

УДК 69.05

к.т.н., доцент І.Д. Іванейко, І.Б. Мудрий,  
НУ “Львівська політехніка”

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕЛИЧИНИ МАЛООБ’ЄМНОСТІ РОБІТ ДЛЯ СТРІЛОВИХ КРАНІВ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ФУНДАМЕНТІВ В МІСЬКІЙ ЗАБУДОВІ

*У статті запропоновано принцип визначення величини мінімального обсягу робіт при застосуванні стрілових кранів.*

*Ключові слова: вантажопідйомність крана; малооб’ємність робіт; приведений обсяг робіт*

### Постановка завдання

Аналіз застосування крана при спорудженні фундаментів [1] показує, що він може бути як ведучою так і допоміжною машиною. Використання крана у якості допоміжної машини повинно забезпечувати продуктивність на 5% більшу ніж у ведучого процесу (наприклад при вкладанні бетонної суміші) [2]. Відповідно до [3] для ведучих машин (екскаватор, кран і ін.) найбільший вплив на величину критерію ефективності при механізованому виконанні робіт здійснює обсяг робіт, після чого за спаданням – тривалість, рівень складності виконання робіт та відстань до об’єкту будівництва.

Згідно існуючого досвіду для процесу розробки земляної споруди [4] ефективний об’єм ковша екскаватора (типорозмір) залежить від обсягу робіт на об’єкті. На вибір ефективного типорозміру екскаватора впливають одноразові витрати (відстань транспортування на об’єкт, монтаж і демонтаж машини та його фактична продуктивність [5]. Фактична продуктивність на об’єкті визначається з урахуванням коефіцієнта умов виконання робіт [6]:

$$K_{уп} = P_{ф} / P_{н} \quad (1)$$

де  $P_{ф}$  – фактична продуктивність машини;  $P_{н}$  – нормативна продуктивність машини.

Ступінь зниження даного показника для різних марок машин може бути різний, але навіть при однаковій величині даного параметра область застосування машин у залежності від обсягу робіт змінюється. В залежності від складності геометрії котловану нормативна продуктивність може знижуватися до 20% [6], а при використанні екскаваторів на зачисних роботах зниження може складати до 33% [7]. Таким чином, об’єм його ковша ( $q_{ков}$ ), а відповідно типорозмір екскаватора (ТП) і є функцією:

$$q_{\text{ков}} = f(V, L_{\text{дос}}, P_{\text{ф}}) \rightarrow \text{ТП} \quad (2)$$

де  $V$  – обсяг робіт  $\text{м}^3$ ;  $L_{\text{дос}}$  – дальність постачання машини на об'єкт, км;  $P_{\text{ф}}$  – фактична продуктивність,  $\text{м}^3/\text{год}$ .

Особливість використання крана на процесах зведення, у порівнянні з екскаватором, полягає в тому, що собівартість виконання робіт включає заробітну плату монтажників, які працюють у сукупності з механізмом. Витрати на заробітну плату монтажників у відповідності до [8] залежать від виду конструктивного елемента та обсягу робіт. В роботі [38] для екскаваторів в залежності від місткості їх ковша, рівня складності та обсягу робіт на було визначено величину мінімального обсягу робіт при якому ефективно застосовувати механізм. Можна допустити, що і для кранів, аналогічно існує певна величина малооб'ємності за обсягами робіт.

### Мета роботи

Метою роботи є визначення величини малооб'ємності робіт при застосуванні стрілових кранів.

### Виклад основного матеріалу

Аналіз зміни собівартості виконання бетонних робіт краном за технічною продуктивністю показав, що ефективна вантажопідйомність, а відповідно і типорозмір крана залежать від обсягу робіт на об'єкті. В залежності від віддалі постачання крана на об'єкт змінюється як область ефективного застосування певного крана так і склад комплексу можливих до використання кранів.

Для стрілових кранів показником який дозволяє оцінити рівень складності робіт виступає коефіцієнт використання кранів за вантажопідйомністю ( $K_{\text{ван}}$ ), при його значеннях менше одиниці має місце зниження технічної продуктивності кранів. Причинами зниження є:

- збільшення тривалості циклу при виконанні робіт в умовах будівництва, та невідповідність ваги монтажних елементів вантажопідйомності крана (схеми у межах котловану для стрілових та з поза меж баштовими кранами);
- зниження вантажопідйомності кранів у зоні дії вантажного моменту (глибина подачі більше 3,5-6 м. для схем з поза меж котлованів для стрілових кранів).

З врахуванням сказаного вище функція вантажопідйомності (типорозмір) крана повинна враховувати глибину подачі конструктивних елементів ( $L_{\text{г.п}}$ ):

$$Q_{\text{кр}} = f(V, L_{\text{дос}}, P_{\text{ф}}, L_{\text{г.п.}}, n_{\text{м}}) \rightarrow \text{ТП} \quad (3)$$

де  $V$  – обсяг робіт т;  $L_{\text{дос}}$  – дальність постачання машини на об'єкт, км;  $P_{\text{ф}}$  – фактична продуктивність, т/год;  $L_{\text{г.п.}}$  – глибина подачі елементів, м,  $n_{\text{м}}$  – кількість монтажників зайнятих на процесі зведення.

