

УДК 625.084

[https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11\(42\).2.232-240](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2025.11(42).2.232-240)

В. А. Настоящий, проф., канд. техн. наук, **Д. Ю. Артеменко**, доц., канд. техн. наук,
О. А. Кислун, доц., канд. техн. наук, **В. В. Дарієнко**, доц., канд. техн. наук,
І. О. Скриннік, доц., канд. техн. наук

*Центральноукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна
e-mail: artemenkodyu@kntu.kr.ua*

Обґрунтування конструкції котка для ущільнення свіже підготовленого ґрунту майданчика під майбутнє будівництво

В роботі показані результати пошукових науково-теоретичних досліджень конструктивних особливостей котка для ущільнення свіже підготовленого ґрунту майданчика під майбутнє будівництво. Під час аналізу конструкцій існуючих котків було встановлено, що вони не в повній мірі задовольняють вимогам до рівномірного ущільнення ґрунту по глибині і ширині робочої частини котка. Виявлено, що на рівномірність ущільнення ґрунту може істотно впливати конфігурація зовнішньої робочої поверхні котка в площині руху. Тому оптимізація конструкції робочої поверхні котка дозволить значно впливати на якість ущільнення, а подальша розробка нових конструкцій робочих поверхонь котків для ущільнення ґрунту є актуальною задачею. З цієї метою був запропонований новий коток призначений для якісного ущільнення свіже підготовленого ґрунту на максимальну глибину за мінімальну кількість проходів. За допомогою математичного моделювання досліджено процес взаємодії котка з ґрунтовим середовищем. Визначено, що основними факторами, які впливають на процес ущільнення, є конструкція робочого органу та фізико – механічні властивості ґрунту. Встановлено, що характер розподілення питомого тиску під робочою поверхнею котка відповідає його конструктивним особливостям. Ефективність запропонованої конструкції котка для ущільнення свіже підготовленого ґрунту забезпечується тим, що за рахунок конструкції його робочої поверхні можна забезпечити рівномірне ущільнення ґрунту по ширині захвату котка на максимальну глибину та зменшити кількість проходів котка для забезпечення необхідної рівномірності ущільнення.

ущільнення ґрунту, ґрунтовий коток, робоча поверхня котка, математична модель взаємодії котка з ґрунтом

Постановка проблеми. В процесі сучасного будівництва об'єктів сільськогосподарського призначення одним із ключових етапів є підготовка будівельного майданчика. Важливу роль при цьому відіграє попереднє ущільнення ґрунту під фундамент споруди та під'їзні дороги. Застосування цього технологічного прийому дає змогу запобігти такому небажаному явищу, як осідання ґрунту, що згодом може спричинити руйнування основи будівлі та прилеглих шляхів. Для реалізації цього процесу залучається широкий спектр будівельної техніки, серед якої найпоширенішими є котки різних видів: статичні [1], вібраційні з металевим ободом [2], а також вібраційні з пневматичним ободом [3]. Найвищу ефективність демонструють кулачкові котки, як статичного, так і вібраційного типу, що забезпечують задовільне ущільнення різних видів ґрунтів.

Проте однією з основних проблем, з якою стикаються під час використання будівельних котків, є недостатнє ущільнення свіже підготовленого ґрунту на майданчику. Відповідно до чинних нормативних вимог [4–8], ущільнення ґрунту перед зведенням споруд рекомендується виконувати пошарово, здійснюючи кілька проходів. Це суттєво збільшує витрати енергії, підвищує собівартість будівельних робіт і уповільнює загальний темп будівництва. З огляду на це актуальним завданням є підвищення продуктивності ґрунтових котків для забезпечення максимального ущільнення

грунту на значну глибину та рівномірного розподілу ущільнення по всій ширині захвату за мінімальну кількість проходів.

Аналіз основних досліджень і публікацій. На сьогоднішній день серед засобів ущільнення ґрунту найбільш поширеними є гладкі статичні котки циліндричної форми. Однак, за результатами досліджень Кушнар'ова А.С. [9], така форма не повністю відповідає вимогам щодо забезпечення рівномірної щільності ущільненого шару як у поперечному, так і в поздовжньому напрямку.

Аналіз ефективності роботи таких котків [10-12] показав, що їх конструкція не дозволяє досягти необхідних параметрів ущільнення ґрунту, що істотно знижує продуктивність роботи. Унаслідок цього застосування гладких циліндричних котків у сучасному будівництві поступово скорочується. Більш перспективними є котки, обладнані пневматичними шинами, які забезпечують кращу адаптацію до умов ущільнення. Використання вібраційних моделей з пневматичним ободом сприяє підвищенню ефективності процесу та зменшенню витрат, проте їх головним недоліком є низька ефективність на незв'язаних ґрунтах, що обмежує сферу їх застосування.

