати наближеною.

Створення теоретичних основ наближеного фізичного моделювання робочих процесів землерийно-транспортних машин [2], обґрунтування умов наближеного фізичного моделювання робочих органів, властивостей ґрунту моделей та режимів проведення модельних досліджень землерийно-транспортних машин, має в своїй основі прийняття в якості базових моделей таких абсолютні геометричні розміри котрих залишалися достатньо великими. Товщина стружок ґрунту, що зрізувались в процесі розробки ґрунту становила, в більшості випадків, 0,05...0,08 м, швидкості різання ґрунту змінювались в межах від 0,3 м/с до 1,0 м/с, що не є характерним для землерийних машин безперервної дії.

Для робочих органів землерийних машин безперервної дії характерним є різання ґрунту ріжучими елементами (різцями) малими за своїми лінійними розмірами, коли різання здійснюється стружками малої товщини а швидкості різання змінюються від 1,2 м/с до 3,5 м/с.

З урахуванням вище викладеного, основні положення методики наближеного фізичного моделювання В.І. Баловнева [2] повинні бути уточнені під час розгляду умов моделювання різання ґрунту робочими органами землерийних машин безперервної дії.

Має бути розроблений простий і надійний математичний апарат для перерахунку сил різання ґрунту з моделі на натуру під час роботи землерийних машин безперервної дії, котрий достовірно

описував би вплив на величину сумарних сил різання геометричних розмірів ріжучих елементів у всьому можливому інтервалі зміни їх ширини та глибини різання ґрунтів, з урахуванням реальних швидкостей різання.

Аналіз результатів останніх досліджень і публікацій. Відомі численні пропозиції використання методів подібності в процесі створення раціональної серії машин [1], [3]. Автори вважають, що зі зменшенням масштабу моделі збільшується відносний вплив сил, котрі абсолютно не залежать від загальних розмірів, наприклад сил, величина яких визначається дискретною структурою матеріалу і його зчепленням. Для них механічну подібність можна зберегти лише в тому випадку, якщо зі зміною розмірів відповідно змінювати і механічні властивості матеріалу моделі.

І. К. Растегаєв відмічає [4], що основні положення наближеного фізичного моделювання робочих процесів землерийно-транспортних машин В. І. Баловнева базуються на прийнятті в якості моделі ґрунтового середовища тіла Прандтля-Кулона. Ґрунт трактується як однофазна система, що складається з твердих часток. В якості моделі ґрунтового середовища, під час фізичного моделювання робочих процесів землерийних машин безперервної дії, І. К. Растегаєвим пропонується прийняти модель Бінгама-Шведова, що являє собою сукупність ідеально в'язкого та жорстко-пластичного тіл. Задовільна збіжність результатів дослідження копання ґрунту двома моделями ґрунтового середовища, при перерахунку заміряних силових параметрів моделі на відповідні параметри природи, пояснюється малими швидкостями копання ґрунту землерийно-транспортними машинами [5]. Причому, швидкості настільки не значні, що ігнорування рідкої фази ґрунту, поведінку якої описує тіло Ньютона, не приводить до значних похибок під час моделювання.

В процесі розрахунку величини швидкості різання ґрунту на натурі враховується як масштабний коефіцієнт моделювання лінійних розмірів, так і масштаб моделювання вологості ґрунту. Роботи В. Г. Моїсеєнко [6], [7] присвячені врахуванню в процесі наближеного фізичного моделювання різання ґрунтів масштабних ефектів, пов'язаних з параметрами зрізу та швидкостями різання. Він стверджує, що сила різання ґрунту залежить від масштабів зрізу, а зв'язок масштабу моделювання з силою різання можна встановити тільки шляхом проведення спеціальних експериментальних досліджень для кожного конкретного випадку їх виконання. Зрозуміло, що використання такого підходу для вирішення питань визначення питомої сили різання є практично не реальним.

Таким чином, на цей час найбільш повно вирішено питання фізичного моделювання процесів розробки ґрунтів землерийно-транспортними машинами, особливістю яких є малі швидкості різання ґрунту при значних характерних лінійних розмірах робочого обладнання.

