

## Модернізація екскаватора двосекційною поворотною стрілою

Михайло Сукач

Київський національний університет будівництва і архітектури  
31, Повітрофлотський просп., Київ, Україна, 03037  
[msukach@ua.fm](mailto:msukach@ua.fm), [orcid.org/0000-0003-0485-4073](https://orcid.org/0000-0003-0485-4073)

Рукопис отримано 18.08.2017 та після перегляду прийнято до публікації 03.10.2017  
DOI: 10.26884/1707.1301

**Анотація.** Розроблено екскаватор для відкопування протяжних підземних об'єктів з модернізованим робочим обладнанням у вигляді двосекційної поворотної стріли. Першу секцію змонтовано на платформі екскаватора з можливістю повороту у вертикальній площині, а другу – шарнірно прикріплено до першої секції з можливістю повороту в горизонтальній площині відносно вісі пересування машини. Механізм повороту стріли виконано у вигляді шестигранної системи шарнірно з'єднаних важелів, що представляє собою розташовані по обидві сторони секцій шарнірно з'єднані між собою активні й пасивні двоплечі важелів.

Функціональні можливості екскаватора розширюються шляхом зміщення вісі копання на певну відстань за межі ходової частини, що дозволяє відкопувати траншею паралельно вісі його пересування в стислих умовах міської забудови. Модернізоване обладнання дає можливість підвищити безпеку експлуатації машини при пересуванні на бермі протяжних підземних об'єктів та у нестійких ґрунтових умовах.

**Ключові слова:** екскаватор, двосекційна поворотна стріла, зміщена вісь копання, стисливі умови.

### ВСТУП

Одноковшеві екскаватори займають ведуче місце серед будівельних машин для механізації земляних робіт. Їхні техніко-експлуатаційні показники в значній мірі



**Михайло Сукач**  
професор кафедри  
будівельних машин  
д.т.н., проф.

визначаються типом приводу, досконалістю конструкцій, якістю виготовлення і організаційно-технічним рівнем експлуатації.

У країнах СНД одноковшеві будівельні екскаватори випускають з різноманітними приводами – гідравлічними та електричними. Широке розповсюдження гідроприводу корінним чином змінило конструктивні та експлуатаційні показники і значно підвищило їх технічний рівень, тому в останній час основну увагу приділяється розвитку саме таких машин.

Наразі ведеться робота по корінній зміні технічного рівня одноковшевих екскаваторів. Скорочується випуск машин з механічним приводом, нарощується випуск машин з гідравлічним приводом з урахуванням різноманітних напрямів їх удосконалення.

Найбільше розповсюдження у будівництві отримали одноковшеві екскаватори внаслідок кращої пристосованості до перевезення з місця та універсальності. Стає актуальним використання екскаваторів зі зміщеною віссю стріли через те, що часто по-

трібно виконувати роботи у стиснених умовах – поряд з будинками, біля фундаментів та ін., а також в умовах де використання звичайного екскаватора неможливо (наприклад, коли потрібно відкопувати канаву паралельно вісі пересування екскаватора, копання ґрунту під трубопроводом для його довільного опускання у траншею тощо). За допомогою змінного обладнання такі екскаватори стають незамінними при організації будівельних робіт.

Наразі створено ряд екскаваторів із зміщеною стрілою, технологія створення яких достатньо розвинена. Особливо гострим є питання врівноваження екскаватора під час копання. Оскільки вісь копання не співпадає з віссю екскаватора можливе його перекидання. Тому є потреба вдосконалювання та створення нових високотехнічних екскаваторів.