Хмара Л.А. в [13] особливу увагу приділяє кулачковим коткам і конструктивним особливостям їхніх елементів. Зроблено висновок, що при ущільненні суглинків такі котки мають значні переваги над циліндричними.

Проводячи огляд сучасних тенденцій у виробництві дорожніх котків Трофимов А.В. [14] відмічає, що на рівномірність ущільнення ґрунту може істотно впливати конфігурація зовнішньої робочої поверхні котка в площині руху.

Працюючи над вдосконаленням конструкції ущільнюючих котків автори в [15] пропонують робочу поверхню ущільнюючого котка виконувати опукло-криволінійною, а самі кулачки бочкоподібними та розміщеними по гвинтовій лінії. Така конструкція на думку авторів може забезпечити рівномірне ущільнення свіже підготовленого ґрунту по ширині захвату котка на максимальну глибину. Проте недоліком такого виконання можна вважати незначну глибину ущільнення самими кулачками.

У дослідженні [16] зазначається, що замість кулачкових ущільнювачів в нижніх шарах ґрунту може використовуватися просторова поверхня з опукло-криволінійним профілем. Авторами запропоновано конструкцію ущільнюваного котка дворівневої будови: верхній рівень представлений циліндричною робочою зоною із заокругленими краями, що відповідає за рівномірне ущільнення верхнього шару ґрунту, а нижній рівень утворюється спіралеподібною поверхнею з криволінійним опуклим профілем, який забезпечує якісне ущільнення глибших шарів. Завдяки такому конструктивному рішенню досягається рівномірний розподіл ущільнення як по глибині, так і по ширині захвату, що дозволяє зменшити кількість необхідних проходів. Водночас, основним недоліком запропонованої моделі є її конструктивна складність.

В [17] приділено увагу удосконаленню конструкції поверхні кулачків і пропонується виконувати їх в поперечній площині краплеподібними, а в напрямку руху напівеліптичними. Така конструкція може забезпечити усунення основного недоліку кулачкових котків – руйнування ущільненої поверхні під час виходу котка із ґрунту. Однак недоліком такого котка є складність виготовлення і велика вартість.

Литвиненко Т.В. [18] зазначає, що кулачкові котки добре підходять для роботи з грудкуватими ґрунтами, оскільки їх конструкція сприяє подрібненню грудок та формуванню рівномірної структури ущільненого шару. Однак їх використання у верхній частині насипу є недоцільним, оскільки кулачки сприяють додатковому розпушенню ґрунту. Для остаточного вирівнювання поверхні ефективніше застосовувати вальцеві котки, що формують гладку та рівну поверхню.

Із проведеного огляду визначено, що подальше вдосконалення будівельних котків потребує глибшого розуміння факторів, що визначають їх робочі характеристики. Дослідження [19,20] підтверджують наявність напружень і деформацій у внутрішньому об'ємі ґрунту під впливом ущільнювальних машин. Встановлено, що розподіл цих характеристик є ключовим фактором процесу прикочування. Отже, оптимізуючи конструкцію робочої поверхні котка, можна значно впливати на якість ущільнення, забезпечуючи рівномірність його виконання як по ширині, так і по глибині робочої зони.

Постановка завдання. Таким чином, метою роботи є покращення рівномірності ущільнення ґрунту по ширині захвату котка для ущільнення свіже підготовленого ґрунту на максимальну глибину шляхом обґрунтування конструкції його робочої поверхні.

Для досягнення мети, вирішувались наступні задачі:

провести аналіз сучасних конструкцій котків для ущільнення свіже підготовленого ґрунту з метою визначення їх переваг і недоліків при виконанні технологічного процесу ущільнення ґрунту;

на основі визначених недоліків в роботі котків для ущільнення свіже підготовленого ґрунту розробити удосконалену конструкцію котка;

розробити математичну модель процесу роботи удосконаленого котка та встановити в загальному вигляді характер розподілення тиску під його робочою поверхнею.

Викладення основного матеріалу. Аналіз роботи сучасних конструкцій котків для ущільнення свіже підготовленого ґрунту засвідчив, що якість виконання технологічного процесу значною мірою залежить як від конструктивних особливостей самого вальця, так і від геометричної форми кулачків. Основними недоліками наявних робочих органів є нерівномірний розподіл величини ущільнення по ширині захвату котка, а також небажане розпушування ґрунту кулачками, зумовлене їхньою будовою. Отже, необхідно проводити подальші дослідження, спрямовані на обґрунтування оптимальної форми робочих поверхонь ґрунтових котків.