Аналіз використання крана на процесі подачі бетону баддями для об'єктів з їхньою продуктивністю рівною нормативній показав, що ефективна вантажопідйомність, типорозмір крана та конструктивних елементів повинні відповідати обсягу робіт на об'єкті з урахуванням витрат одноразових на його залучення і оренду. Зниження продуктивності кранів ( $K_{\text{ван}} = \text{const} < K_{\text{ван}} = 1$ ) умовно збільшує обсяг робіт на об'єкті до величини:

$$V_{\text{пр}} = \frac{V_j}{K_{\text{ван}}} \quad (4)$$

де  $V_j$  – обсяг робіт, який виконується краном при монтажі конструкцій на  $j$ -му об'єкті;  $K_{\text{ван}}$  – коефіцієнт використання вантажних характеристик кранів. Відповідно робить ефективними крани більшої вантажопідйомності у порівнянні з кранами, які працюють за нормативною продуктивністю. Обсяг робіт який служить межею між кранами різної вантажопідйомності можна визначити з системи рівнянь:

$$\begin{cases} C_{ij} = E_{ij} + \frac{V_j}{\Pi_{ij}} (C_{\text{ек.і}} + n_j C_{\text{ГОД}}) \\ C_{i+1,j} = E_{i+1,j} + \frac{V_j}{\Pi_{i+1,j}} (C_{\text{ек.і+1}} + n_j C_{\text{ГОД}}) \end{cases} \quad (5)$$

при  $C_{i,i+1} = C_j$

$$V_j = \frac{E_{i+1,j} - E_{ij}}{(C_{\text{ек.і+1}} + n_j C_{\text{ГОД}}) / \Pi_{i+1,j} - (C_{\text{ек.і}} + n_j C_{\text{ГОД}}) / \Pi_{ij}} \quad (6)$$

де  $V_j$  – обсяг робіт на  $j$ -му об'єкті, т;  $C_i, C_{i+1}$  – собівартість виконання механізованих робіт відповідно крана типорозміру  $i$  та  $i+1$ , грн.;  $E_{ij}, E_{i+1,j}$  – одноразові витрати з постачання крана на будівельний майданчик типорозміру  $i$  та  $i+1$ , грн.;  $C_{\text{ек.і}}, C_{\text{ек.і+1}}$  – експлуатаційні витрати крана типорозміру  $i$  та  $i+1$ , грн./год.,  $\Pi_{ij}, \Pi_{i+1,j}$  – продуктивність крана типорозміру  $i$  та  $i+1$  при монтажі конструкцій на  $j$ -му об'єкті т/год.;  $n_j$  – кількість монтажників, які працюють на  $j$ -му об'єкті.

З рис. 1 видно, що при певному обсягу робіт може бути недоцільним застосування механізму на процесі подачі елементів. Величину малооб'ємності за обсягом робіт можна визначити з системи рівнянь:

$$\begin{cases} C_{ij} = E_{ij} + \frac{V_j}{\Pi_{ij}} (C_{ек.і} + n_j C_{ГОД}) \\ C_{руч} = C_{е.р.р} \cdot V_j \end{cases} \quad (7)$$

при  $C_{ij} = C_{руч}$ , буде дорівнювати:

$$V_j = \frac{E_{ij}}{C_{руч} - (C_{ек.і} + n_j C_{ГОД}) / \Pi_{ij}} \quad (8)$$

де  $V_j$  – обсяг робіт з монтажу конструкцій на  $j$ -му об'єкті, т;  $C_{ij}$ ,  $C_{руч}$  – витрати на подачу елементів відповідно  $i$ -го крана та вручну, грн.;  $E_{ij}$  – одноразові витрати з постачання  $i$ -го крана на будівельний майданчик, грн.;  $C_{ек.і}$  – експлуатаційні витрати крана  $i$ -го типорозміру, грн./год.;  $C_{е.р.р}$  – витрати з виконання одиниці об'єму робіт вручну, грн./т;  $C_{год}$  – середня погодинна заробітна плата одного робітника, грн.

