

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МІНІ КРАНІВ У ПРАКТИЦІ БУДІВНИЦТВА

© Мудрий І. Б., 2016

Проаналізовано особливості застосування малогабаритної стрілової техніки в сучасних умовах зведення будівель та споруд. Проаналізовано технічні та геометричні характеристики мінікранів типу “павук” відомих світових виробників. Теоретичні дослідження показали характер зміни максимальної і мінімальної вантажопідйомності мінікранів при зростанні вантажного моменту, вплив маси крана на максимальну глибину подачі елементів та вантажопідйомність. Показано, що мінікрани типу “павук” можна ефективно використовувати для зведення фундаментів у громадсько-житловому будівництві, під час облаштування стрічкових та стовпчастих фундаментів у складеному та монолітному варіантах. Виділено основні розмірні групи мінікранів за вантажопідйомністю відповідно до чинних стандартів. Використовуючи мінікрани, можна створити додаткові механізовані робочі місця та виконувати роботи в умовах щільної міської забудови, де класичні великогабаритні крани не застосовують через їхню геометричні характеристики.

**Ключові слова:** мінікрани, кран типу “павук”, вантажопереносні крани, максимальна вантажопідйомність, мінімальна вантажопідйомність, маса крана, вантажний момент, максимальний виліт стріли, максимальна висота підймання, розмірна група мінікрана.

In the article are conducted analysis of feature of application a small jib machinery in the modern conditions of construction a buildings and structures. Analyzed the technical and geometrical characteristics of mini-cranes of type “spider” of known global manufacturers. Theoretical research showed character changes the maximum and minimum capacity mini cranes when load moment increases, mass effect of crane on the maximum depth capacity and serving elements. Proved that the mini-cranes type “spider” may be effectively used in the process of construction of foundations in civil building and housing while placing tape and columnar foundations in monolithic and prefabricated versions. We can determine the main dimension of mini cranes by carrying capacity according to current standards. Using of mini cranes in construction can solve the problem associated with the creation of additional mechanized jobs and execution of works within a dense urban areas where classical large cranes couldn't find application because of their geometrical characteristics. Posted used for scientific sources in the course of theoretical analysis.

**Key words:** mini-caranes, cranes of type “spider”, maximal carrying capacity, minimum carrying capacity, mass of cranes, load moment, maximum radius, maximum lifting height, size group mini crane.

**Постановка проблеми.** Високий рівень застосування мінікранів у практиці закордонного будівництва [1] зумовлений значною різноманітністю технологій та видів робіт, які вони виконують у різних галузях. З використанням мінікранів у будівництві створюють додаткові механізовані робочі місця. В роботі [2] було проаналізовано величину малооб'ємності робіт за обсягами для стрілових кранів та окреслено шляхи їх механізації, одним з яких є залучення до процесів зведення мінікранів.

Мінікран – самохідний механізм, який можна застосовувати під час будівельно-монтажних, реконструктивних та виробничих робіт, популярний завдяки невеликим габаритам, маневреності, високій функціональності та екологічності. Мінікрани є двох типів: крани-павуки та вантажопереносні крани (рис. 1).

Крани-павуки (spider cranes, рис. 1, а) вирізняються невеликими розмірами та масою, що дозволяє застосовувати їх у важкодоступних місцях. Наявність аутригерів підвищує стійкість та вантажопідйомність кранів такого типу. Як правило, такі крани обладнані пультом дистанційного керування, що забезпечує оператору можливість точніше контролювати роботу крана, перебувати поза робочою зоною. Крани типу “павук” мають електродивигуни, що дає змогу застосовувати їх у приміщеннях. Більшість представлених на ринку моделей настільки вузькі, що легко входять в дверний отвір та обладнуються додатковими пристосуваннями у вигляді гідравлічних “гуськів” та маніпуляторів.

Вантажопереносні крани (pick & carry cranes, рис. 1б) призначені для підймання та транспортування вантажів на піднятій стрілі. Такі крани не володіють можливістю повороту стріли навколо вертикальної осі та мають порівняно невеликий робочий радіус (3,5–8,4 м). Поворот стріли здійснюється завдяки переміщенню самої машини під час повертання ходової частини. У практиці нового будівництва такі крани мають вузьке використання через необхідність створення підїзних шляхів та обмеженість технічних характеристик.

