

УДК 621.879.326

## УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ЕКСКАВАТОРІВ

ШАТОВ С. В.<sup>1\*</sup>, *д.т.н., доц.*,  
ХМАРА Л. А.<sup>2</sup>, *д.т.н., проф.*,  
СУХОДОЄВ Б. О.<sup>3</sup>, *магістрант*

<sup>1\*</sup> Кафедра будівельних та дорожніх машин, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, Україна, 49600, тел. +38 (056) 756-33-47, e-mail: shatov.sv@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

<sup>2</sup> Кафедра будівельних та дорожніх машин, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (05) 756-34-29, e-mail: LEONIDKHMARA@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302

<sup>3</sup> Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, Україна, 49600, тел. +38 (056) 756-33-47, кафедра будівельних і дорожніх машин

**Анотація.** *Постановка проблеми.* У багатьох випадках зведення будівельних об'єктів пов'язано з виконанням земляних робіт одноковшовими екскаваторами. Процес розробки ґрунтів полягає у його різанні, заповненні ківша та переміщенні ґрунту у зоні дії робочого обладнання екскаватора. Розвантаження виконується у відвал або у транспортний засіб. Робочий цикл екскаватора передбачає виконання основної технологічної операції (розробка ґрунту) та допоміжних операцій з переміщення ґрунту і повернення обладнання до місця розробки середовища. **Мета.** Розробка пропозицій з удосконалення конструкції вакуумних екскаваторів для підвищення ефективності процесу розробки різних видів матеріалів. **Висновок.** Найбільш поширеними машинами, які використовують для земляних робіт є одноковшеві екскаватори. Виконаний огляд сучасних екскаваторів. Підвищити продуктивність екскаваторів можливо за рахунок скорочення часу на допоміжні операції робочого циклу. Розглянута конструкція та дія нового типу екскаваторів – вакуумного, основним недоліком яких є неможливість розробки міцних та мерзлих ґрунтів. Розроблена удосконалена конструкція вакуумного екскаватора з додатковим обладнанням для розробки різних типів ґрунтів.

*Ключові слова:* земляні роботи, одноковшевий екскаватор, вакуумний екскаватор

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ЭКСКАВАТОРОВ

ШАТОВ С. В.<sup>1\*</sup>, *д.т.н., доц.*,  
ХМАРА Л. А.<sup>2</sup>, *д.т.н., проф.*,  
СУХОДОЄВ Б. О.<sup>3</sup>, *магістрант*

<sup>1\*</sup> Кафедра строительных и дорожных машин, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, Украина, 49600, тел. +38 (056) 756-33-47, e-mail: shatov.sv@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

<sup>2</sup> Кафедра строительных и дорожных машин, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (056) 756-34-29, e-mail: LEONIDKHMARA@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302

<sup>3</sup> Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, Украина, 49600, тел. +38 (056) 756-33-47, кафедра строительных и дорожных машин

**Аннотация.** *Постановка проблемы.* Во многих случаях возведение строительных объектов связано с выполнением земляных работ одноковшовыми экскаваторами. Процесс разработки ґрунтов заключается в его резании, заполнении ковша и перемещении ґрунта в зоне действия рабочего оборудования экскаватора. Разгрузка выполняется в отвал или в транспортное средство. Рабочий цикл экскаватора предусматривает выполнение основной технологической операции (разработка ґрунта) и вспомогательных операций с перемещения ґрунта и возвращения оборудования к месту разработки среды. **Цель.** Разработка предложений по усовершенствованию конструкции вакуумных экскаваторов для повышения эффективности процесса разработки разных видов материалов. **Вывод.** Наиболее распространенными машинами, которые используются для земляных работ, являются одноковшовые экскаваторы. Выполненный обзор современных экскаваторов. Повысить производительность экскаваторов возможно за счет сокращения времени на вспомогательные операции рабочего цикла. Рассмотрена конструкция и действие нового типа экскаваторов - вакуумного, основным недостатком которых является невозможность разработки прочных и мерзлых ґрунтов. Разработана усовершенствованная конструкция вакуумного экскаватора с дополнительным оборудованием для разработки разных типов ґрунтов.

