

АНОТАЦІЯ

Розглянутий досвід застосування конструкцій гвинтових паль для малоповерхового будівництва. Виконаний розрахунок тримкості паль за двома різними методиками: чинними нормами України та методиці компанії Foundation Supportworks. Розраховані напруження та деформації в палях та ґрунтовій основі при спільному моделюванні за допомогою програми метода кінцевих-елементів PLAXIS. Використана пружно-пластична модель ґрунту основи. Обчислена стійкість ґрунтової основи з урахуванням зсувних деформацій схилу. Зроблений висновок про можливість застосування гвинтових паль для малоповерхового будівництва.

Ключові слова: гвинтові палі, лопаті, тримкість паль, метод кінцевих-елементів, зусилля в палях.

ANNOTATION

Practical experience of using helical piles for low-rise buildings is considered. Calculation of bearing capacity with two different methods is made: according to building code of Ukraine and with Foundation Supportworks company method. Stresses and deformations of pile and soil base with co-modeling by means of PLAXIS software using finite element method are defined. Stability of soil base with considering of shear deformation of slope is calculated. For soil base the linear-elastic-perfectly-plastic Mohr-Coulomb model is used. Conclusion about possibility of using helical piles for low-rise buildings is made.

Keywords: helical piles; helix blades; pile bearing capacity; finite element method; piles stress.

УДК 69:624.05

Іванейко І.Д., к.т.н., доц., НУ «Львівська політехніка», м. Львів

Олексів Ю.М., асп., НУ «Львівська політехніка», м. Львів

Кушнір Я.П., магістр, НУ «Львівська політехніка», м. Львів

ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ДОДАТКОВИХ ТИПОРОЗМІРІВ МОНТАЖНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА ПРИКЛАДІ СТІЛОВИХ КРАНІВ

Визначено ефективність монтажу типового та технологічних конструктивних збірних фундаментів під будівлю 141 серії з використанням стрічкових подушок завдовжки більше 3 м. Фундаменти зводять стріловими кранами за схемою монтажу з поза меж котловану. Розроблені методи визначення в стрічці фундаментів середньої ваги елементів для монтажу одним краном. Наведено приклад розрахунку довжин елементів контуру для крана КС-45719-8А. За результатами дослідження наведено монтажні технологічні показники.

Ключові слова: технологічне конструктивне рішення, монтажний момент елемента, вантажний момент крана, стрілові крани, збірні стрічкові фундаменти.

Постановка проблеми. Одним зі способів виконання монтажу підземної частини будівлі є зведення її з поза меж котловану. Для виконання цих процесів застосовуються спеціальні, універсальні та технологічно транспортні машини (бортові кран-маніпулятори). Застосування цих машин можливе у комплектах за різною схемою виконання робіт. У той самий час для запроектованої будівлі не є обґрунтованими доцільні розміри збірних та монтажних елементів під час виконання робіт стріловими кранами.

Аналіз останніх досліджень. Залежно від умов будівництва, зведення підземної частини будівлі рекомендується виконувати стріловими та баштовими кранами [1, 2]. Для ефективного використання кранів під час проектування потрібно приймати вагу конструктивних елементів залежно від

АНОТАЦІЯ

Розглянутий досвід застосування конструкцій гвинтових паль для малоповерхового будівництва. Виконаний розрахунок тримкості паль за двома різними методиками: чинними нормами України та методиці компанії Foundation Supportworks. Розраховані напруження та деформації в палях та ґрунтовій основі при спільному моделюванні за допомогою програми метода кінцевих-елементів PLAXIS. Використана пружно-пластична модель ґрунту основи. Обчислена стійкість ґрунтової основи з урахуванням зсувних деформацій схилу. Зроблений висновок про можливість застосування гвинтових паль для малоповерхового будівництва.

Ключові слова: гвинтові палі, лопаті, тримкість паль, метод кінцевих-елементів, зусилля в палях.

ANNOTATION

Practical experience of using helical piles for low-rise buildings is considered. Calculation of bearing capacity with two different methods is made: according to building code of Ukraine and with Foundation Supportworks company method. Stresses and deformations of pile and soil base with co-modeling by means of PLAXIS software using finite element method are defined. Stability of soil base with considering of shear deformation of slope is calculated. For soil base the linear-elastic-perfectly-plastic Mohr-Coulomb model is used. Conclusion about possibility of using helical piles for low-rise buildings is made.