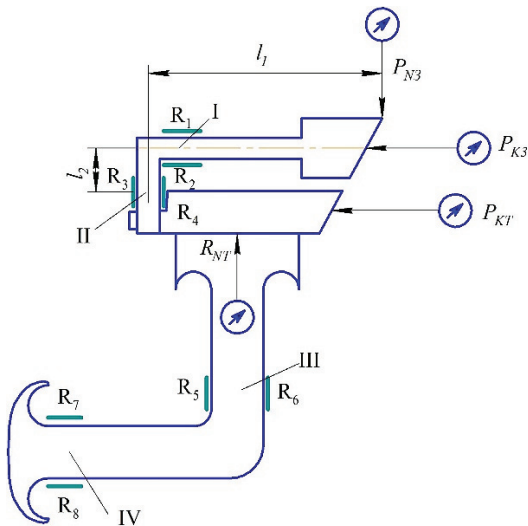
Мета дослідження. Розробка уточненої методики перерахунку з моделі на натуру сил різання ґрунтів одиночними різцями робочих органів землерийних машин безперервної дії.

Основна частина.

Аналіз відомих експериментальних даних [8], [9] та результати досліджень авторів щодо різання ґрунтів робочими органами спеціальних землерийних машин безперервної дії, підтвердили наявність протиріч між результатами визначених сил різання ґрунту різцями робочих органів землерийних машин безперервної дії розрахунковим методом та за даними модельних випробувань, перерахованих з моделі на натуру з використанням відомих методик. Питання вирішується шляхом урахування особливостей процесів різання ґрунту одиночними різцями з допомогою коефіцієнтів впливу крайового ефекту [10] на величину сили різання.

Модельні випробування різання ґрунтів елементарними різцями були проведені нами на стенді фізико-математичного моделювання землерийних машин безперервної дії з використанням фізичної моделі (М 1:5) роторного безківшевого робочого органу траншейної машини, рис. 1.

На кожному етапі експериментальних досліджень (режимах роботи за стабільних V_e та V_p , глибині траншеї H та фізико-механічних властивостей модельного ґрунту) проводилась обробка результатів з перевіркою гіпотез однорідності дисперсій за критерієм Кохрена. Результати тензометрування процесу різання ґрунту окремими різцями, які встановлені на поперечних балках (див. рис. 1), засвідчили розбіжність отриманих результатів з розрахунковими даними, отриманими з використанням відомих методик [8], [9] в 2...6 разів, рис. 2, рис. 3. Це підтверджує необхідність уточнення в процесі виконання модельних досліджень правомірності використання для перерахунку сил різання ґрунту одиночними різцями відомого масштабного коефіцієнта $C_p = C_l^3$.



а – схема

б – модель

a – diagram

b – model

Рисунок 1 – Встановлення тензорезисторів R_1, R_2, R_3, R_4 на різці (точки I та II) та R_5, R_6, R_7, R_8 на поперечній балці (точки III та IV) ротора: P_{K3} та P_{N3} – відповідно, дотична та нормальна складові сили різання ґрунту різцем; P_{KT} та P_{NT} – те ж саме поперечними балками ротора; l_1, l_2 – плечі дії сил

Figure 1 – Tensoresistors R_1, R_2, R_3, R_4 mounting on the cutter (points I and II) and R_5, R_6, R_7, R_8 on the transverse beam (points III and IV) of the rotor: P_{K3}, P_{N3} – Correspondingly - tangential and normal components of the soil cutting force by the cutter; P_{KT}, P_{NT} – the same but with the transverse beam of the rotor; l_1, l_2 – arms of forces