Для усунення вказаних недоліків запропонована наступна конструкція котка для ущільнення свіже підготовленого ґрунту рис. 1.

Коток для ущільнення свіже підготовленого ґрунту, має зовнішню циліндричну поверхню в якій виконані пази які утворюють при розгортці бічного профілю котка поверхню в якій границі пазу представляються у вигляді двох гармонійних періодичних кривих зсунутих одна відносно одної на півперіоду вздовж напрямку розгортки та їх особистого напрямку, при цьому в вертикальній площині перпендикулярній до напрямку розгортки паз являє собою половину еліпсу, а у повздовжній площині паз представляє собою гармонійну періодичну криву з періодом рівним періоду кривих меж пазу в розгортці, та може містити прямолінійний зріз, ланку у вигляді відрізка паралельного напрямку розгортки, обумовлений формою пазу при виході за розміри котка.

Як видно з рис. 1, запропонований коток для ущільнення свіже підготовленого ґрунту складається із зовнішньої циліндричної поверхні 1, пазів 2, боковин 3.

Робочий процес із запропонованим котком відбувається таким чином: в процесі роботи зовнішня циліндрична поверхня котка 1 за рахунок своєї товщини занурюючись в ґрунт направляє його в пази 2. Конструкція пазів 2 сприяє ущільненню ґрунту з усіх боків і після проходження котка формується хвиляста поверхня майданчика для майбутнього будівництва. При роботі котка формується рівномірно ущільнений як верхній так і нижній шар ґрунту без їх руйнування. Зміщення відносно одна одної кривих які утворюють поверхні сусідніх пазів дає можливість плавно розподіляти

навантаження на коток забезпечуючи рівномірну щільність по всій ширині його захвату. За рахунок конструкції робочої поверхні котка та конструкції пазів забезпечується рівномірне ущільнення ґрунту по ширині його захвату на максимальну глибину, а для забезпечення необхідної рівномірності ущільнення потрібна менша кількість проходів.

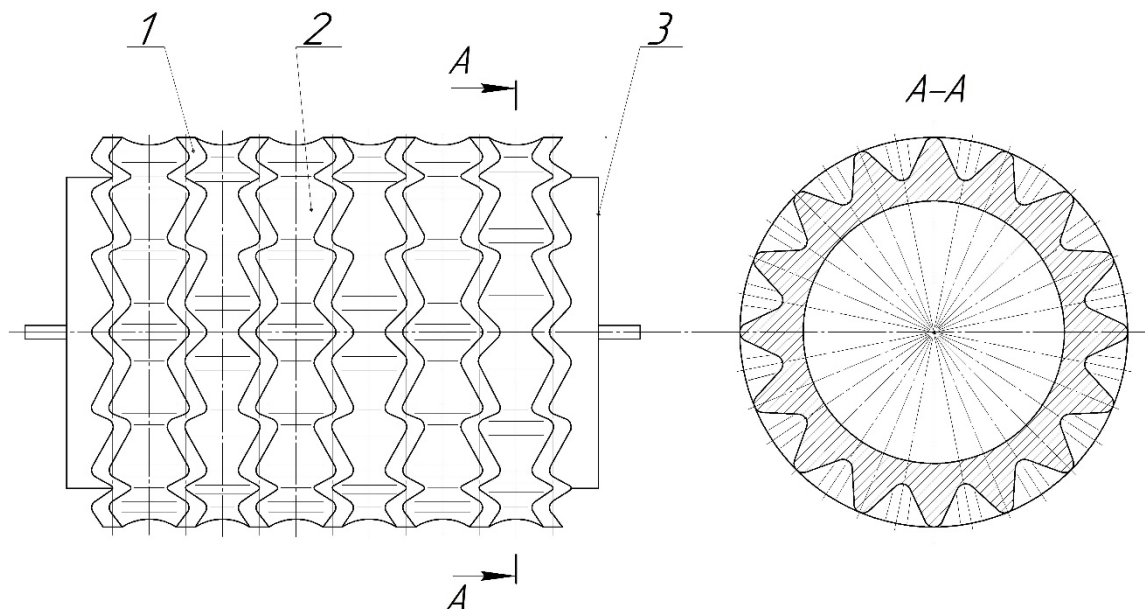


Рисунок 1 – Ущільнюючий коток для свіже підготовленого ґрунту

Джерело: розроблено авторами

Проведений аналіз конструкцій котків для ущільнення свіже підготовленого ґрунту показав, що подальшим перспективним напрямом удосконалення їх робочих елементів є використання комбінованих поверхонь складних геометричних форм. Метою комбінування, використання складних форм котків є намагання використати переваги та усунення, зменшення недоліків які притаманні різним їх типам. В основному у найпоширеніших видах будівельних котків використані дві форми складових - гладковальцева та кулачкова (кулькова).