Keywords: helical piles; helix blades; pile bearing capacity; finite element method; piles stress.

УДК 69:624.05

Іванейко І.Д., к.т.н., доц., НУ «Львівська політехніка», м. Львів

Олексів Ю.М., асп., НУ «Львівська політехніка», м. Львів

Кушнір Я.П., магістр, НУ «Львівська політехніка», м. Львів

**ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ
ЗАСТОСУВАННЯ ДОДАТКОВИХ
ТИПОРОЗМІРІВ МОНТАЖНИХ
КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ НА
ПРИКЛАДІ СТІЛОВИХ КРАНІВ**

Визначено ефективність монтажу типового та технологічних конструктивних збірних фундаментів під будівлю 141 серії з використанням стрічкових подушок завдовжки більше 3 м. Фундаменти зводять стріловими кранами за схемою монтажу з поза меж котловану. Розроблені методи визначення в стрічці фундаментів середньої ваги елементів для монтажу одним краном. Наведено приклад розрахунку довжин елементів контуру для крана КС-45719-8А. За результатами дослідження наведено монтажні технологічні показники.

Ключові слова: технологічне конструктивне рішення, монтажний момент елемента, вантажний момент крана, стрілові крани, збірні стрічкові фундаменти.

Постановка проблеми. Одним зі способів виконання монтажу підземної частини будівлі є зведення її з поза меж котловану. Для виконання цих процесів застосовуються спеціальні, універсальні та технологічно транспортні машини (бортові кран-маніпулятори). Застосування цих машин можливе у комплектах за різною схемою виконання робіт. У той самий час для запроектованої будівлі не є обґрунтованими доцільні розміри збірних та монтажних елементів під час виконання робіт стріловими кранами.

Аналіз останніх досліджень. Залежно від умов будівництва, зведення підземної частини будівлі рекомендується виконувати стріловими та баштовими кранами [1, 2]. Для ефективного використання кранів під час проектування потрібно приймати вагу конструктивних елементів залежно від

функціонального простору крана [3]. Ефективні крани уможливають підвищити загальну та середню вантажопідйомність елементів, зменшити кількість елементів на об'єкті та підвищити технологічні показники з використання кранів, розмірів та відносної маси конструкцій і скоротити терміни зведення об'єкта [1, 4].

Під час виконання монтажу на різних вильотах стріли (для кранів зі змінною характеристикою вантажопідйомності із вильотом стріли), крім їхньої ваги, необхідно враховувати монтажний момент елементів під час формування конструктивних та технологічних рішень підземної частини будівлі [5 - 7]. Аналіз ефективності застосування конструктивних рішень подушок стрічкових фундаментів та плит перекриття під стрілові крани з використанням обмеженої номенклатури виробів наведено у [5, 6]. Отже, є необхідність у подальшому дослідженні ефективності застосування стрілових кранів під час зведення підземної частини будівлі без обмеження номенклатурою конструктивних елементів.

Мета роботи. Визначити застосування різнотипних за вагою (довжиною) монтажних елементів для виконання монтажних робіт кранами зі змінною характеристикою вантажопідйомності від вильоту стріли.

На ефективність зведення насамперед впливає продуктивність виконання робіт, рівень якої у будівництві частково можна оцінювати величиною трудомісткості. На монтажних роботах зменшення трудомісткості можна досягти за рахунок зменшення кількості елементів та збільшення їхньої маси. Ефективним показником для порівняння варіантів конструктивних рішень за однакових ОТР є значення ступеня укрупнення елементів [3]:

$$k_y = \frac{G_k}{N_k}, \quad (1)$$

де G_k – загальна маса збірних елементів на об'єкті;
 N_k – кількість монтажних елементів на об'єкті.

За зміни ОТР ефективність прийнятого конструктивного рішення з укрупненими елементами відповідно до рекомендацій [1] потрібно оцінювати з урахуванням зміни трудомісткості робіт. Так, якщо укрупнення елементів веде до зміни типорозміру крана

(зміни розмірної групи крана), то прийняття такого рішення ефективне лише за зменшення кількості монтажних елементів не менше ніж на 10 %.