*Ключевые слова:* земляные работы, одноковшовый экскаватор, вакуумный экскаватор

## IMPROVEMENT OF CONSTRUCTION OF POWER-SHOVELS

SHATOV S. V.<sup>1\*</sup>, *Dr. Sc., As. Prof.*,  
KHMARA L. A.<sup>2</sup> *Dr. Sc., Prof.*,  
SUCHODOEV B. A.<sup>3</sup>, *master*

<sup>1\*</sup> Department build and road wave, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, тел. +38 (056) 756-33-47, e-mail: shatov.sv@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

<sup>2</sup> Department build and road wave, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, тел. +38 (056) 756-34-29, e-mail: LEONIDKHMARA@yahoo.com, ORCID ID: 0000-0003-3050-9302

<sup>3</sup> State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (056) 756-33-47, Building and road department

**Summary. Raising of problem** In many cases erection of building objects is related to implementation of earthmovings single-bucket power-shovels. A development of soils process consists in his cutting, filling of scoop and moving of soil in the area of action of working equipment of power-shovel. Unloading is executed in a dump or in a transport vehicle. The duty cycle of power-shovel foresees implementation of basic technological operation (development of soil) and auxiliary operations from moving of soil and returning of equipment to the place of development of environment. **Purpose.** of suggestions on the improvement of construction of vacuum power-shovels for the increase of efficiency of development of different types of materials process. **Conclusion.** The most widespread machines which are used for earthmovings are single-bucket power-shovels. Executed review of modern power-shovels. To promote the productivity of power-shovels possibly due to reduction of time on the auxiliary operations of duty cycle. A construction and action of new type of power-shovels are considered - vacuum, the basic lack of which is impossibility of development of durable and frozen soils. The improved construction of a vacuum power-shovel is worked out with an additional equipment for development of different types of soils.

**Keywords:** earthmovings, single-bucket power-shovel, vacuum power-shovel

**Проблема.** У багатьох випадках зведення будівельних об'єктів пов'язано з виконанням земляних робіт. Найбільш поширеними машинами, які використовують для цих робіт є однокішєві екскаватори. Процес розробки ґрунтів полягає у його різанні, заповненні ківша та переміщенні ґрунту у зоні дії робочого обладнання екскаватора. Розвантаження виконується у відвал або у транспортний засіб. Робочий цикл екскаватора передбачає виконання основної технологічної операції (розробка ґрунту) та допоміжних операцій з переміщення ґрунту і повернення обладнання до місця розробки середовища. Підвищити продуктивність екскаваторів можливо за рахунок скорочення часу на допоміжні операції робочого циклу. Тому удосконалення конструкції екскаваторів з метою підвищення ефективного їх використання є актуальною науково - технічною проблемою.

**Аналіз публікацій.** Розвиток конструкцій однокішєвих екскаваторів відбувається більше століття [3; 6]. Великомасштабне використання екскаваторів з паровим приводом та на залізничному ходовому обладнанні мало місце при будівництві Панамського каналу на початку XIX століття.

Сучасні однокішєві екскаватори [4; 5] мають різні види силових агрегатів – двигуни внутрішнього згорання (найпоширеніші), електричні та комбіновані (дизель – електричні).

Однокішєві екскаватори можуть виготовлятися з різним способом виконання робочого обладнання (ківша, рукояті, стріли): гнучким – канатні

екскаватори (рис. 1, а), жорстким (рис. 1, б) та телескопічним (рис. 1, в). Останні два типи використовуються найчастіше.

В залежності від видів робіт, технологічних вимог та середовища, яке розроблюється, однокішєві екскаватори можуть оснащатися різними видами робочих органів (більше сорока). Для розробки ґрунтів використовуються: пряма (рис. 1, а) та зворотна (рис. 1, б) лопати, драглайн (рис. 1, г), грейфер, шнек (рис. 1, ж). Кожний вид обладнання має свою сферу використання: пряма лопата дозволяє виконувати розробку ґрунтів вище рівня стоянки екскаватора; зворотна лопата – нижче рівня стоянки екскаватора; драглайн забезпечує збільшення робочої зони та можливість планування відкосів земляних споруд; грейфер дозволяє виконувати вантажно-розвантажувальні роботи та вертикальні виїмки у ґрунті; за допомогою шнека екскаватори виконують різноманітні свердловини.

На окремих екскаваторах встановлюють бульдозерний відвал (рис. 1, б, ж, к), який забезпечує планування місця для встановлення і роботи екскаватора, а також для підвищення його стійкості.

Для схоплення різних вантажів та їх транспортування на необхідну відстань використовується шелепний ківш навантажувального обладнання (рис. 1, д), яке встановлюється з протилежної сторони відносно екскаваторного обладнання. Шелепний ківш дозволяє виконувати роботи, як з окремими вантажами, так з сипкими матеріалами.