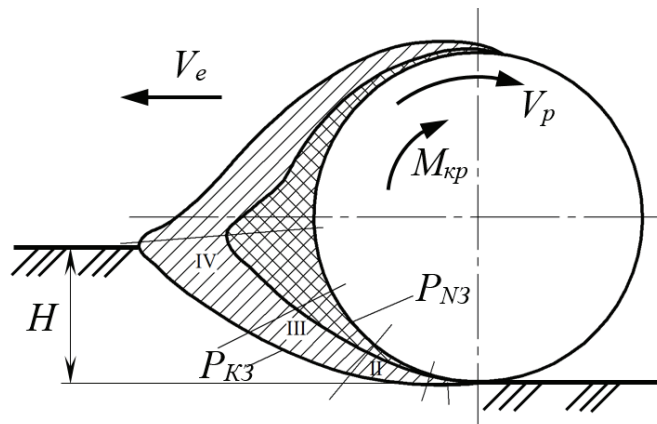


Рисунок 2 – Епюри розподілу дії дотичної P_{K3} та нормальної P_{N3} сил різання ґрунту різцем в процесі розробки ґрунту під час копання траншеї

Figure 2 – Distribution diagram of the tangential P_{K3} and normal P_{N3} forces of the soil cutting in process of soil excavation

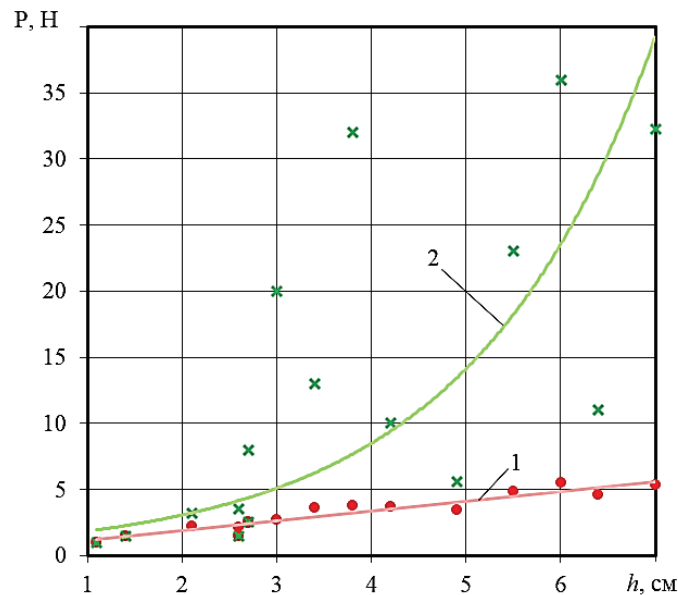


Рисунок 3 – Порівняння величин сил різання ґрунту одиничним різцем визначених експериментально – 1 та розрахункових з використанням відомих методик – 2; ґрунт суглинок, Суд = 10 (натура)

Figure 3 – Comparison of the experimentally determined soil cutting forces by single cutter (1) with the ones determined computationally using known methods - (2); soil- clay loam

Усунення протиріччя в методиках перерахунку з моделі на натуру сил різання ґрунту одиничними різцями та підвищення точності виконання розрахунків з урахуванням крайових ефектів пропонується шляхом використання безрозмірних функцій виду $f(l)$, отриманих за результатами виконання експериментальних досліджень.

Безрозмірні функції $f(l)$, рис. 4, що однозначно виражають залежність крайового ефекту від лінійних розмірів ріжучих елементів (ширини різця – S та глибини різання h), отримані в результаті обробки даних експериментальних досліджень.