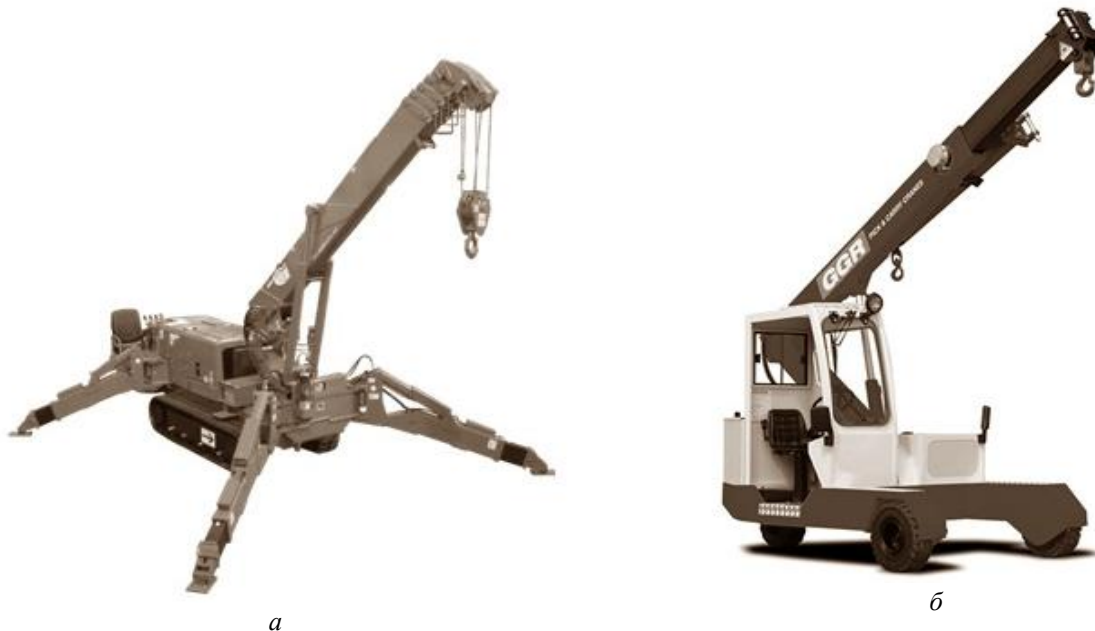


Рис. 1 Мінікрани: а – кран-павук Mazda MC305-2 CRM; б – вантажопереносний кран GALIZIA G35 [3]

На відміну від мініекскаваторів [4] та машин-маніпуляторів [5], які присутні на вітчизняному будівельному ринку, мінікрани, як правило, не застосовуються через невизначеність області їх раціонального застосування та відсутність технологій зведення з їх використанням.

**Мета роботи.** Метою роботи є аналіз технічних характеристик мінікранів типу “павук” у сукупності з конструктивно-технологічними рішеннями на прикладі влаштування фундаментів.

**Виклад основного матеріалу.** Практичний інтерес через ширші технічні можливості та більшу модельну лінійку представляють крани-павуки (табл. 1). Такі мінікрани випускають на базі гусеничної платформи, до якої кріплять телескопічну стрілу, систему аутригерів та елементи керування (рис. 2). Стріла складається з декількох основних секцій, перша з яких шарнірно закріплена на поворотній колоні, решта телескопічно пов’язані між собою.