Одним з таких екскаваторів, який було взято за прототип, виготовлено заводом ім. Комінтерну (ВО „ТЯЖЭКС”) ЭО-5122 Б. Він включає в себе базову машину, до якої

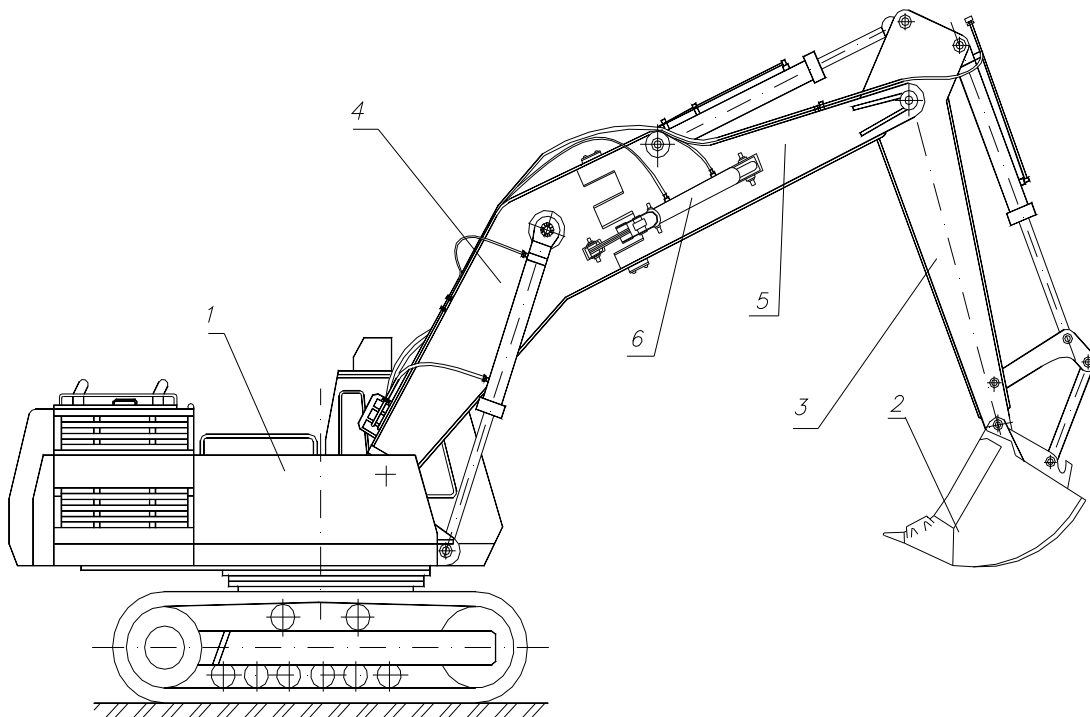
за допомогою маніпулятора приєднано робоче обладнання типу обернена лопата, що включає в себе стрілу, рукоять і ківш, шарнірно з’єднані між собою з можливістю направлено переміщення стріли у перпендикулярній площині відносно вісі копання.

Отже, створення екскаваторів зі зміщеною віссю копання слід вважати перспективним.

Мета розробки полягає у розширенні функціональних можливостей під час копання протяжних об’єктів паралельно вісі пересування екскаватора та виконання робіт у стислих умовах.

### КОНСТРУКЦІЯ ТА ПРИНЦИП ДІЇ РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ

Зазвичай машини зі зміщеною віссю копання, які містять шарнірно з’єднані робочі органи, розміщені безпосередньо на їхній поворотній платформі [1 – 3] мають такі недоліки. Вони не можуть відкопувати тра-



**Рис.1.** Екскаватор зі зміщеною віссю копання, вид збоку

**Fig. 1.** Power-shovel with the displaced axis of digging, end-view

ншею за межею ходової частини паралельно вісі пересування; підвищені вимоги до засобів керування положенням робочого органу відносно вісі копання.

Найближчим технічним рішенням є робоче обладнання одноківшевого екскаватора зі зміщеною віссю копання, яке містить рукоять, виконану із двох частин, зв'язаних шарніром з вертикальною віссю [4, 5]. Неповоротну частину рукояті виконано з опорним сектором, виконаним у вигляді двоплечого важеля, одне плече якого з'єднане з гідроциліндром керування механізмом повороту робочого обладнання в горизонтальній площині.

Але при копанні траншеї паралельно вісі пересування екскаватора така конструкція рукояті дозволяє розробляти ґрунт глибиною не більш, ніж довжина поворотної на вертикальному шарнірі рукояті [6]. За допомогою неї також не можна відкопувати траншею за межами ходової частини відносно вісі пересування екскаватора [7, 8].