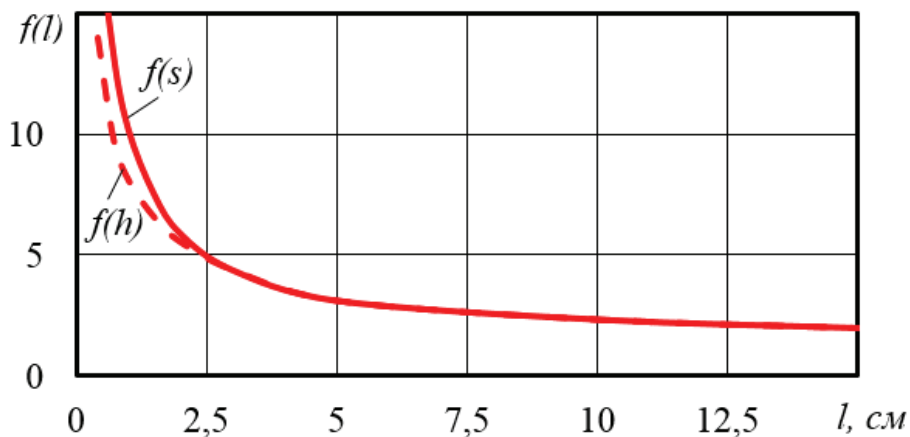


Рисунок 4 – Графічна інтерпретація безрозмірних функцій $f(s)$ та $f(h)$
 Figure 4 – Graphical interpretation of the dimensionless functions $f(s)$ and $f(h)$

Розрахункові залежності для визначення сил опору ґрунту різанню елементарними різцями (переріз стружки – прямокутний, кут різання ґрунту $\alpha = 55^\circ$) є аналітичною апроксимацією даних експериментальних досліджень без урахування впливу швидкості різання ґрунту.

Для блокованого різання:

$$P_1 = 10 \cdot C_{y0} \cdot \lambda^3 \cdot S \cdot h^2 \cdot f_{(s)} \cdot f_{(h)}^2, \quad (1)$$

де λ – константа, що характеризує стан ґрунту;

$f(s)$, $f(h)$ – безрозмірні функції, які виражають вплив лінійних розмірів різців на величину сил різання ґрунту.

Для напівблокованого (напіввільного) різання:

$$P_2 = P_1 \cdot \frac{S \cdot f(s)}{S \cdot f(s) + h \cdot f(h)} \quad (2)$$

Для вільного різання:

$$P_3 = P_1 \cdot \left(\frac{S \cdot f(s)}{S \cdot f(s) + h \cdot f(h)} \right)^2 \quad (3)$$

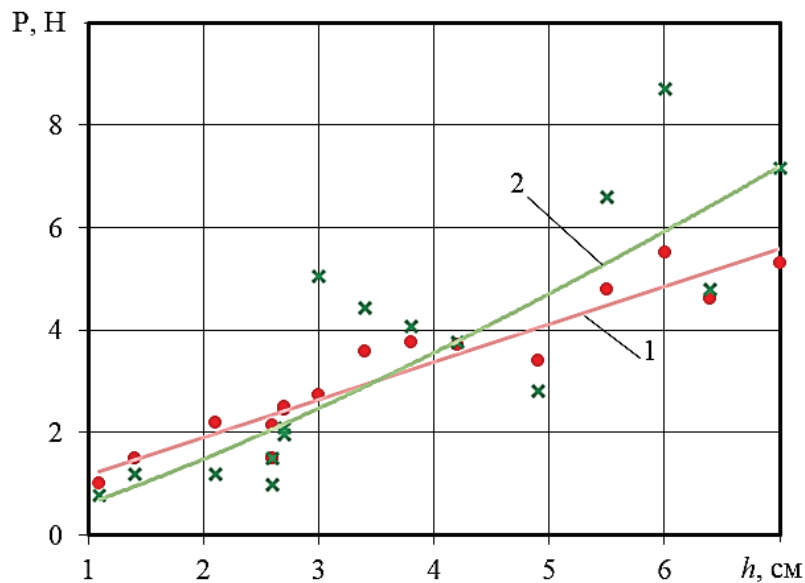
Постійна λ в формулах (1)-(3) визначається наступним чином:

$$\lambda = \sqrt{\frac{C_w}{10 C_{y\delta}}} \quad (4)$$

де C_w – липкість ґрунтів, МПа;

$C_{y\delta}$ – міцність ґрунту по ударнику ДорНДІ.

Розрахунки, виконані з використанням формул (1)-(3), вказаних значень λ та безрозмірних функціональних залежностей $f(s)$ та $f(h)$, що наведені на рис. 4, забезпечують задовільну збіжність результатів досліджень, рис. 5. Розходження експериментальних та розрахункових даних (див. рис. 5), не перевищує 6,5 % для різання ґрунтів, міцність яких знаходиться в межах $C_{y\delta} = 5 \dots 10$ (для натури), за умови нормального розподілу отриманих результатів, довірчої ймовірності 0,95 та повторюваності дослідів $t = 5$.