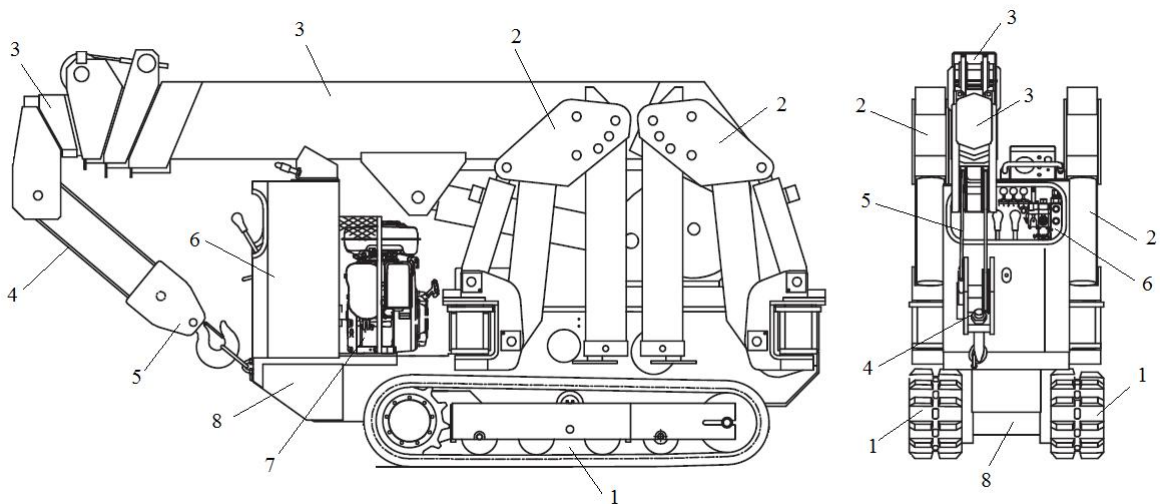


Рис. 2. Загальний вид мінікрана у неробочому положенні: 1 – ходова частина; 2 – аутригери; 3 – секції телескопічної стріли; 4 – поліспасти; 5 – гакова підвіска; 6 – колонка керування; 7 – двигун; 8 – рама

Для більшості мінікранів типу “павук” характерна наявність:

§ сучасної системи дистанційного керування з можливістю виведення на дисплей детальної інформації про вагу вантажу, задані “віртуальні стіни”, небезпечні робочі зони та ін.;

§ системи гідравлічного змінного обладнання (гідравлічний “гусьок”, гідровакуумний захват та ін.) для виконання різних маніпуляцій з вантажем;

§ режимом “міліметрового ходу”, що дає змогу працювати з максимальною точністю;

§ функція “віртуальні стіни”, що забезпечує безпеку під час роботи в стиснених умовах;

§ здатність працювати в умовах, де використання вантажопідіймних машин з двигунами внутрішнього згорання з ряду причин неможливе;

§ довжину та розташування кожної ноги крана-павука можна налаштувати окремо, що дає змогу встановлювати його на будь-яку нерівну поверхню без втрати стійкості.

Головними параметрами мінікранів є: вантажний момент  $M$ , тм; максимальна вантажопідйомність  $Q$ , т; максимальний виліт стріли  $L_{max}$ , м; максимальна висота піднімання  $H$ , м; маса крана  $m_k$ , т. У таблиці наведено технічні параметри мінікранів (кранів-павуків), які випускають світові виробники. Аналіз результатів таблиці показує, що  $Q_{max}$  для більшості моделей не перевищує 3т (рис. 3, а), але існують одиничні моделі з відносно високою вантажопідйомністю, зокрема UNIC URW-100б, для якого  $Q_{max}=10$ т,  $L_{max}=21.9$ м, що відповідає вітчизняним кранам 3-ї розмірної групи. За величиною вантажопідйомності  $Q_{max}$  крани-павуки можна умовно розподілити на три групи:

1 – вантажопідйомністю до 4-х т з вантажним моментом  $M=0,6-10$  т·м – це фактично 90 % всіх проаналізованих моделей (1-ша розмірна група);

2 – вантажопідйомністю до 6,3-х т з вантажним моментом  $M=10-16,2$  т·м, 5 % (2-га розмірна група);

3 – вантажопідйомністю до 10 т з вантажним моментом  $M=7,5-11$  т·м, 5 % (3-тя розмірна група).