Тому запропоновано нову конструкцію робочого обладнання, яке дозволяє значно розширити функціональні можливості екс-

каватора під час копання протяжних об'єктів паралельно вісі пересування машини та виконувати роботи у стислих умовах [9 – 13].

Екскаватор зі зміщеною віссю копання (Рис.1) представляє собою базову машину 1 з поворотною платформою і робочим органом у вигляді ковша 2, рукояті 3, стріли, виконаної із двох шарнірно з'єднаних між собою секцій. Першу секцію 4 змонтовано на платформі екскаватора з можливістю повороту у вертикальній площині, а другу секцію 5 шарнірно прикріплено до першої секції і виконано з можливістю повороту в горизонтальній площині відносно вісі пересування екскаватора. Механізм повороту стріли виконано у вигляді шестигранної системи шарнірно з'єднаних важелів, яка представляє собою розташовані по обидві сторони секцій стріли шарнірно з'єднані між собою активні двоплечі 8, 9 і пасивні 10, 11 важелі (Рис.2).

Один кінець пасивних важелів 10, 11 прикріплено до відповідного краю першої секції 4 стріли, а інший – до коротких кінців активних двоплечих важелів 8, 9. Серед-

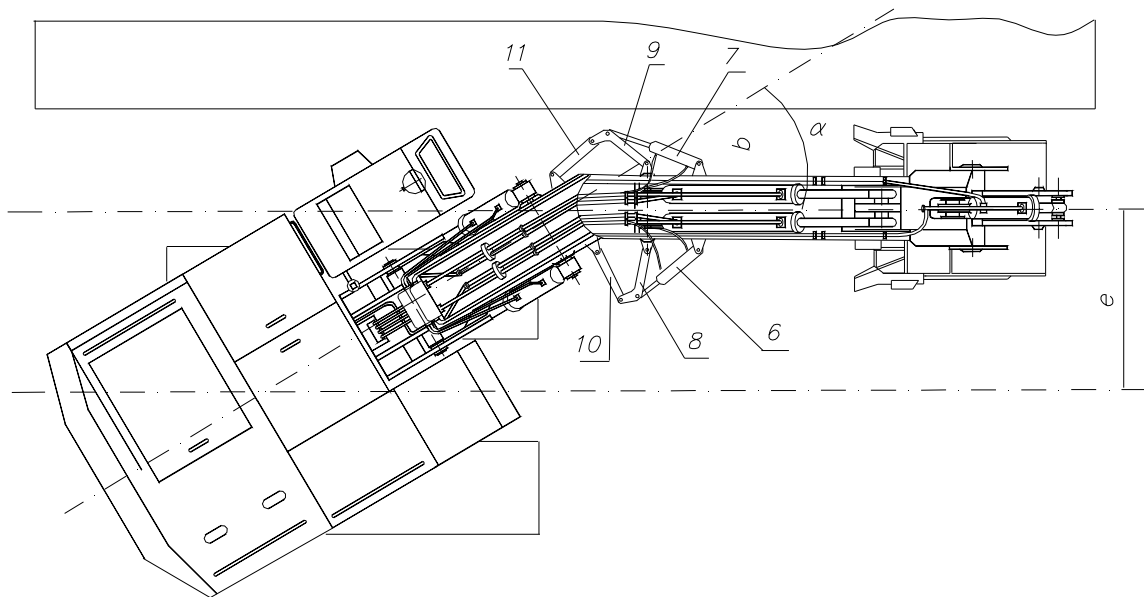


Рис.2. Екскаватор зі зміщеною віссю копання, вид зверху

Fig. 2. Power-shovel with the displaced axis of digging, kind from above

дню частину останніх з'єднано зі штоками гідроциліндрів 6, 7, корпуси яких рухомо закріплено на відповідних сторонах другої, поворотної, секції 5 стріли, яка приводяться в рух за допомогою прикріплених до неї довгих кінців двоплечих активних важелів 8, 9.