Гладковальцева складова являє собою ту область котка де безпосередньо бічний профіль котка є зовнішньою поверхнею циліндра. Оскільки границі області кулачкової складової описані за допомогою розгортки бічного профілю котка де її межі являють собою дві гармонійні періодичні криві зсунуті одна відносно одної на пів періоду вздовж напрямку розгортки S та їх особистого напрямку то враховуючи умову постійного (незмінного тиску) гладковальцевої частини котка на поверхні ґрунту, що ущільнюється в залежності від кута повороту котка можна визначити період гармонійних кривих. Він повинен вміщувати цілочислену кількість разів в одне обертання котка (довжину кола по перерізу циліндру котка).

Розглянемо процес ущільнення ґрунту гладковальцевою складовою котка склавши схему рис.2.

Прийmemo наступні позначення:

- A - глибина ущільнення;
- $h + \Delta h$ - глибина деформації ґрунту при роботі котка;
- h - глибина деформації ґрунту після проходження котка;
- R - радіус гладковальцевої складової котка;

T - період гармонійних кривих якими описують межу гладковальцевої складової;

φ - кут сектора дії котка (миттєвий сектор робочої області гладковальцевої складової котка):

$$\varphi = 2 \cdot \arccos\left(\frac{R - \Delta h}{R}\right). \quad (1)$$

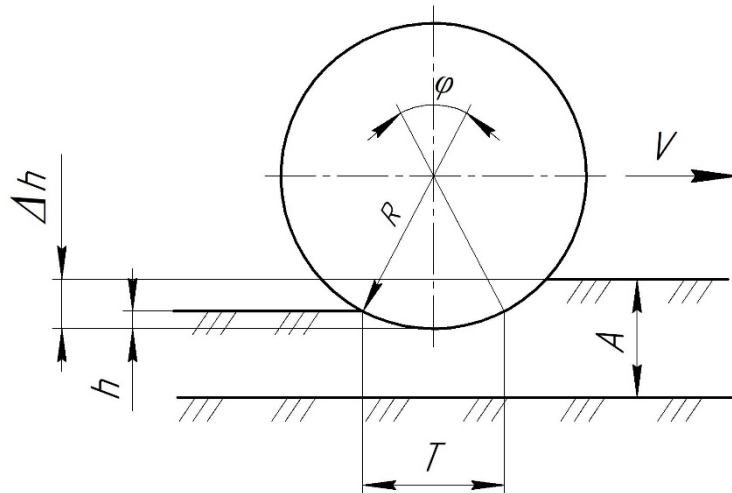


Рисунок 2 – Схема деформації ґрунту гладковальцевою складовою котка в процесі його ущільнення
Джерело: розроблено авторами

Розрахуємо кількість періодів вкладених в повний оберт котка:

$$n = \frac{2\pi}{2 \cdot \arccos\left(\frac{R - \Delta h}{R}\right)} = \frac{\pi}{\arccos\left(\frac{R - \Delta h}{R}\right)}. \quad (2)$$

Найменша кількість періодів вкладених в один оберт котка (повинна бути округлена до більшого):

$$N \approx n_+.$$

Тоді період:

$$T = R \cdot \frac{2\pi}{N} = \frac{2\pi R}{\left(\frac{\pi}{\arccos\left(\frac{R - \Delta h}{R}\right)} \right)_+}. \quad (3)$$

У нашому випадку кулачковою складовою котка є пази які виконані на поверхні циліндра тому їх дія в залежності від кута повороту котка має бути найбільш рівномірною. Тоді кількість пазів K в такому випадку повинна бути парною.

Представивши контактний (опорний) тиск P_K , як:

$$P_K = \frac{G}{F}, \quad (4)$$

де G - сила тяжіння: $G = mg$;

F - приведена площа опорної поверхні,

$$F = (K + 1) \cdot \left(\sqrt{2R \cdot \Delta h - \Delta h^2} \cdot b \right). \quad (5)$$

Розрахуємо робочу ширину міжпазової складової гладковальцевої частини котка (міжпазову відстань – між межами сусідніх пазів) b :

$$b = \frac{mg}{P_K \cdot (K+1) \cdot \sqrt{2R \cdot \Delta h - \Delta h^2}}. \quad (6)$$

Визначимо величину відстані між центрами пазів (рис.3):

$$l = \frac{L_k}{K+1}, \quad (7)$$

де L_k - ширина робочої поверхні котка по ширині розгортки L .