Таблиця 1

### Технічні характеристики мінікранів

Виробник (країна)	Марка мінікрана	Параметр						
		$L_{min}$ , м	$Q_{max}$ , т	$L_{max}$ , м	$Q_{min}$ , т	$H$ , м	$m_k$ , т	$M$ , т·м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
UNIC (Японія)	URW-094	1.1	0.995	5.17	0.21	6.4	1	1.1
	URW-095	1.4	0.995	8.41	0.13	9.5	1.85	1.4
	URW-245	1.5	2.4	5.85	0.22	7	1.5	3.6
	URW-295	1.4	2.9	8.41	0.13	9.5	2.09	4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mazda (Японія)	URW-376	2	2.9	14.45	0.1	15.8	3.85	5.8
	URW-506	2.5	3	15.52	0.15	17	4.84	7.5
	URW-547	2.5	4	16.29	0.17	19.5	5.01	10.0
	URW-706	2.7	6	18.6	0.2	20.8	7.92	16.2
	MC285 CRM-2	1.4	2.82	8.2	0.15	9.5	1.77	3.9
	MC305	2.5	2.98	12.16	0.26	13.6	3.9	7.5
	MC405	2	3.83	16	0.21	22	5.6	7.7
Evangel (Китай)	KB1.0	1.5	0.995	4.5	0.27	5.5	1.16	1.5
	KB3.0	1.3	3	8.3	0.14	9.2	2.05	3.9
	KB5.0	2	5	16	0.21	16.8	6.5	10.0
Jekko (Італія)	SPX209CP	1.9	0.99	6.5	0.2	7	1.45	1.9
	SPX312	1.9	1.2	9.5	0.3	8.4	1.8	2.3
	SPD360	1.3	1.8	10.5	0.4	9.3	2.4	2.3
	SPX424	1	2.4	10.5	0.4	9.3	2.4	2.4
	SPX527CDH	1	2.7	11	0.25	13.1	3.6	2.7
	SPX1040CDH	2	4	13.2	0.5	16	6.3	8.0
	SPX1275CDH	1	7.5	16.2	0.6	19.1	8.3	7.5
Riebsamen (Німеччина)	Type 230	1.4	1.82	5.8	0.35	6	1.33	2.5
	Type 380	1.5	2.3	6	0.63	8	1.6	3.5
	Type 510	1.7	2.9	5.17	0.7	10	2.9	4.9
Hoeflon (Голандія)	C10	2.7	3.7	14	0.415	16.5	3.7	10.0
	C6	2	2.95	10	0.48	11.5	2.64	5.9
	C4	2	1.95	8	0.42	9.5	1.9	3.9
	C05	1	0.62	4	0.15	4.6	0.62	0.6
Kegiom (Італія)	8700-E4	2.5	2.69	13.71	0.1	16	3.7	6.7
	350-E4	1.59	2.05	8	0.15	10	1.38	3.3
	200-E3	1.26	1.6	6.2	0.2	8	1	2.0
	4000-E3 Spider	2	1.83	11	0.22	13.5	2.2	3.7
	5000 Cobra	3	2.4	15	0.1	16	3	7.2
R&B (Японія)	CR 174G	1.2	1.7	5.06	0.21	5.3	1.17	2.0
	CR 235GL	1	2.3	7.25	0.18	7.3	1.57	2.3
	CR 285G	1.5	2.8	8.5	0.15	8.7	1.75	4.2
	CR 335D	2.5	2.98	12.18	0.26	12.55	3.76	7.5

На рис. 3, а наведено залежність вантажопідйомності крана  $Q$  від вантажного моменту крана  $M$  при  $L_{\min}$ , де певному значенню вантажного моменту відповідають дві крайні вантажопідйомності  $Q_{\max}$  та  $Q_{\min}$ . Площа, обмежена двома прямими ( $Q_{\max}$  та  $Q_{\min}$ ), визначає область можливого застосування мінікранів залежно від конструктивно-технологічних рішень зведення.

Маса мінікранів змінюється у межах  $m_k=1,0-7,92$  т (рис. 3, б) із збільшенням вантажопідйомності  $Q=1,0-7,5$  чи вантажного моменту  $M=1,1-16,2$  тм. З рис. 3, г видно, що існують моделі кранів, які за однакової вантажопідйомності  $Q_{\max}$  відрізняються масою машин  $m_k$  у декілька разів. Цей чинник матиме значення при виборі крана для встановлення його на несучих конструкціях, як правило, на плитах перекриття. Мала маса – важливий параметр для будівельних

майданчиків з поганими дорожніми умовами, особливо при малому будівництві, коли створення під'їзних шляхів ускладнено. Більшість моделей має масу у межах до 4т – 84 % (до 3т – 63 %) всіх аналізованих моделей. Низку моделей обладнують спеціальними захисними гумовими насадками на гусениці для уникнення пошкоджень поверхонь руху, що дозволяє застосувати такі машини в приміщеннях з готовими підлогами.