Ходове обладнання екскаваторів забезпечує їх переміщення на майданчику та перебазування на інший об'єкт (колісні), а також такі властивості, як стійкість, маневрування у стиснених умовах, проходимість на слабких ґрунтах та передачу маси машини і робочих навантажень на опорну поверхню.

Найбільш поширеними типами ходового обладнання екскаваторів є гусеничне (рис. 1, а, в, г) та колісне [1; 2]. Останній тип ходового обладнання

може бути пневмоколісним (рис. 1, б, к), автотракторним (рис. 1, д та рис. 2, а) та на базі вантажних автомобілів (рис. 2, б). Крім того, екскаватори можуть мати ходового обладнання: крокуюче, плавуче та причіпне (рис. 2, в).

Для виконання невеликих за обсягом робіт та для експлуатації у стиснених умовах використовують міні-екскаватори (рис. 1, ж та рис. 2, в).



Рис. 2. Ходове обладнання екскаваторів:  
а – автотракторне; б – автомобільне; в – причіпне

Всі розглянуті одноківшеві екскаватори відносяться до машин циклічної дії, в яких основна операція (копання ґрунту) відбувається через визначений час, що зменшує продуктивність цих машин. Цей недолік усуває новий тип екскаватора вакуумного типу [7; 8]. Така техніка (рис. 3) виконується на базі вантажного автомобіля та має вакуумний насос, всмоктуючий патрубок з трубопроводом та маніпулятор. За рахунок роботи вакуумного насоса, середовище (ґрунт, щебінь) втягується патрубком у трубопровід та

транспортується у кузов автомобіля або у інше місце розвантаження. Маніпулятор на поворотній колонці забезпечує розташування всмоктуючого патрубку улюбій точці робочої зони машини, а також дозволяє виконувати роботи під існуючими конструкціями (рис. 3, б). Глибина занурення робочого обладнання у середовище, яке розроблюється, може складати до 30 м. Такий екскаватор відноситься до машин неперервної дії, коли розробка та транспортування ґрунту відбувається одночасно. Недоліком є неможливість розробки міцних та мерзлих ґрунтів.

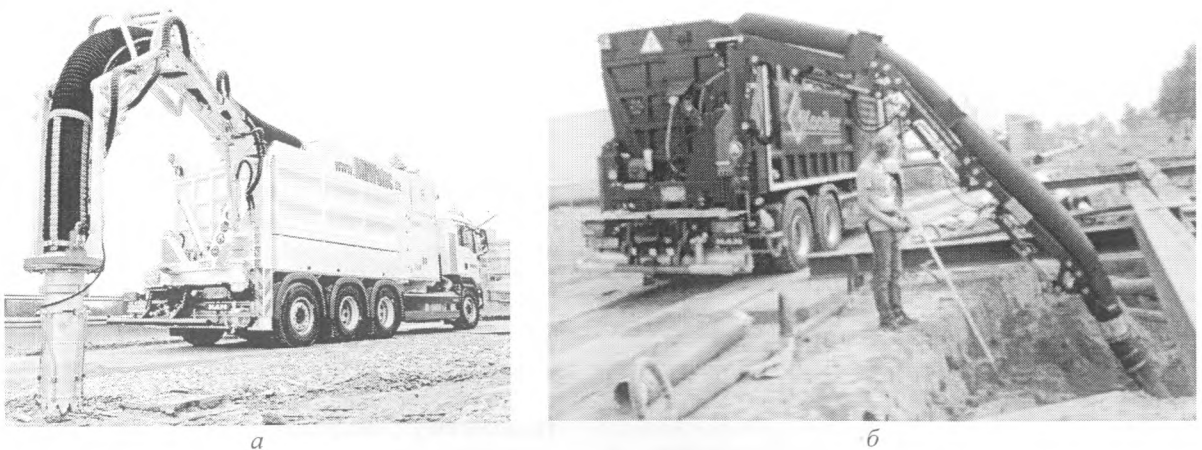


Рис. 3. Вакуумний екскаватор:  
а – загальний вигляд; б – виконання робіт



**Метою** досліджень є розробка пропозицій з удосконалення конструкції вакуумних екскаваторів для підвищення ефективності процесу розробки різних видів матеріалів.

**Результати дослідження.** Розроблена конструкція вакуумного екскаватора 8 (рис. 4), яка містить вакуумний насос 6, трубопроводи 4 і 9, всмоктуючий патрубок 3, гідромолот 5 та система керування його положенням.

