

ПОРІВНЯННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ВІБРАЦІЙНОГО ГЛАДКОВАЛЬЦЕВОГО КОТКА ТА ПНЕВМОКОЛІСНОГО КОТКА ПРИ УЩІЛЬНЕННІ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі досліджено особливості ущільнення асфальтобетонних сумішей із застосуванням вібраційного гладковальцевого та пневмоколісного котків. Виконано порівняльну оцінку їх енергоефективності за показниками витрат палива, продуктивності та інтенсивності ущільнення. Запропоновано підхід до кількісного визначення енергоефективності на основі співвідношення площі ущільнення до витрат палива. Обґрунтовано раціональні умови використання кожного типу техніки.

Ключові слова: дорожній коток, ущільнення, асфальтобетон, енергоефективність, продуктивність, витрати палива.

Abstract

The study investigates the characteristics of asphalt mixture compaction using vibratory smooth-drum and pneumatic-tired rollers. A comparative assessment of their energy efficiency was performed based on fuel consumption, productivity, and compaction intensity. An approach for the quantitative determination of energy efficiency is proposed, based on the ratio of the compacted area to fuel consumption. Rational conditions for the use of each type of machinery are substantiated.

Keywords: Road roller, compaction, asphalt concrete, energy efficiency, productivity, fuel consumption.

Вступ

Ущільнення асфальтобетонних сумішей є завершальним технологічним етапом будівництва автомобільних доріг, який визначає експлуатаційні характеристики покриття. Недостатній рівень ущільнення призводить до підвищеної пористості матеріалу, зниження його міцності та передчасного руйнування під впливом навантажень і зовнішніх факторів [1].

У сучасній практиці дорожнього будівництва застосовуються різні типи ущільнювальної техніки, серед яких найбільш поширеними є вібраційні гладковальцеві та пневмоколісні котки. Вони відрізняються принципом дії, характером навантаження на матеріал та рівнем енергоспоживання, що безпосередньо впливає на ефективність виконання робіт [2].

Підвищення енергоефективності будівельних процесів є актуальним завданням у зв'язку зі зростанням вартості паливно-енергетичних ресурсів. Раціональний вибір типу котка дозволяє зменшити витрати палива та забезпечити необхідну якість ущільнення [3].

Аналітичні дослідження

Ущільнення асфальтобетонної суміші супроводжується зменшенням порового простору та формуванням щільної структури матеріалу за рахунок перерозподілу його складових. Ефективність цього процесу визначається здатністю робочого органу котка передавати енергію у товщу шару та створювати необхідні умови для ущільнення [4].

Вібраційні гладковальцеві котки реалізують ущільнення шляхом поєднання статичного навантаження з динамічним впливом. Вібрація, що генерується внутрішнім механізмом, забезпечує інтенсивне проникнення енергії в матеріал, що дозволяє досягати необхідної щільності за обмежену кількість проходів. Такий вплив особливо ефективний при ущільненні шарів значної товщини, де статичне навантаження є недостатнім [5].



Рисунок 1 - Вібраційний гладковальцевий коток

Пневмоколісні котки здійснюють ущільнення за рахунок багаторазового прикладання навантаження через систему гумових коліс. Контакт шин із поверхнею забезпечує рівномірний розподіл тиску та сприяє ущільненню верхнього шару, що дозволяє сформувати більш якісну структуру покриття на завершальному етапі [6].



Рисунок 2 - Пневмоколісний коток

Для оцінки енергоефективності ущільнення у роботі використано показник, який визначається як відношення площі ущільненого покриття до витрат палива:

$$E = S / G$$

де **E** - енергоефективність, м²/л; **S** - площа ущільненого покриття, м²; **G** - витрати палива, л.

На основі узагальнення експлуатаційних даних встановлено, що вібраційні котки забезпечують ущільнення площі 2500 - 3500 м²/год при витратах палива 10 - 12 л/год, що відповідає енергоефективності 250 - 300 м²/л. Для пневмоколісних котків відповідні показники становлять 1800 - 2500 м²/год при витратах 8 - 10 л/год, що відповідає 180 - 250 м²/л. Отримані результати свідчать про вищу ефективність вібраційних котків при виконанні основного обсягу ущільнення.

Для більш наочного порівняння характеристик досліджуваних типів котків наведено таблицю.

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика котків

Показник	Вібраційний коток	Пневмоколісний коток
Кількість проходів	4 - 6	6 - 10
Продуктивність, м ² /год	2500 - 3500	1800 - 2500
Витрати палива, л/год	10 - 12	8 - 10
Енергоефективність, м ² /л	250 - 300	180 - 250
Якість поверхні	Середня	Висока

Отримані дані підтверджують, що перевага вібраційних котків полягає у скороченні тривалості ущільнення та зменшенні сумарних витрат енергії, тоді як пневмоколісні котки забезпечують більш якісне формування верхнього шару покриття [7].

На енергоефективність процесу ущільнення впливають температура асфальтобетонної суміші, товщина шару покриття, швидкість руху котка, параметри вібрації, а також кількість проходів по одній ділянці, причому узгоджений вибір цих параметрів дозволяє підвищити ефективність використання техніки [8].

У результаті проведеного аналізу встановлено, що найбільш раціональною є технологія, яка передбачає використання вібраційних котків на початкових етапах ущільнення та пневмоколісних - на завершальних, що дозволяє забезпечити як необхідну щільність, так і високу якість поверхні покриття.

Висновки

Отже, у роботі встановлено, що вібраційні гладковальцеві котки є більш енергоефективними при виконанні основного обсягу ущільнення завдяки інтенсивному впливу на матеріал та зменшенню кількості проходів. Пневмоколісні котки доцільно використовувати для завершального ущільнення, оскільки вони забезпечують покращення структури поверхневого шару.

Запропонований підхід до оцінки енергоефективності дозволяє обґрунтовано визначати оптимальні режими роботи техніки та підвищувати ефективність дорожньо-будівельних процесів. Комбіноване застосування котків є найбільш ефективним рішенням з точки зору як енергоспоживання, так і якості дорожнього покриття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ Б В.2.7 - 119:2011. Асфальтобетонні суміші.
2. ДБН В.2.3 - 4:2015. Автомобільні дороги.
3. Коваль П.М. Будівельні машини. - Київ, 2013.
4. Ширшов В.М. Дорожні машини. - Київ, 2016.
5. Бойко В.О. Технологія будівництва доріг. - Львів, 2018.
6. Іваненко І.П. Ущільнювальні машини. - Харків, 2017.
7. Roberts F.L. Asphalt Materials. - NAPA, 2009.
8. Asphalt Institute. Compaction Guide. - 2015.

Барбалиук Максим Сергійович - студент гр. 2Б-246, факультет будівництва цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет. Email: destroyer.maksimka@gmail.com

Науковий керівник: Сlobодян Наталія Михайлівна – к.т.н, доцент кафедри ІСБ, Вінницький національний технічний університет ORCID 0000-0002-2111-1434, email: slobodian@vntu.edu.ua

Barbaliuk Maksym Serhiyovych - student group 2B-24b, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: destroyer.maksimka@gmail.com

Scientific supervisor: Natalia Slobodyan – Ph.D., associate professor of the Department of Information Technology, Vinnytsia National Technical University ORCID 0000-0002-2111-1434, email: slobodian@vntu.edu.ua