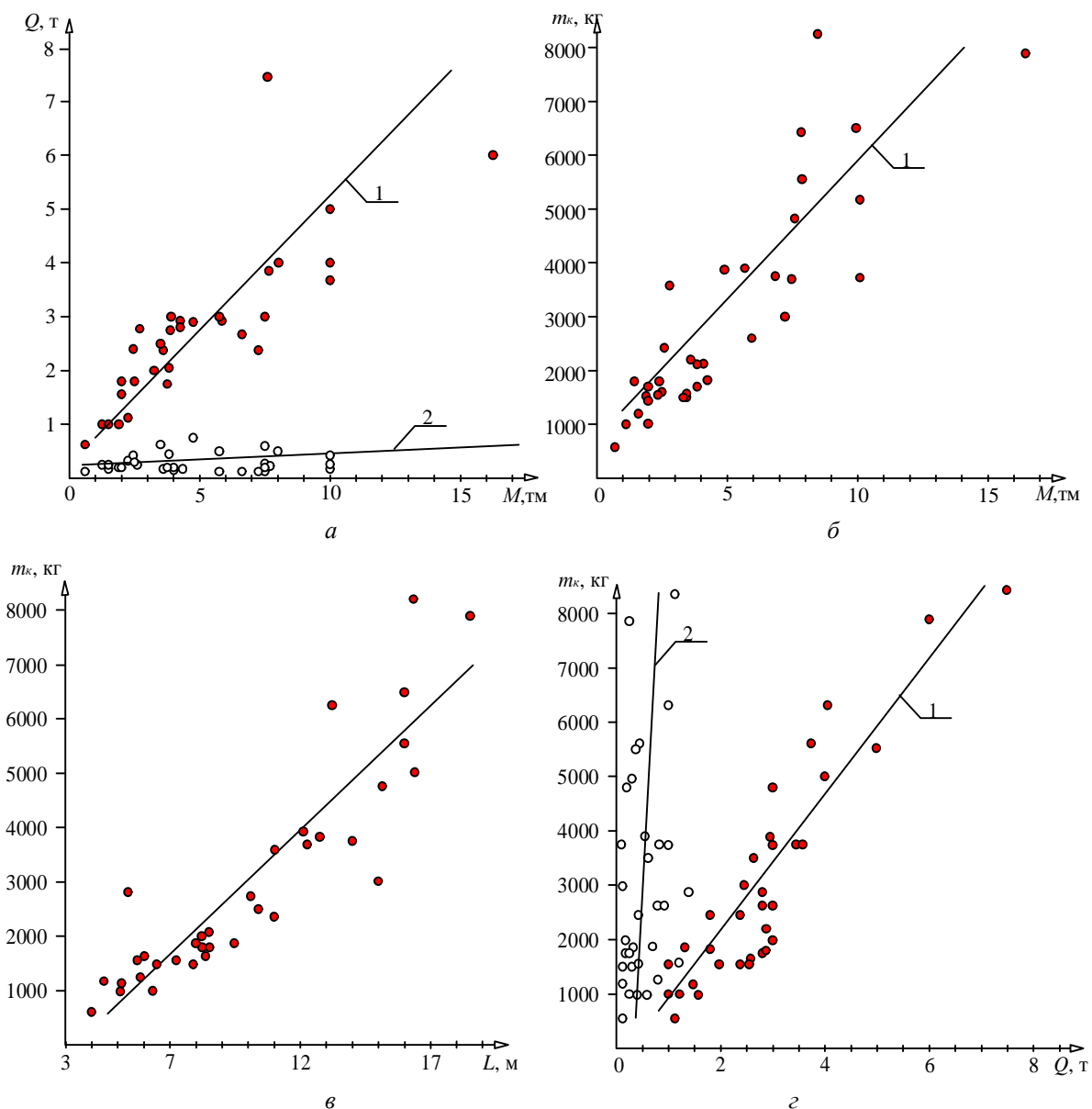


Рис. 3. Залежність основних технічних параметрів кранів-пауків: а – вантажопідйомності крана  $Q$  від вантажного моменту  $M$ ; б – маси крана  $m_k$  від вантажного моменту  $M$ ; в – маси крана  $m_k$  від вільтоту стріли  $L$ ; г – маси крана  $m_k$  від вантажопідйомності крана  $Q$ ; 1 – максимальна вантажопідйомність крана  $Q_{max}$ ; 2 – мінімальна вантажопідйомність крана  $Q_{min}$