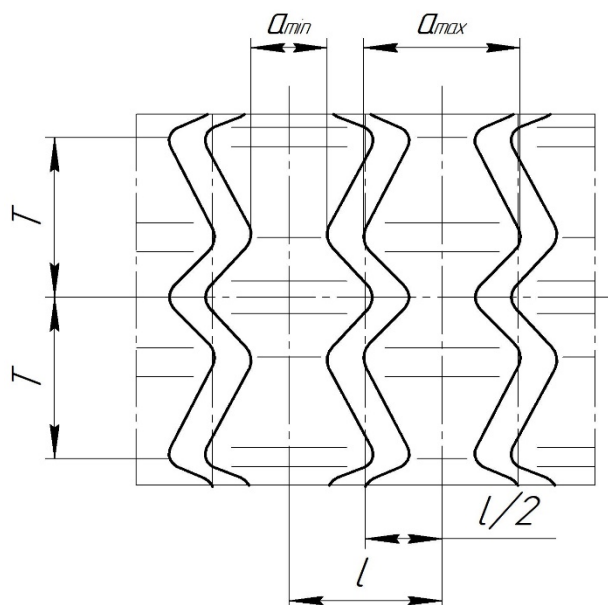


Рисунок 3 – Схема для визначення величин елементів поверхні котка

Джерело: розроблено авторами

Прийнявши за умову постійності форми пазу, який утворює поперечному перерізі до напрямку розгортки профіля котка півеліпс, ширина пазу в областях його максимального звуження та розширення:

$$a_{\min} = \frac{2 \cdot h_0}{k_e}; \quad (8)$$

$$a_{\max} = 2 \cdot l - 2 \cdot b - \frac{2 \cdot h_0}{k_e}, \quad (9)$$

де h_0 - базова глибина пазу (глибина в середині області максимального звуження пазу, вибирається в залежності від типу котка за навантаженням і може бути для легких, середніх і важких, згідно [21], відповідно $h_0 = 4 - 6 \text{ см}$; $h_0 = 6 - 10 \text{ см}$; $h_0 = 10 - 15 \text{ см}$);

k_e - еліптичність пазу (конструктивний параметр, яким задається форма пазу).

Глибина в середині області максимального розширення пазу:

$$h_{\max} = l \cdot k_e - b \cdot k_e - h_0 \quad (10)$$

Маючи розрахункові параметри котка та визначені умови роботи можемо побудувати поверхню відтиску після його проходу.