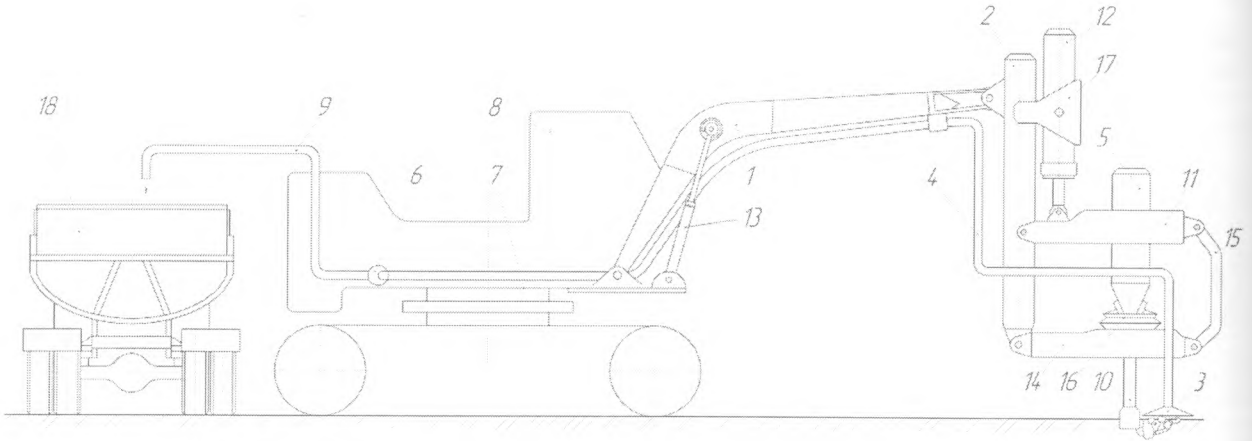


Рис. 4. Удосконалена конструкція вакуумного екскаватора:

1 - стріла; 2 - рукоять; 3 - всмоктуючий патрубок; 4 - трубопровід; 5 - гідромолот; 6 - вакуумний насос; 7 - платформа; 8 - екскаватор; 9 - трубопровід; 10 - інструмент; 11 - кронштейн; 12, 13 - гідроциліндри; 14 - опора; 15 - важіль; 16 - ущільнення; 17 - кронштейн; 18 - транспортний засіб

Робоче обладнання представлено на рисунку 5. Воно включає стрілу 1, рукоять 2 та патрубок 3.

та через підшипник 9 на допоміжній опорі 10. Кронштейн 7 та допоміжна опора 10 з'єднані важелем 11. У місці виходу інструмента 6 з гідромолота 5 встановлене гнучке ущільнення 12. Гідроциліндр керування 8 шарнірно встановлений в кронштейні 13, закріпленим на рукояті 2.

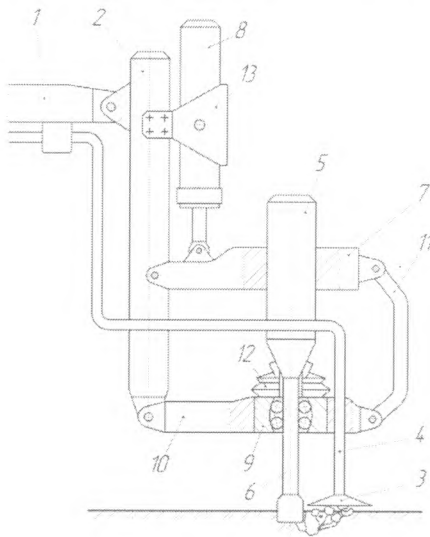


Рис. 5. Робоче обладнання:

1 - стріла; 2 - рукоять; 3 - всмоктуючий патрубок; 4 - трубопровід; 5 - гідромолот; 6 - інструмент; 7 - кронштейн; 8 - гідроциліндр; 9 - підшипник; 10 - опора; 11 - важіль; 12 - ущільнення; 13 - кронштейн

Всмоктуючий патрубок 3 трубопроводом 4 з'єднаний з вакуумним насосом. Гідромолот 5 з інструментом 6 встановлений на кронштейні 7, з'єднаним з рукояттю 2 і гідроциліндром керування 8

Екскаватор працює таким чином (рис. 4). За допомогою гідроциліндрів 12 і 13 всмоктуючий патрубок 3 та гідромолот 5 встановлюють на місце розробки ґрунту. Включають у дію гідромолот 5 та вакуумний насос 6. За рахунок ударів інструменту 10 виконується подрібнення ґрунту та втягування цих елементів у всмоктуючий патрубок 3.

Розроблений ґрунт транспортується по трубопроводах 4 та 9 до місця його розвантаження – у транспортний засіб 18 або у відвал.