- – позначення експериментальних даних;
- × – позначення розрахункових результатів

Рисунок 5 – Порівняння величин сил різання визначених експериментально розрахунковим методом – 1 та розрахунковим методом – 2; ґрунт – суглинок, $C=10$

- – indication of the experimental data;
- × – indication of the computational results

Figure 5 – Comparison of the cutting force values determined via experimentally – 1 and computational method – 2; soil - clay loam, $C=10$

Безрозмірна функція $f(l)$ залежить від лінійних розмірів l , як наслідок, не може залишатися незмінною під час переходу від параметрів моделі до параметрів натури. Внаслідок нелінійності

функції $f(l)$, співвідношення $\frac{f''(s)}{f''(h)}$ або $\left[\frac{f''(h)}{f''(h)}\right]^2$, суттєво залежать від вибраного масштабу моделювання лінійних величин C_l . Це значить, що під час перерахунку результатів модельних випробувань на натуру слід враховувати масштабний ефект.

При блокованому різанні ґрунту, з дотриманням для модельних та натурних досліджень ідентичних умов виконання дослідів, співвідношення сил опору різання ґрунту на моделі і в натурі, у відповідності з формулою (2), складає:

$$\frac{P_n}{P_m} = C_l^4 \frac{f''(s)}{f''(h)} \cdot \left[\frac{f''(h)}{f''(h)}\right]^2 = C_l^3 \cdot k_m, \quad (5)$$

де k_m – коефіцієнт, що враховує прояв масштабного ефекту.

Звідси:

$$k_m = C_l \cdot \frac{f(C_l \cdot s)}{f(s)} \cdot \left[\frac{f(C_l \cdot h)}{f(h)}\right]^2. \quad (6)$$

Для ножового робочого органу за умови, що $C_l = 5$; $S_m = 1$ м; $h_m = 0,04$ м, розрахункове значення коефіцієнта масштабного ефекту дорівнює:

$$k_m = 5 \cdot \frac{1}{1} \cdot \left[\frac{1,68}{3,5}\right]^2 = 1,75. \quad (7)$$

Для елементарного різця (зуба), коли $C_l = 5$; $S_m = 0,02$ м; $h_m = 0,02$ м розрахункове значення того ж коефіцієнта:

$$k_m = 5 \cdot \frac{2,2}{5,87} \cdot \left[\frac{2,2}{5,50}\right]^2 = 0,30. \quad (8)$$

Ці два приклади демонструють похибку, що допускається в процесі перерахунку результатів модельних досліджень сил різання ґрунту робочими органами землерийних машин безперервної дії на натуру, з використанням залежностей, котрі запропоновані В. І. Баловнєвим [2], для робочих органів землерийно-транспортних машин.

Висновки.

1. Кількісна оцінка силової взаємодії робочих органів землерийних машин безперервної дії з ґрунтом суттєво залежить від крайового ефекту різання ґрунту різцями, котрий виражається безрозмірною функцією їх лінійних розмірів.

2. Запропоновані формули для визначення та перерахунку сил різання ґрунту одиничними різцями під час виконання розрахунків параметрів робочих органів землерийних машин безперервної дії на стадії їх проектування забезпечують необхідну точність розрахунків. Це, по суті, математичний апарат, котрий можна використовувати для вирішення питань визначення умов наближеного фізичного моделювання робочих процесів спеціальних землерийних машин безперервної дії.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Горячкин В.П. Принцип подобия и однородности / В.П. Горячкин // Собрание сочинений. – М. : Колос, 1965. – Т. 1. – С. 567–576.
2. Баловнев В.И. Физическое моделирование резания грунтов. М., Машиностроение, 1969. – 159 с.
3. Лучинский Н.Д. Принципы механического подобия в применении к сельскохозяйственным машинам / Н.Д. Лучинский // Труды Всесоюзного н.-и. ин-та механизации сельского хозяйства. Т. I. – М. : Сельхозгиз, 1935. – С. 23–57.
4. Растегаев И.К. Физическое моделирование копания грунта рабочим оборудованием землеройных машин непрерывного действия ковшово-скребкового типа : автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.05.04 / И.К. Растегаев ; Моск. автомобильно-дорожный ин-т. – М., 1971. – 20 с.

