

Дослідження будівельних машин для розробки ґрунту

Максим Король, студент¹ (ORCID: 0009-0003-9361-6380),
Костянтин Скобліков, студент¹ (ORCID: 0009-0001-3919-0839)

¹ Київський національний університет будівництва і архітектури, Україна

АНОТАЦІЯ

У тезах розглянуто основні типи будівельних машин для розробки ґрунтів: екскаватори, бульдозери, скрепери та грейдери. Проаналізовано їхні конструктивні особливості, сфери застосування та методи оцінювання продуктивності. Наведено формули для визначення обсягів робіт і приклад розрахунку продуктивності екскаватора.

Ключові слова: екскаватор, бульдозер, скрепер, грейдер, продуктивність, ґрунт.

1. ВСТУП

Земляні роботи є одними з наймасштабніших і найбільш трудомістких процесів у будівельному виробництві. Вони передбачають розробку, переміщення та укладання великих обсягів ґрунтів різних категорій, що без застосування спеціалізованих машин практично неможливо здійснити у визначені строки. Будівельні машини для розробки ґрунтів, зокрема екскаватори, бульдозери, скрепери та грейдери, забезпечують механізацію цих процесів і формують основу сучасної технології виконання земляних робіт.

Розвиток машинобудування дозволив створити широкий спектр техніки для різних умов: від малогабаритних екскаваторів для міських забудов до потужних кар'єрних машин, здатних розробляти найскладніші ґрунти. Кожен тип машин має свої конструктивні особливості, сферу застосування та продуктивність, що визначає доцільність його використання у конкретних умовах будівництва.

Окремої уваги потребує питання вибору оптимального парку машин залежно від категорії ґрунту, відстані транспортування, вимог до точності планування та економічної ефективності. Дослідження параметрів роботи землерийних машин дає змогу здійснювати попередні техніко-економічні розрахунки, прогнозувати продуктивність і оптимізувати технологію виконання земляних робіт.

Крім того, сучасний етап розвитку будівельної техніки характеризується активним впровадженням автоматизованих систем керування, використанням GPS-навігації та цифрових технологій для моніторингу процесів. Це дозволяє підвищити точність розробки ґрунтів, зменшити витрати пального та знизити негативний вплив на довкілля.

Таким чином, аналіз і дослідження машин для розробки ґрунту є актуальною науково-практичною задачею, що забезпечує підвищення ефективності будівельного виробництва та розвиток сучасних підходів у механізації земляних процесів.

2. ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1. Класифікація машин для розробки ґрунтів

Будівельні машини для розробки ґрунтів можна поділити за рядом ознак:

- *За принципом дії:*

Машини циклічної дії – виконують робочий процес окремими циклами (екскаватори з ковшем, скрепери, драглайни).

Машини безперервної дії – розробляють і переміщують ґрунт постійно під час руху (бульдозери, грейдери, роторні екскаватори).

- *За способом розробки ґрунту:*

Вирізання та різання – бульдозери, грейдери.

Відкопування та виїмка – екскаватори (пряма/зворотна лопата, драглайн, багатоковшові).

Зрізання й переміщення з транспортуванням – скрепери.

Вибіркове розроблення та профілювання – грейдери, планувальники.

- *За областю застосування:*

Універсальні машини – екскаватори, що можуть працювати з різним змінним обладнанням (ковші, гідромолоти, планувальні відвали).

Спеціалізовані машини – скрепери для масових земляних робіт, грейдери для дорожнього будівництва, траншейні екскаватори для комунікацій.

- *За видом ходового обладнання:*

Колісні машини – відрізняються високою маневровістю, швидкістю пересування, зручні для будівельних майданчиків із твердим покриттям.

Гусеничні машини – мають кращу прохідність, здатні працювати на слабких ґрунтах і складному рельєфі, але менш швидкі у переміщенні.

- *За масштабом робіт:*

Малогабаритні (міські) машини – мініекскаватори, міні-навантажувачі, що зручні в умовах обмежених просторів.

Середні машини – універсальні екскаватори, бульдозери для типових будівельних майданчиків.

Великогабаритні (кар'єрні) машини – екскаватори-драглайни, роторні екскаватори, скрепери великої місткості.

- *За видом приводу:*

Дизельні машини – традиційні, з високою автономністю.

Електричні та гібридні машини – сучасні рішення для зменшення витрат пального та екологічних викидів.

2.2. Розрахунок основних параметрів будівельних машин

При виборі та експлуатації будівельних машин важливим є визначення їхніх основних параметрів, які дозволяють оцінити ефективність застосування у конкретних умовах. Нижче наведені базові формули для розрахунку продуктивності екскаватора, бульдозера та скрепера.