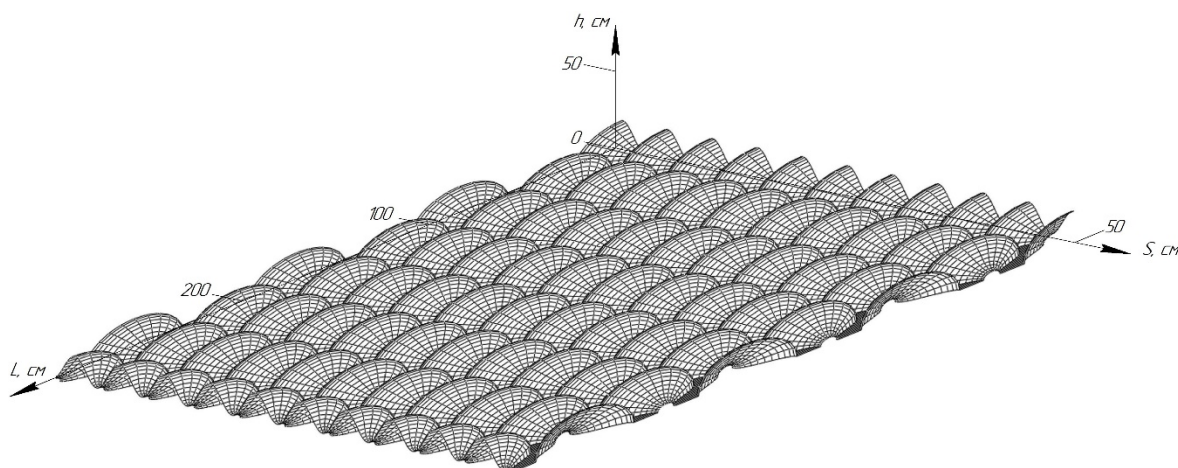


Рисунок 4 – Поверхня відтиску після проходу котка

Джерело: розроблено авторами

Як видно із отриманого, за умови розрахунку середнього за контактним тиском котка масою в 9 тон шириною робочої області котка в 3 м діаметром котка 1,4 м при шести пазах з еліптичністю 0,9 мінімальна та максимальна ширина пазу становитиме 0,1778 м та 0,5018 м, глибини пазів у відповідних місцях складатимуть 0,8 м та 0,2258 м, відстань між серединами (центрами) 0,4286 м, по циліндру котка вміститься 93 періоди. Таким чином наведена методика дозволяє розрахувати геометричні параметри котка для ущільнення свіже підготовленого ґрунту з врахуванням всього діапазону силового навантаження при проведенні операції ущільнення ґрунту під майбутній будівельний майданчик.

Висновки.

1. Аналіз виконання технологічного процесу сучасних котків для ущільнення свіже підготовленого ґрунту показав, що їх конструктивні особливості не забезпечують оптимального рівня щільності ґрунту по всій ширині та глибині захвату при мінімальній кількості проходів. У зв'язку з цим було запропоновано удосконалену конструкцію ґрунтового котка, а також розроблено математичну модель, що описує його роботу.

2. Запропонована математична модель вдосконаленого котка для ущільнення свіже підготовленого ґрунту дає змогу визначити розподіл питомого тиску залежно від конструктивних особливостей його елементів та фізико-механічних властивостей ґрунту.

3. Підвищена ефективність запропонованої конструкції котка досягається завдяки особливостям його робочої поверхні, які сприяють рівномірному ущільненню ґрунту по всій ширині захвату на максимальну глибину. Це дозволяє скоротити кількість проходів, необхідних для досягнення необхідної рівномірності ущільнення.

Список літератури

1. Лівінський О. М., Пшінько О. М., Савицький М. В., Курок О. І. та ін. Будівельні машини та обладнання : підручник. Київ : Українська академія наук ; МП Леся, 2015. 280 с.
2. Сукач М. К. Будівельні машини і обладнання : підручник. Київ : Ліра-К, 2016. 158 с.
3. Фомін А. В., Костенюк О. О., Тетерятник О. А., Боковня Г. І. Машини і обладнання для будівництва, утримання і ремонту доріг : навч. посіб. Київ : КНУБА, 2005. 125 с.
4. Кузенко Л. М., Кузенко Д. В., Вантух З. З., Панюра Я. Й. Дорожньо-будівельні машини : навч. посіб. Київ : Кондор, 2021. 236 с.
5. Баладінський В. Л., Назаренко І. І., Онищенко О. Г. Будівельна техніка. Київ, 2002. 462 с.

6. ДБН В.1.2-5:2007. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. Київ : Мінрегіонбуд України, 2007. 13 с.
7. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти будинків і споруд. Основні положення проектування : зі змінами № 1 і № 2. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 161 с.
8. ДБН В.2.3-4:2015. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Київ : Мінрегіонбуд України, 2015. 91 с.
9. Кушнар'ов А. С., Кочев В. І. Механіко-технологічні основи обробітку ґрунту. Київ : Урожай, 1989. 144 с.
10. Лютенко В. Є. Технічні засоби і методи підвищення ефективності ущільнення дорожніх покриттів котками на пневматичних шинах. Технології та механізація дорожньо-будівельних робіт. 2022. Вип. 31. С. 34–39.
11. Розвиток технологій дорожнього будівництва: сучасні тенденції / за ред. В. П. Мельника. Київ : НТУ, 2015. 256 с.
12. Трофименко М. С., Григорович О. В. Дорожні катки та їх застосування в Україні. Транспортні системи України. 2018. № 5. С. 27–33.
13. Хмара Л. А., Кравець С. В., Скоблюк М. П. та ін. Машина для земляних робіт : підручник / за заг. ред. Л. А. Хмари, С. В. Кравця. Харків : Фавор, 2014. 548 с.
14. Трофимов А. В., Іванченко О. В. Сучасні тенденції у виробництві дорожніх котків. Дорожні машини і механізми. 2016. № 4. С. 12–18.
15. Патент № 108147 Україна, МПК E01C 19/28 (2006.01). Ущільнюючий коток / Д. Ю. Артеменко, В. А. Настоящий, О. М. Антонюк. № u201511733 ; заявл. 27.11.2015 ; опубл. 11.07.2016, Бюл. № 13. 3 с.
16. Патент № 116937 Україна, МПК E01C 19/28 (2006.01). Ущільнюючий коток / Д. Ю. Артеменко, В. А. Настоящий, С. А. Мартиненко, О. М. Соколов, К. М. Процик. № u201712819 ; заявл. 22.12.2017 ; опубл. 25.05.2018, Бюл. № 10.
17. Патент № 133947 Україна, МПК E01C 19/28 (2006.01). Ущільнюючий коток / Д. Ю. Артеменко, В. А. Настоящий, В. В. Дарієнко, А. А. Тихий, О. О. Дарієнко. № u201811821 ; заявл. 16.11.2018 ; опубл. 25.04.2019, Бюл. № 8.
18. Литвиненко Т. В. Ущільнення ґрунтів дорожнього насипу за умови забезпечення їх тривалої міцності : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.11. Полтава : ПНТУ ім. Ю. Кондратюка, 2016. 210 с.
19. Зоценко М. Л., Коваленко В. І., Хілобок В. Г., Яковлев А. В. Інженерна геологія : механіка ґрунтів, основи і фундаменти : підручник. Київ : Вища школа, 1992. 408 с.
20. Артеменко Д. Ю., Онопа В. А., Кислун О. А., Муленко К. А. Теоретичне обґрунтування конструктивних особливостей котка для передпопівного обробітку ґрунту. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2023. Вип. 53. С. 3–15.
21. Автомобільні дороги : будівництво, ремонт, машини і механізми для виконання робіт : навч. посіб. : у 2 ч. Ч. 1 / Л. А. Хмара та ін. Київ ; Дніпропетровськ : НТУ–ПДАБА, 2011. 416 с.