5. Растегаев И.К. Стенд для физического и физико-математического моделирования рабочих процессов землеройно-транспортных и дорожных машин / И.К. Растегаев // Строительные и дорожные машины. – 1970. – № 6. – С. 11–14.
6. Моисеенко В.Г. Возможности приближенного физического моделирования процесса резания грунтов / В.Г. Моисеенко // Горные, строительные и дорожные машины. – К. : Изд-во Техника, 1970. – Вып. 9. – С. 21–23.
7. Моисеенко В.Г. Проявление масштабного эффекта при резании грунтов / В.Г. Моисеенко // Горные, строительные и дорожные машины. – К. : Техника. – 1966. – Вып. 4. – С. 81–86.
8. Зеленин А. Н. Основы разрушения грунтов механическими способами. – М. : Машиностроение. – 1968. – 432 с.
9. Ветров Ю.А. Резание грунтов землеройными машинами. – М. : Машиностроение, 1971. – 360 с.
10. Мусійко В. Д. Масштабні ефекти при фізичному моделюванні процесів різання ґрунтів / В.Д. Мусійко // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. Збірник наукових праць. Технічні науки. – Рівне : РВВ НУВГП, 2015. – Вип. 2(70). – С. 112–119.

REFERENCES

1. Goryachkin V. P. (1965). *Printsyp podobiya i odnorodnosti* [The principle of similarity and homogeneity]. Moscow: Kolos [in Russian].
2. Balovnev V. I. (1969) *Fizicheskoe modelirovanie rezaniya gruntov* [Physical modeling of cutting soil]. Moscow: Mashynostroenie [in Russian].
3. Luchinskiy N. D. (1935). *Printsypy mexanicheskogo podobiya v primenenii k sel'skoxozyaystvenym mashinam* [Principles of mechanical similarity as applied to agricultural machinery] *Trudy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii sel'skogo khozyaystva* [Proceedings of the All-Union Scientific Research Institute of Agricultural Mechanization], I, 23–57 [in Russian].
4. Rastegaev I. K. (1971). *Fizicheskoe modelirovanie kopaniya grunta rabochim oborudovaniem ztmleeroynykh mashin nepreryvnoy deystviya kodshovo-skrebkovogo tupa*. Avtoreferat Diss. [Physical modeling of soil digging by working equipment of continuous-action earth-moving machines of bucket-scraper type]. Extended abstract of candidate's thesis. Moscow: MADI [in Russian].
5. Rastegaev I. K. (1970). *Stend dlya fizicheskogo s fiziko-matematicheskogo modelirovaniya rabochikh protsesov zemleroyno-transportnykh s dorozhnykh mashin* [Stand for physical and physical and mathematical modeling of working processes of earth-moving and road machines] *Stroitelnye s dorozhnye mashiny* [Construction and road machines], 6, 1–14 [in Russian].
6. Moiseenko V. G. (1970). *Vozmozhnosti priblizhennogo fizicheskogo modelirovaniya protsessa rezaniya gruntov* [Opportunities for approximate physical modeling of soil cutting]. *Gornye, stroitelnye s dorozhnye mashiny*. [Mining, constructional, road and melioration machines. Allukrainian collection of scientific works], 9, [in Russian].
7. Moiseenko V. G. (1966) *Proyavlenie masshtabnogo efekta pri rezanii gruntov* [The manifestation of the scale effect when cutting soils]. *Gornye, stroitelnye s dorozhnye mashiny*. [Mining, constructional, road and melioration machines. Allukrainian collection of scientific works], 4 [in Russian].
8. Zelenin A. N. (1968). *Osnovy razrusheniya gruntov mekhanicheskimi sposobami* [Fundamentals of soil destruction by mechanical methods]. Moscow: Mashynostroenie [in Russian].
9. Vetrov Yu. A. (1971) *Rezanie gruntov zemleroynymi mashinami* [Soil cutting by earth moving machines]. Moscow: Mashynostroenie [in Russian].
10. Musiiko V. D. (2015). *Masshtabni efekty pry fizychnomu modeliuvanni protsesiv rizannia gruntiv* [Large-scale effects in the physical modeling of soil-cutting processes] *Visnyk natsionalnoho universytetu volnoho hospodarstva ta pryrodokorystuvannia* [Bulletin of the National University of Water Management and Nature Management], 2(70), 12–119 [in Ukrainian].