Оцінки різних конструктивних рішень за кількістю монтажних елементів, з урахуванням досягнення максимального значення коефіцієнта рівно масовості [3] елементів, рекомендується визначати як [1]:

$$n_{\text{пр}} = \frac{Q}{\Gamma_{\text{max}}}, \quad (2)$$

де, Q – маса конструкції, яка монтується;
 Γ_{max} – найбільша вантажопідйомність крана за вильоту стріли, яка забезпечує монтаж всіх збірних елементів.

Аналіз самих кранів показав, що вибір вантажопідйомності потрібно проводити не за номером групи крана, а за реальними технічними характеристиками кранів (КС45719-1, КС45719-8А).

Для аналізу доцільності використання кранів без обмеження номенклатури виробів за вихідний матеріал взято приклад розроблених типового і технологічного конструктивного рішень у [5] (варіанти для крану 20т – КС-45719-1).

Для теоретичного обґрунтування ефективної середньої вантажопідйомності кранів розглянуто можливість монтажу монтажних елементів на просторі від 5 до 11 м з довжиною елементів від 1 до 6 м (табл. 1).

За результатами виведених значень було проведене порівняння за зміною кількості монтажних елементів до монтажу стрічки в осях 2/А-В загальною масою 13,8 т та зміною кількості елементів (табл.2). Ефективність застосування кранів на об'єкті визначалась за коефіцієнтом використання крана за найбільшою та середньою (з урахуванням моменту) вантажопідйомністю:

$$K_{\text{в.кр}}^{\Gamma} = Q/\Gamma_{\text{max}}, \quad (3)$$

$$K_{\text{в.кр}}^Q = Q/Q_{\text{Lсер}}, \quad (4)$$

$$E = (K_{\text{в.кр}}^Q / K_{\text{в.кр}}^{\Gamma}) * 100 \%, \quad (5)$$

де $K_{\text{в.кр}}^{\Gamma}$ і $K_{\text{в.кр}}^Q$ – коефіцієнт використання кранів для контуру з найменшою вантажопідйомністю крана на найбільшому вильоті стріли та на середньому вильоті стріли;

$Q_{\text{Lсер}}$ – середня вага елементів у контурі 5 - 11 м для елементів завдовжки 1 - 6 м;

E – середня ефективність застосування кранів з вантажопідйомністю $Q_{\text{Lсер}}$ та Γ_{max} .

Таблиця 1

Найбільша та середня вага елемента залежно від його довжини для крана КС45719-8А

Довжина стрічкової плити фундаменту ФЛ-24									
l=1, м		l=1.5, м		l=2, м		l=3, м		l=6, м	
Лц.в.ел.	Q, т	Лц.в.ел.	Q, т	Лц.в.ел.	Q, т	Лц.в.ел.	Q, т	Лц.в.ел.	Q, т
5.5	11.3	5.75	10.65	6.0	10	6.5	9	8	6.5
6.5	9	7.25	7.63	8.0	6.5	9.5	5.25		
7.5	7.25	8.75	5.83	10.0	4.9				
8.5	6.2	10.25	4.73						
9.5	5.25								
10.5	4.56								
ΣQ, т	43.56	ΣQ, т	28.84	ΣQ, т	21.4	ΣQ, т	14.25	ΣQ, т	6.5
ΣQ/n	7.26	ΣQ/n	7.21	ΣQ/n	7.13	ΣQ/n	7.125	ΣQ/n	6.5

Таблиця 2

Ефективність використання кранів під час зведенні стрічки стрічкових фундаментів ФЛ-24 завдовжки 5-11 м.

Марка крана	Вантажо- підйо- мність крана Q	$\Gamma_8 =$ $Q_{L=8}$	Γ_{max}	$Q_{L,сер}$	$K_{в.кр}^{\Gamma}$	$K_{в.кр}^Q$	Ефектив- ність крана, E %	$G_{заг}$	$n_{пр}$	$n_{пр}^M$	Зміна к-сті елементів %
КС-65719-1К	40	13.95	9,46-11,06	14,7-14,9	0,27	0,37	137%	13,8т	1	1	100%
КТА-32	32	7	4,35-5,12	8,57-8,64	0,15	0,27	180%	13,8т	3	2	150%
КС-45719-1А	20	4.25	2,42-3,00	4,71-4,79	0,14	0,24	171%	13,8т	5	3	166%
КС-45719-8А	20	6.5	4.56-5.25	7.15-7.26	0,24	0,36	147%	13,8т	5	3	166%
КС-3577-3К	16	3.77	2,16-2,50	3,89-4,07	0,15	0,25	166%	13,8т	6	3	200%
КС-3577.2	12,5	3.15	1.89-2.25	3.43-3.54	0,16	0,28	175%	13,8т	7	4	175%
КС-3575А	10	2.63	1,68-1,88	2,98-2,87	0,18	0,29	161%	13,8т	8	5	160%
КС2561К	6,3	1.15	0,62-0,90	1,48-1,41	0,12	0,23	192%	13,8т	19	10	190%