References

1. Livinskyi, O.M., Pshinko, O.M., Savytskyi, M.V., Kurok, O.I., et al. (2015). *Budivel'ni mashyny ta obladnannia: pidruchnyk*. Kyiv: Ukrain's'ka akademiia nauk; MP Lesia [in Ukrainian].
2. Sukach, M.K. (2016). *Budivel'ni mashyny i obladnannia: pidruchnyk*. Kyiv: Lira-K [in Ukrainian].
3. Fomin, A.V., Kostenyuk, O.O., Teteriatnyk, O.A., Bokovnia, H.I. (2005). *Mashyny i obladnannia dlia budivnytstva, utrymannia i remontu dorih: navch. posib*. Kyiv: KNUBA [in Ukrainian].
4. Kuzenko, L.M., Kuzenko, D.V., Vantukh, Z.Z., Paniura, Ya.Yi. (2021). *Dorozhn'o-budivel'ni mashyny: navch. posib*. Kyiv: Kondor [in Ukrainian].
5. Baladynskyi, V.L., Nazarenko, I.I., Onyshchenko, O.H. (2002). *Budivel'na tekhnika*. Kyiv [in Ukrainian].
6. DBN V.1.2-5:2007. (2007). *Naukovo-tekhnichnyi suprovid budivel'nykh ob"iektiv*. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy [in Ukrainian].
7. DBN V.2.1-10:2009. (2012). *Osnovy ta fundamenti budynkiv i sporud. Osnovni polozhennia proektuvannia: zi zminamy № 1 i № 2*. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy [in Ukrainian].
8. DBN V.2.3-4:2015. (2015). *Sporudy transportu. Avtomobil'ni dorohy*. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy [in Ukrainian].
9. Kushnarov, A.S., Kochev, V.I. (1989). *Mekhaniko-tekhnologichni osnovy obrobittu gruntu*. Kyiv: Urozhai [in Ukrainian].
10. Liutenko, V.Ye. (2022). Tekhnichni zasoby i metody pidvyshchennia efektyvnosti ushchil'nennia dorozhnikh pokryttiv kotkami na pnevmatichnykh shynakh. *Tekhnologii ta mekhanizatsiia dorozhn'o-budivel'nykh robot*, (31), 34–39 [in Ukrainian].
11. Mel'nyk, V.P. (Ed.). (2015). *Rozvytok tekhnologii dorozhnoho budivnytstva: suchasni tendentsii*. Kyiv: NTU [in Ukrainian].