Геометричні розміри і форму шестигранної системи важелів та величину ходу штоків гідроциліндрів 4 з кожної сторони стріли кінематично пов'язано з шириною  $b$  її секцій 4, 5 та кутом повороту  $\alpha$  рухомої частини стріли у площині, перпендикулярній вісі копання екскаватора. Відстань  $e$  між віссю переміщення екскаватора та віссю протяжного об'єкта обумовлено довжиною першої секції стріли і кутом  $\alpha$ .

Екскаватор зі зміщеною віссю копання працює таким чином [14 – 17]. При відкопуванні протяжних об'єктів паралельно вісі пересування екскаватора та роботі в стислих умовах, екскаватор 1 встановлюють паралельно вісі протяжного об'єкта та повертають робоче обладнання на поворотній платформі на необхідний кут  $\alpha$ , який зумовлюється відстанню  $e$  між екскаватором 1 і поздовжньою віссю об'єкта.

Гідроциліндри 6, 7 керування поворотом стріли, які розташовані по обидві її сторони, за допомогою двоплечих активних важелів 8, 9, приводять в рух другу, поворотну, секцію 5 стріли. Наприклад, при її повороті праворуч, як показано на Рис.2, шток гідроциліндра 6, розташованого з правої сторони стріли, висувається, діючи на середню частину правого двоплечого активного важеля 8, а шток гідроциліндра 7, розташованого з лівої сторони стріли, синхронно правому гідроциліндру 6 втягується, діючи на середню частину лівого двоплечого активного важеля 9.

Це призводить до складання правої сторони шестигранної системи шарнірно з'єднаних між собою активного двоплечого 8 і пасивного 10 важелів, розташованих праворуч стріли, та до розкладання лівої сторони шестигранної системи шарнірно з'єднаних між собою активного двоплечого 9 і пасивного 11 важелів, розташованих ліворуч стріли.

Під дією сил стискання та розтягування відповідних довгих кінців активних двоплечих важелів 8, 9, прикріплених до поворотної секції 5 стріли, вона повертається в горизонтальній площині праворуч навколо шарніру з вертикальною віссю на кут  $\alpha$ , спрямовуючи ківш 2 з рукояттю 3 паралельно вісі пересування екскаватора 1.

Відкопують протяжні об'єкти за допомогою ковша 2, закріпленого на рукояті 3, у звичайному режимі. Для розвантаження ґрунту після підйому ковша 2 екскаватор 1 розвертають на поворотній платформі, вивільняють ківш 2 і повертають робоче обладнання у вихідне положення із зазначеним ексцентриситетом  $e$  відносно осі пересування екскаватора. Далі робочий цикл повторюють.

## ВИСНОВКИ

1. Функціональні можливості екскаватора зі зміщеною віссю копання розширюються завдяки встановленню робочого обладнання з можливістю обертання другої (поворотної) секції стріли у місці її шарнірного з'єднання в горизонтальній площині за межами ходової частини екскаватора на відстані  $e$  відносно вісі його пересування.

2. Значно збільшується глибина відкопування траншеї за рахунок збільшення відстані між ковшем 2 і шарнірним з'єднанням секцій стріли, яка дорівнює сумі її поворотної частини 5 і довжини рукояті 3.

3. Нова конструкція робочого обладнання екскаватора дає можливість виконувати роботу у стислих умовах міської забудови та підвищити безпеку експлуатації машини при пересуванні на бермі протяжних підземних об'єктів у нестійких ґрунтових умовах.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Долотов А.П., 1989. Эффективное использование техники строительной. Харьков, Высшая школа, 320.
2. Ранев А.В., 1987. Современные одноковшовые экскаваторы. Москва, Стройиздат, 230.