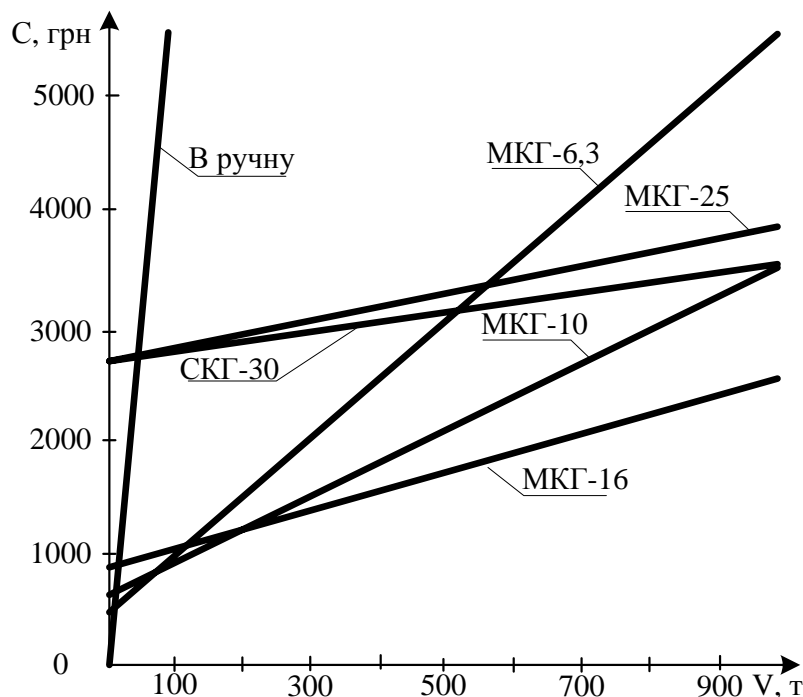


Рис.1 Зміна витрат на подачу бетону при нормативній трудомісткості ( $L_{тр} = 20$  км)

Механізація малооб'ємних за обсягами робіт може вирішуватися наступним чином:

- залученням механізму на подальші процеси таким чином зменшивши величину одноразових витрат;
- використанням універсальної машини, яка використовується на суміжних процесах.

При неможливості виконання робіт механізованим способом конструктивні рішення повинні бути адаптовані під виконання фундаментів в ручну. З виразу (8) видно, що величина малооб'ємності залежить від марки машини що використовується для виконання робіт, дальності до об'єкту будівництва ( $L_d$ ) та експлуатаційної продуктивності самої машини ( $\Pi_s$ ). Проведені розрахунки показують що величина малооб'ємності зростає зі збільшенням потужності використовуваної машини.

При фіксованій вазі елементів на об'єкті має місце не рівномірне зниження продуктивності кранів в результаті чого доцільний типорозмір крана має визначатися за технічними характеристиками.

З вище наведеного аналізу можна зробити висновок, що при виборі ефективного типорозміру крана для визначеної номенклатури виробів слід враховувати зміну коефіцієнта використання крана за вантажопідйомністю ( $K_{ван}$ ) з подальшим врахуванням одноразових витрат і орендної плати.

### Висновки

Аналіз ефективності механізації процесу спорудження фундаментів стріловими кранами показав, що:

- ефективний типорозмір крана залежить від обсягу робіт на об'єкті;
- при зниженні продуктивності кранів, ефективний типорозмір крана слід визначати для приведенного обсягу робіт ( $V_{пр}$ ) з урахуванням реального обсягу робіт ( $V$ ) і коефіцієнта використання крана за вантажопідйомністю ( $K_{ван}$ );
- визначено залежність встановлення обсягів робіт при яких на об'єкт не доцільно залучати кран у якості спеціалізованої машини для спорудження фундаментів;
- обґрунтування вибору ефективних типорозмірів крана можна виконувати в два етапи: I-й етап – за коефіцієнтом використання крана за вантажопідйомністю; II-й за собівартістю спорудження підземної частини будівлі з врахуванням витрат на матеріали та орендної плати.

### Література

1. Спектор М.Д. Выбор оптимальных вариантов организации и технологии строительства. - М.: Стройиздат., 1980. – 159 с.
2. Канюка Н.С. Выбор и применение строительно-монтажных кранов. К.: Госстройиздат. УССР, 1961. – 185 с.
3. Аненкова О.С. Рациональное распределение землеройной техники по объектам строительства. – Автореферат дис. ... канд. тех. наук – Днепр-к.: ДИСИ, 1991. – 18 с.
4. Иванейко И.Д. Ресурсосберегающая технология устройства котлованов с учетом затрат на последующие процессы. – Дис. ... канд. тех. наук. – К.: КИСИ. 1993 –195 с.

5. Рейш А.К. Машины для земляных работ / 2-е изд. доп и перераб. – М.: Стройиздат., 1981 – 352 с.
6. Канторер С.Е. Методы обоснования эффективности применения машин в строительстве. - М.: Стройиздат, 1969. – 487 с.
7. Технологические карты на комплексно-механизированные процессы производства земляных работ с применением новых серийно-выпускаемых машин. М., 1983. 140с.
8. Строительно-монтажные работы. Нормы, расценки, правила / Сост. Л.Ф. Гайдар, П.М. Косенко. – Киев: Будівельник, 1983. – 576 с.

### **Аннотация**

В статье предложен принцип величины минимального объема работ при применении стреловых кранов на примере возведения фундаментов в плотной городской застройке.

Ключевые слова: грузоподъемность крана; малообъемность работ; приведенный объем работ

### **Abstract**

The paper presents the principle of the magnitude of the minimum amount of work using cranes.

Keywords: truck crane, the minimum amount of work, amount of work brought.