12. Trofymenko, M.S., Hryhorovych, O.V. (2018). Dorozhni katky ta yikh zastosuvannia v Ukraini. *Transportni systemy Ukrainy*, (5), 27–33 [in Ukrainian].
13. Khmara, L.A., Kravets', S.V., Skobliuk, M.P., et al. (2014). *Mashyny dlia zemlianykh robot: pidruchnyk*. L.A. Khmara, S.V. Kravets' (Eds.). Kharkiv: Favor [in Ukrainian].
14. Trofimov, A.V., Ivanchenko, O.V. (2016). Suchasni tendentsii u vyrobnytstvi dorozhnikh kotkiv. *Dorozhni mashyny i mekhanizmy*, (4), 12–18 [in Ukrainian].
15. Artemenko, D.Yu., Nastoiashchy, V.A., Antonyuk, O.M. (2016). Ushchil'niuiuchy kotok. Patent No. 108147, Ukraine. Bulletin No. 13, July 11 [in Ukrainian].
16. Artemenko, D.Yu., Nastoiashchy, V.A., Martynenko, S.A., Sokolov, O.M., Protsyk, K.M. (2018). Ushchil'niuiuchy kotok. Patent No. 116937, Ukraine. Bulletin No. 10, May 25 [in Ukrainian].
17. Artemenko, D.Yu., Nastoiashchy, V.A., Dariienko, V.V., Tykhyi, A.A., Dariienko, O.O. (2019). Ushchil'niuiuchy kotok. Patent No. 133947, Ukraine. Bulletin No. 8, April 25 [in Ukrainian].
18. Lytvynenko, T.V. (2016). *Ushchil'nennia gruntiv dorozhnogo nasypu za umovy zabezpechennia yikh tryvaloi mitsnosti: dys. ... kand. tekhn. nauk: 05.23.11*. Poltava: PNTU im. Yu. Kondratiuka [in Ukrainian].
19. Zotsenko, M.L., Kovalenko, V.I., Khilobok, V.H., Yakovlev, A.V. (1992). *Inzhenerna heolohiia: mekhanika gruntiv, osnovy i fundamente: pidruchnyk*. Kyiv: Vyshcha shkola [in Ukrainian].
20. Artemenko, D.Yu., Onopa, V.A., Kyslun, O.A., Mulyenko, K.A. (2023). Teoretychne obgruntuvannia konstruktyvnykh osoblyvostei kotka dlia peredposivnogo obrobittu gruntu. *Konstruivannia, vyrobnytstvo ta ekspluatatsiia sil'skohospodars'kykh mashyn*, (53), 3–15 [in Ukrainian].
21. Khmara, L.A., et al. (2011). *Avtomobil'ni dorohy: budivnytstvo, remont, mashyny i mekhanizmy dlia vykonannia robot: navch. posib. u 2 ch. Ch. 1*. Kyiv; Dnipro: NTU–PDABA [in Ukrainian].

**Vladyslav Nastoiashchy, Prof., PhD tech. sci., Dmytro Artemenko, Assoc. Prof., PhD tech. sci.,
Oleh Kyslun, Assoc. Prof., PhD tech. Sci, Viktor Dariienko, Assoc. Prof., PhD tech. sci.,
Ivan Skrynnik, Assoc. Prof., PhD tech. sci.**

Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine

Rationale for the Design of a Roller for Compacting Freshly Prepared Soil on a Site for Future Construction

The paper shows the results of exploratory scientific and theoretical research into the design features of a roller for compacting freshly prepared soil at a site for future construction. During the analysis of the designs of existing rollers, it was found that they do not fully meet the requirements for uniform soil compaction along the depth and width of the working part of the roller. It was found that the uniformity of soil compaction can be significantly affected by the configuration of the outer working surface of the roller in the plane of movement. Therefore, optimizing the design of the working surface of the roller will significantly affect the quality of compaction, and further development of new designs of the working surfaces of rollers for soil compaction is an urgent task.

The analysis of the designs of rollers for compacting freshly prepared soil showed that a further promising direction for improving their working elements is the use of combined surfaces of complex geometric shapes. The purpose of combining, using complex forms of rollers is to try to use the advantages and eliminate, reduce the disadvantages inherent in their different types. For this purpose, a new roller was proposed, designed for high-quality compaction of freshly prepared soil to the maximum depth in the minimum number of passes. The compacting roller has an outer cylindrical surface in which grooves of a complex geometric profile are made in the form of two harmonic periodic curves, which make it possible to smoothly distribute the load from the roller's action on the soil.

Using mathematical modeling, the process of interaction of the roller with the soil environment was studied. It was determined that the main factors influencing the compaction process are the design of the working part and the physical and mechanical properties of the soil. It was established that the nature of the distribution of specific pressure under the working surface of the roller corresponds to its design features. The effectiveness of the proposed design of the roller for compacting freshly prepared soil is ensured by the fact that the design of its working surface allows for uniform compaction of the soil across the width of the roller's grip to the maximum depth and reduces the number of roller passes to ensure the required uniformity of compaction.

soil compaction, soil roller, working surface of the roller, mathematical model of the interaction of the roller with the soil

Одержано (Received) 28.03.2025

Прорецензовано (Reviewed) 14.04.2025

Прийнято до друку (Approved) 22.04.2025