2.2.1. Продуктивність екскаватора

$$Q_{ек} = (3600 \cdot V_k \cdot k_n \cdot k_t) / t_{ц}, \quad (1)$$

де V_k – об'єм ковша, m^3 ; k_n – коефіцієнт наповнення ковша; k_t – коефіцієнт використання часу; $t_{ц}$ – тривалість циклу, с.

2.2.2. Продуктивність бульдозера

$$Q_b = (60 \cdot V_p \cdot k_n \cdot k_t) / t_{ц}, \quad (2)$$

де V_p – об'єм призми волочиння, m^3 ; k_n – коефіцієнт наповнення; k_t – коефіцієнт використання часу; $t_{ц}$ – тривалість циклу, хв.

2.2.3. Продуктивність скрепера

$$Q_c = (3600 \cdot V_k \cdot k_n \cdot k_t) / t_{ц}, \quad (3)$$

де V_k – об'єм ковша (короба) скрепера, m^3 ; k_n – коефіцієнт наповнення; k_t – коефіцієнт використання часу; $t_{ц}$ – тривалість циклу, с.

2.2.4. Приклад розрахунку

Для екскаватора з ковшем $V_k = 1.25 m^3$, коефіцієнтами $k_n = 0.9$, $k_t = 0.8$ та тривалістю циклу $t_{ц} = 25$ с, продуктивність складе:

$$Q_{ек} = (3600 \cdot 1.25 \cdot 0.9 \cdot 0.8) / 25 = 130 m^3/год.$$

2.3. Сучасні тенденції

Сучасний розвиток будівельної техніки характеризується впровадженням інноваційних рішень, що спрямовані на підвищення ефективності, екологічності та цифрової інтеграції процесів. Серед ключових тенденцій можна виділити такі:

- Використання систем GPS та GNSS-навігації.

Машини обладнують комплексами супутникового позиціонування, що дозволяє виконувати земляні роботи з високою точністю. Це особливо важливо при будівництві доріг, аеродромів і об'єктів інфраструктури, де необхідно дотримуватися точних проектних відміток.

- Автоматизовані та дистанційні системи керування.

Використання сенсорів і комп'ютерних алгоритмів дозволяє автоматизувати операції копання, планування та профілювання. Застосовуються системи дистанційного управління, що підвищують безпеку робіт у небезпечних зонах (наприклад, при розробці нестабільних ґрунтів чи на гірничих кар'єрах).

- Гібридні та електричні приводи.

Прагнення до зменшення витрат пального та шкідливих викидів стимулює виробників переходити до гібридних та повністю електричних машин. Це особливо актуально для

роботи в міських умовах та закритих приміщеннях, де рівень викидів і шуму має бути мінімальним.

- Інтеграція у цифрові системи управління будівництвом.

Сучасні будівельні компанії впроваджують системи BIM (Building Information Modeling), які дозволяють інтегрувати дані з машин безпосередньо у загальну модель об'єкта. Це забезпечує прозорість матеріальних потоків, оперативний контроль виконання робіт та підвищує загальну ефективність управління проектом.

- Ергономіка та безпека.

Сучасні машини проектуються з урахуванням зручності для оператора: поліпшені кабіни з клімат-контролем, низький рівень шуму та вібрацій, панорамний огляд. Паралельно впроваджуються системи активної безпеки: датчики наближення, камери кругового огляду, автоматичне гальмування.

Таким чином, сучасні тенденції у розвитку будівельних машин для розробки ґрунтів спрямовані на поєднання високої продуктивності з точністю, енергоефективністю, екологічністю та інтегрованістю у цифрові системи управління будівництвом.

ВИСНОВОК

1. Будівельні машини для розробки ґрунтів забезпечують механізацію ключових процесів земляних робіт.
2. Наведені формули дозволяють здійснювати інженерні розрахунки продуктивності й оптимізувати вибір техніки.
3. Подальший розвиток спрямований на підвищення енергоефективності та цифровізацію управління.

Список літератури

- [1] Білякович М. О. Будівельні машини: навчальний посібник. Київ : Вища школа, 2010. 215 с.
- [2] Ковальчук О. В., Петренко М. С. Будівельні та дорожні машини: Конструкція, експлуатація та технічне обслуговування. Львів : Світ, 2019. 356 с.
- [3] Мельник В. П. Експлуатація і продуктивність будівельних машин. Київ : КНУБА, 2018. 240 с.
- [4] Гринько А. О., Шевченко І. М. Машини для земляних і вантажно-розвантажувальних робіт : навчальний посібник. Харків : ХНУБА, 2021. 298 с.

ⁱ Робота виконана під керівництвом Миколи Ручинського, проф., проф. кафедри МОП.