3. Ренны А.К., 1983. Повышение производительности одноковшовых экскаваторов. Москва, Высшая школа, 120.
4. Беляков Ю.И., 1983. Земляные работы. Харьков, Высшая школа, 260.
5. А.с. 883248 СССР, 1980. Землерийна машина. П.Г.Мудров, А.Г.Мудров. 2786736/29-03, Заявл. 28.06.79, Опубл. 23.11.81, Бюл.43.
6. А.с. 319684 СССР, 1971. Одноковшовый экскаватор. Ф.Л.Марон. 1377071/29-14, Заявл. 28.10.69, Опубл. 02.11.71, Бюл.33.
7. А.с. 848536 СССР, 1981. Одноковшовый экскаватор типа обратная лопата. В.И.Минаев и др. 2843730/29-03, Заявл. 29.11.79, Опубл. 23.07.81, Бюл.27.
8. А.с. 1406305 СССР, 1988. Рабочее оборудование одноковшового экскаватора. Л.Е.Пелевин и др. 4141382/29-03, Заявл. 30.10.86, Опубл. 30.06.88, Бюл.24.
9. Патент 48804 на корисну модель України, 2009. Экскаватор зі зміщеною віссю копання. М.К.Сукач, В.А.Ягодинець. У 2009 03668, Заявл. 14.04.2009, Опубл. 12.04.2010, Бюл.7.
10. Сукач М.К., Стецюк С.І., 2009. Вимірювальний пристрій для дослідження характеристик ґрунту під час різання. 3-я наук. конф. молодих вчених, Київ, КНУБА.
11. Сукач М.К., Лисак С.І., 2009. Землерийне обладнання траншеєкопача. 3-я наук. конф. молодих вчених. Київ, КНУБА.
12. Сукач М.К., Лисак С.І., Сосновський Ст., 2010. Кінематичний аналіз процесу роботи траншеєкопача. VIII International Conference on Science and Technology Motorization and Energy in Agriculture, MOTROL 2010, PAN, Lublin, 6.
13. Сукач М.К., Лисак С.І., 2010. Дослідження кінематичних параметрів процесу роботи траншейної машини. 2 Міжнар. наук.-практ. конф. Сучасні інформаційні та інноваційні технології на транспорті, MINTT 2010, Херсон, ХДМІ, 22.
14. Сукач М.К., Ягодинець В.А., 2009. Экскаватор зі зміщеною віссю копання. Гірничі, будівельні, дорожні і меліоративні машини, Всеукр. зб. наук. праць, Вип.73, 67-70.
15. Сукач М.К., Сатянов В.І., 2012. Розробка багатофункціональної землерийної машини на базі одноковшового экскаватора. 73 наук.-практ. конф., Київ, КНУБА.
16. Сукач М.К., Лисак С.І. Суслов С.І., 2012. Экскаватор для аварійно-рятувальних робіт. МНПК Нові досягнення в галузі проектування і експл. підйомно-трансп., буд. і дор машин, Харків, 8.
17. Сукач М.К., Лисак С.І., Суслов С.І., 2012. Проектирование экскаватора для аварийно-спасательных работ. 6 МНТК Энергия 2012, Алушка, ПАН-НАПКС, 2012, 9 (Пленарный доклад).