Через відносно малу висоту підймання (4–15 м) і низьку посадку такі крани матимуть обмеження при висотному будівництві. Мінікрани можна ефективно використовувати у процесах зведення фундаментів у громадсько-житловому будівництві під час облаштування стрічкових та стовпчастих фундаментів, для яких максимальна маса фундаментних блоків становить 1,2–1,3 т, а блоки масою 0,3–1,0 т становлять 79,5 % від загальної їх кількості [6], чи зведенні монолітних конструкцій, для яких максимальна маса елементів опалубки коливається у межах 0,3 т [7]. За статистичними даними [8], котловани за шириною змінюються у межах від 5 до 35 м, із середньою

глибиною подачі конструкцій 12 м [9], з відповідно середнім вантажним моментом 3,6–12 т·м при зведенні збірних чи монолітних фундаментних конструкцій. Як видно з рис. 3, в такі конструктивні рішення можуть забезпечувати мінікрани різної вантажопідйомності.

Досвід застосування за кордоном мінікранів [1] показує ефективність їх використання на будівельних майданчиках у межах щільної міської забудови, де класичні великогабаритні крани не можна застосовувати через їхні геометричні характеристики. Проведені розрахунки показали, що вартість машино-години роботи, наприклад, мінікрана MC305-2 CRM (E), становитиме 198,9 грн, що є суттєво нижчою порівняно із експлуатацією стрілових чи баштових кранів мінімальної вантажопідйомності.

**Висновки.** Теоретичні дослідження показали можливість ефективного використання мінікранів при зведенні збірних конструкцій у громадсько-житловому будівництві під час облаштування стрічкових та стовпчастих фундаментів в збірному та монолітному конструктивному варіантах. Варіантне проектування технологій зведення з використанням у комплекті механізації мінікрана на прикладі влаштування вертикальних монолітних залізобетонних стін підвалу загальним обсягом бетонних робіт 360м<sup>3</sup>, з розмірами споруди в плані 26×34 м, показало:

– наявність певного обсягу робіт, при якому економічно ефективно застосовувати мінікран як ведучий механізм;

– ефективність використання мінікрана як допоміжного механізму в комплекті: стріловий кран + бетононасос + міні кран.

1. *Cranes & access, February 2013, Vol. 15 issue 1. ISSN:1467-0852.* 2. Іванейко І. Д. Малооб'ємність робіт при застосуванні стрілових кранів / І. Д. Іванейко, І. Б. Мудрий / Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – К., 2011. – Вип. 24. – С. 133–138. 3. <http://www.ggrgroup.com/>. 4. Байраковский Ю. А. Малогабаритные экскаваторы // Строительные и дорожные машины. – 1991. – № 4. – С. 24–26. 5. Смыков А. А. Повышение эффективности применения гидроманипуляторов ОАО “ММЗ” для лесохозяйственных и лесозаготовительных работ // Строительные и дорожные машины. – 2013. – № 1. – С. 11–15. 6. Чебанов Л. С. Универсальное применение машин в строительстве / Л. С. Чебанов, А. В. Фролов. – К.: Будівельник, 1994. – 288 с. 7. Осипов О. Ф. Технология применения бетоноукладочных машин при реконструкции промышленных предприятий. Дис.... канд. тех. наук: 05.23.08 / Олександр Федорович Осипов. – К., 1989. – 156 с. 8 Коцый Я. Й. Технология экскаваторной разработки котлованов с учетом сложности их геометрии: дис.... канд. техн. наук: 05.23.08 / Коцый Ярослав Йосипович – К., 1989. – 158 с. 9. Іванейко І. Д. Ресурсосберегающая технология устройства котлованов с учетом затрат на последующие процессы: дис.... канд. техн. наук. – К.: КИСИ, 1993 –195.