РЕФЕРАТ

Мусійко В.Д. Методика визначення масштабних коефіцієнтів моделювання сил різання ґрунтів одиночними різцями робочих органів землерійних машин безперервної дії / В.Д. Мусійко, А.Б. Коваль // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2019. – Вип. 1 (43).

В статті викладено обґрунтування та суть уточненої методики визначення масштабних коефіцієнтів моделювання сил різання ґрунтів одиночними різцями робочих органів землерійних машин безперервної дії.

Об'єкт дослідження: процес моделювання різання ґрунтів робочим органом землерийної машини безперервної дії.

Мета роботи: розробка уточненої методики перерахунку з моделі на натуру сил різання ґрунтів одиночними різцями робочих органів землерийних машин безперервної дії.

Моделювання робочих процесів машин є одним з ефективних способів виконання досліджень машин, визначення та оптимізації параметрів їх силового навантаження.

На основі детального аналізу існуючих методик моделювання робочих процесів землерийних машин безперервної дії визначено недоліки моделювання силової взаємодії робочих органів машин з ґрунтами в процесі їх розробки. Встановлено, що існує протиріччя між результатами визначених сил різання ґрунту різцями робочих органів землерийних машин безперервної дії розрахунковим методом та даними модельних, експериментальних випробувань, перерахованих з моделі на натуру за умови використання відомих методик.

Розроблено простий і надійний математичний апарат для перерахунку сил різання ґрунту з моделі на натуру під час роботи землерийних машин безперервної дії, котрий достовірно описує вплив на величину сумарних сил різання геометричних розмірів ріжучих елементів робочих органів у всьому можливому інтервалі зміни ширини та глибини різання ґрунтів з урахуванням реальних швидкостей різання.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ҐРУНТ, МОДЕЛЬ, РОБОЧИЙ ПРОЦЕС, КРАЙОВИЙ ЕФЕКТ, РІЗАННЯ, СИЛОВІ ПАРАМЕТРИ, МАСШТАБНІ КОЕФІЦІЄНТИ. ПЕРЕРАХУНОК.

ABSTRACT

Musiyko V.D., Koval A.B. Method of scaling factors determination for the forces modelling of the soil cutting by single cutters of continuously operating earthmoving machine's working implements. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2019. – Issue 1 (43).

The article contains the justification and the essence of the adjusted method of scaling factors determination for the forces modelling of the soil cutting by single cutters of continuously operating earthmoving machine's working implements.

Subject of Research: modelling process of the soil cutting by working implement of the continuously operating earthmoving machine.

Objective: to develop the adjusted method of model-machine correlation of the cutting forces for soil cutting by single cutters of continuously operating earthmoving machine's working implements

Operational process modelling for the machines is one of the efficient ways to perform the research, to define and optimize the parameters of machines power load.

Based on the detailed analysis of existing modelling methods for the operational process of continuously operating earthmoving machines the limitations of the force interaction modelling between machine's working implement and the soil during excavation have been defined.

It has been discovered that contradictions exist between results of the soil cutting forces determination using computational method and the data of the modelling and experimental tests recalculated with the model-machine correlation using known methods.

The simple and reliable body of mathematics had been developed for the model-machine correlation during the work of continuously operating earthmoving machine. This method accurately describes the influence of the cutting elements geometrical parameters on the working implements cutting forces in the whole possible variation interval of the width and depth of the soil cutting taking into account the real cutting speed.