Таким чином, конструкція робочого обладнання вакуумного екскаватора, яка передбачає наявність додатково встановленого гідромолота, дозволяє розроблювати ґрунти значної щільності та міцності, що підвищує ефективність використання екскаватора.

**Висновки.** 1. Найбільш поширеними машинами, які використовують для земляних робіт є однокішєві екскаватори. Виконаний огляд сучасних екскаваторів.

2. Робочий цикл екскаватора включає основну технологічну операцію (розробка ґрунту) та допоміжні операції з переміщення ґрунту і повернення обладнання. Підвищити продуктивність екскаваторів можливо за рахунок скорочення часу на допоміжні операції робочого циклу.

3. Розглянута конструкція та дія нового типу екскаваторів – вакуумного, основним недоліком яких є неможливість розробки міцних та мерзлих ґрунтів.

4. Розроблена удосконалена конструкція вакуумного екскаватора з додатковим обладнанням для розробки різних типів ґрунтів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гарбузов З. Е. Экскаваторы непрерывного действия / З. Е. Гарбузов, В. М. Донской – М.: Высш. школа, 1987. – 288 с.
2. Кудрявцев Е. М. Комплексная механизация, автоматизация и механовооруженность строительства / Е. М. Кудрявцев. – Москва : Стройиздат, 1989. – 246 с.
3. Машини для земляних робіт: підручник / Л. А. Хмара, С. В. Кравець, М. П. Скоблюк та ін.; за заг. ред. Л. А. Хмари та С. В. Кравця. – Харків: ХНАДУ, 2014. – 548 с.
4. Строительная, дорожная и специальная техника отечественного производства. Краткий справочник / А. А. Глазков, Н. А. Манакон, А. В. Панкратов. – М.: ЗАО «Бизнес-Арсенал», 2000. – 816 с.
5. Техничко-експлуатаційна характеристика машин фірми «Caterpillar». Справочник. – Іллінойс, США: Caterpillar Inc. – 1999. – 724 с.
6. Технологія будівельного виробництва (Книга 1: загальні відомості про будівництво, роботи підготовчого періоду, земляні роботи та ін.): навчальний посібник / О. М. Лівінський, В. С. Дорофєєв, С. А. Ушацький та ін. – К.: УАН, «МП Лєся», 2012. – 416 с.
7. <https://os1.ru/article/4314-vakuumnye-eksikatory-pylesos-vmesto-kovsha>
8. <http://stroimeh.ru/news/novinka-spetstehniki--vakuumnyj-eksikator>

### REFERENCES

1. Garbuzov Z.E. and Doskoij V.M. Ekskavatori neprerivnogo dejstvya [Power-shovels of continuous action]. Moscow: Higher school, 1987, 288 p. (in Russian).
2. Kudryavcev E.M. Kompleksnaya mexanizaciya, avtomatizaciya i mexanovooruzhennost' stroitel'stva [Construction complex mechanization, automation and mechanical equipment]. Moskva: Strojizdat, 1989, 246 p. (in Russian)
3. Khmara L.A., Kravets S.V. and Skobluk N.P. Mashini dlya zemlyanich rabot [Machines are for earthworks: textbook]. Kharkov: KhNARU, 2014, 548 p. (in Ukrainian).
4. Glazkov A.A., Manakov N.A. and Pankratov A.V. Stroitel'naya, dorognaya i spetsial'naya tehnika oteshestvennogo proizvodstva. Kratkiiy spravochnik [Build, travelling and special technique of domestic production. Short reference book ]. Moscow: Business-Arsenal, 2000, 816 p. (in Russian).
5. Techniko-ekspluatastioni charakteristiki mashin firmi Caterpillar. Spravochnik [Tekhniko and operating description of machines of firm «Caterpillar». Reference book]. Caterpillar Inc., 1999, 724 p. (in USA).
6. Livinskiy O.M., Dorofeev V.S. and Ushackiy S.A. Technologia budivelnogo budivnistva. Kniga 1: zagalni vidomosti pro budivnistvo, roboti pidgotovshogo periodu, zemlyani raboti [Technology of a build production (Vol. 1: general information about building, robots of setup time, earthen robots): train aid ]. Kyiv: UAN, MP Lesya, 2012, 416 p. (in Ukrainian).
7. <https://os1.ru/article/4314-vakuumnye-eksikatory-pylesos-vmesto-kovsha>
8. <http://stroimeh.ru/news/novinka-spetstehniki--vakuumnyj-eksikator>