REFERENCES

1. Dolotov A.P., 1989. Jeffektivnoe ispol'zovanie tehniki stroitel'noj. Har'kov, Vysshaja shkola, 320 (in Russian).
2. Ranev A.V., 1987. Sovremennye odnokovshovie jekskavatory. Moskva, Strojizdat, 230 (in Russian).
3. Renny A.K., 1983. Povyshenie proizvoditel'nosti odnokovshovyh jekskavatorov. Moskva, Vysshaja shkola, 120 (in Russian).
4. Beljakov Ju.I., 1983. Zemljanye raboty. Har'kov, Vysshaja shkola, 260 (in Russian).
5. Avtorskoe svidetel'stvo 883248 SSSR, 1980. Zemlerijna mashina. P.G.Mudrov, A.G.Mudrov. 2786736/29-03, Zajavl. 28.06.79, Opubl. 23.11.81, Bjul.43 (in Russian).
6. Avtorskoe svidetel'stvo 319684 SSSR, 1971. Odnokovshovij ekskavator. F.L.Maron. 1377071/29-14, Zajavl. 28.10.69, Opubl. 02.11.71, Bjul.33 (in Russian).
7. Avtorskoe svidetel'stvo 848536 SSSR, 1981. Odnokovshovij ekskavator tipa obratnaja lopata. V.I.Minaev i dr. 2843730/29-03, Zajavl. 29.11.79, Opubl. 23.07.81, Bjul.27 (in Russian).
8. Avtorskoe svidetel'stvo 1406305 SSSR, 1988. Rabochee oborudovanie odnokovshovogo jekskavatora. L.E.Pelevin i dr. 4141382/29-03, Zajavl. 30.10.86, Opubl. 30.06.88, Bjul.24 (in Russian).
9. Patent 48804 na korisnu model' Ukrai'ni, 2009. Ekskavator zi zmishheniju vissju kopannja. M.K.Sukach, V.A.Jagodinec'. U 2009 03668, Zajavl. 14.04.2009, Opubl. 12.04.2010, Bjul.7 (in Ukrainian).
10. Sukach M.K., Stecjuk S.I., 2009. Vimirjuval'nij pristrij dlja doslidzhennja harakteris-tik g'runtu pid chas rizannja. 3-ja nauk. konf. molodih vchenih, Kii'v, KNUBA (in Ukrainian).
11. Sukach M.K., Lysak S.I., 2009. Zemlerijne obladnannja transhejekopacha. 3-ja nauk. konf. molodih vchenih. Kii'v, KNUBA (in Ukrainian).
12. Sukach M.K., Lysak S.I., Sosnovs'kij St., 2010. Kinematichnij analiz procesu roboti

transhejekopacha. VIII International Conference on Science and Technology Motorization and Energy in Agriculture, MOTROL 2010, PAN, Lublin, 6 (in Ukrainian).

13. **Sukach M.K., Lysak S.I., 2010.** Doslidzhennja kinematichnih parametriv procesu roboti transhejnoi' mashini. 2 Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Suchasni informacijni ta innovacijni tehnologii' na transporti, MINTT 2010, Herson, HDMI, 22 (in Ukrainian).
14. **Sukach M.K., Jagodinec' V.A., 2009.** Ekskavator zi zmishhenju vissju kopannja. Girnichi, budivel'ni, dorozhni i meliorativni mashini, Vseukr. zb. nauk. prac', Vip.73, 67-70 (in Ukrainian).
15. **Sukach M.K., Sat'janov V.I., 2012.** Rozrobka bagatofunktional'noi' zemlerijnoi' mashini na bazi odnokivshevogo ekskavatora. 73 nauk.-prakt. konf., Kii'v, KNUBA (in Ukrainian).
16. **Sukach M.K., Lysak S.I. Suslov S.I., 2012.** Ekskavator dlja avarijno-rjatuval'nih robit. MNPК Novi dosjagnennja v galuzi proektuvannja i ekspl. pidjomno-transp., bud. i dor mashin, Kharkiv, 8 (in Ukrainian).
17. **Sukach M.K., Lisak S.I. Suslov S.I., 2012.** Proektirovanie jekskavatora dlja avarijno-spasatel'nyh robot. 6 MNTK Jenergija 2012, Alupka, PAN-NAPKS, 2012, 9 (Plenarnyj doklad) (in Russian).

### Modernization of power-shovel by a two sectional turning arrow

*Mykhailo Sukach*

**Abstract.** An excavator for digging out long underground objects with modernized working equipment in two-section swivel boom form was developed.

The first section is mounted on a excavator's platform with the vertical plane rotation ability. The second section is pivotally attached to the first section to be rotatable in a horizontal plane relatively to the axis of machine's movement.

The mechanism of boom's rotation is made in the hexagonal system form with articulation between active and passive two-arm levers, located on both sides of the sections.

The functionality of the excavator is expanded by shifting the digging axis in a certain distance beyond the chassis, which allows digging a trench parallel to the axis of its movement in conditions of tight urban planning.

Modernized equipment makes it possible to increase the safety of operation of the machine while moving on the berm of extended underground objects and in unstable ground conditions.

**Keywords:** excavator, two-section swivel boom, digging axis shifting, tight urban planning.