KEYWORDS: SOIL, MODEL, OPERATIONAL PROCESS, EDGE EFFECT, CUTTING, SCALING FACTORS, CORRELATION

РЕФЕРАТ

Мусийко В.Д. Методика определения масштабных коэффициентов моделирования сил резания ґрунтов одиночными резцами робочих органів землерийних машин непрерывного действия / В.Д. Мусийко, А.Б. Коваль // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2019. – Вып. 1 (43).

В статье представлено обоснование и суть уточненной методики определения масштабных коэффициентов моделирования сил резания ґрунтов одиночными резцами робочих органів землерийных машин непрерывного действия.

Объект исследования: процесс моделирования резания грунтов рабочим органом землеройной машины непрерывного действия.

Цель работы: разработка уточненной методики пересчета с модели на натуре сил резания грунтов одиночными резаками рабочих органов землеройных машин непрерывного действия.

Моделирование рабочих процессов машин является одним из эффективных способов выполнения исследований машин, определения и оптимизации параметров их силового нагружения.

На основе детального анализа существующих методик моделирования рабочих процессов землеройных машин непрерывного действия определены недостатки моделирования силового взаимодействия рабочих органов машин с грунтами в процессе их разработки. Установлено, что существует противоречие между результатами определения сил резания грунта резаками рабочих органов землеройных машин непрерывного действия расчетным методом и данными модельных, экспериментальных испытаний, пересчитанных с модели на натуре при условии использования известных методик.

Разработан простой и надежный математический аппарат для пересчета сил резания грунта с модели на натуре при работе землеройных машин непрерывного действия, который достоверно описывает влияние на величину суммарных сил резания геометрических размеров режущих элементов рабочих органов во всем возможном интервале изменения ширины та глубины резания грунтов с учетом реальных скоростей резания.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ГРУНТ, МОДЕЛЬ, РАБОЧИЙ ПРОЦЕСС, КРАЕВОЙ ЭФФЕКТ, РЕЗАНИЕ, СИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ, МАСШТАБНЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ. ПЕРЕСЧЕТ.

АВТОРИ:

Мусійко Володимир Данилович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри дорожніх машин, професор, e-mail: musvd@i.ua, тел: +380501040262, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, кв. 226, orcid.org/0000-0001-9983-3296.

Коваль Андрій Борисович, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри дорожніх машин, e-mail: kandr@i.ua, тел. +380500240894, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 226, orcid.org/0000-0003-1295-8200.

AUTHORS:

Musiyko Volodymyr Danilovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of the Department of Road Machines, Professor, e-mail: musvd@i.ua, tel: +380501040262, Ukraine, 01010, Kyiv, street. M. Omelianovicha-Pavlenka, 1, ap. 226, orcid.org/0000-0001-9983-3296.

Koval Andrii B., Ph.D. Engineering, National Transport University, associate professor department of road machines, e-mail: kandr@i.ua, tel. +38050240894, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelianovicha-Pavlenka, 1, of. 226, orcid.org/0000-0003-1295-8200.

АВТОРЫ:

Мусійко Владимир Данилович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой дорожных машин, профессор, e-mail: musvd@i.ua, тел: +380501040262, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 226, orcid.org/0000-0001-9983-3296.

Коваль Андрей Борисович, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры дорожных машин, e-mail: kandr@i.ua, тел. +38050240894, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 226, orcid.org/0000-0003-1295-8200.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Сахно В. П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри автомобілів, Київ, Україна.

Іткін О.Ф., доктор технічних наук, генеральний директор ПрАТ "Промислово-виробничий інститут зварювально-ізоляційних технологій при будівництві трубопроводів "Нафтогазбудізоляція"», Київ, Україна.

REVIEWERS:

Sakhno V.P., Doctor of Technical Sciences, Professor, National Transport University, Head of Department of Automobiles, Kyiv, Ukraine.

Itkin O.F., Doctor of Technical Sciences, General Director "Neftegazstroyizoliatsiya" Industrial Production Institute of welding-insulation technologies to a piping building, Kyiv, Ukraine.