 Γ_8 і $Q_{L=8}$ – вага елементів під час монтування його на вильоті стріли в 8 м.

Визначення доцільних параметрів конструктивного рішення у заданому контурі досягається (без обмеження довжини елементів) отриманням рівності моментів на однакових вильотах стріли та глибини подачі елементів:

$$M_{крі} = M_{елі}, \quad (6)$$

де $M_{кр}$ – момент крана з технічних характеристик при глибині;

$M_{елі}$ – момент монтажного елементу.

Для заданого контуру елементів з відстанню від осі руху крана L_{max} та L_{min} і визначеній вазі одного метра погонного елемента $g_{ел}$, визначаємо розрахункову модель:

$$M_{крі} = Q_i \cdot b_i \quad (7)$$

$$M_{елі} = g_{ел} \cdot l_{елі} \cdot (L_{man} - l_{елі}/2), \quad (8)$$

$$Q_i = g_{ел} \cdot l_{елі}, \quad (9)$$

при

$$b_i = L_{man} - l_{елі}/2. \quad (10)$$

Згідно з аналізом функціонального

простору стрілових кранів, для яких був проведений регресійний аналіз (лінійної, степеневі, квадратичної, кубічної, гіперболічної, логарифмічної, експоненціальної регресії) для запису математичної залежності. За результатами регресивного аналізу технічних характеристик стрілового крана КС-45719-8А за параметрами вантажопідйомності – виліт стріли, найкраще описує показникова функція у вигляді $y = a \cdot b^x$.

$$Q_i = 25,852 \cdot 0,8527^{X_i}, \quad (11)$$

$$X_i = L_{max} - \frac{l_{елі}}{2}, \quad (12)$$

де X_i – глибина подачі i -го елемента.

Розрахунок технологічних конструктивних довжин фундаментних плит ФЛ-20 по осі 4 наведено в табл. 3 та показано на рис. 1 (маса 1 м.п. конструкцій плити ФЛ 20 $q_{ел.} = 1,65$ т/м).

За результатами наводимо порівняння технологічних значень (табл. 4) та загальний план фундаментів (рис. 2).

Таблиця 3

Розрахункові параметри для підбору ефективних довжин фундаментних плит ФЛ-20 по осі 4

ФЛ 20						
$L_{\max}, \text{м}$	$L_{\min}, \text{м}$	$q_{\text{ел.}}, \text{т/м}$	$l_{\text{ел.}}, \text{м}$	$Q_{\text{ел.}}, \text{т}$	$L_{\text{ц.в.ел.}}, \text{м}$	$Q_{\text{кр.}}, \text{т}$
11,65	4,45	1,65	3,1	5,12	10,1	5,17
8,55	4,45	1,65	4,1	8,00	6,5	9,17

Таблиця 4

Технологічні параметри зведення стрічкових фундаментів кранами КС45719-1 та КС45719-8А

№	Назва параметра		$3 L < 3 \text{ м}$	$3 L > 3 \text{ м}$
1	Максимальна вага, т	2.3	5.1	9.9
2	Максимальний момент, тхм	Типове	46.61	52.92
3	Коефіцієнт різноваговості	0.668	0.464	0.38
4	Коефіцієнт різномоментності	0.435	0.434	0.5435
5	Коефіцієнт використання крана 20т	0.0768	0.1328	0.1693
6	Коеф. використання комплекту кранів	0.1618	0.1826	0.2186
7	Кількість різнотипних кранів	5	4	3
8	Кількість монтажних елементів	201	120	86
9	Трудомісткість виконання робіт	43.8	31.77	27.85
10	Тривалість виконання робіт	20.9	16.6	18.52
11	Необхідний кран вантажопідйомністю	20 КС-45719-1	20 КС-45719-8А	

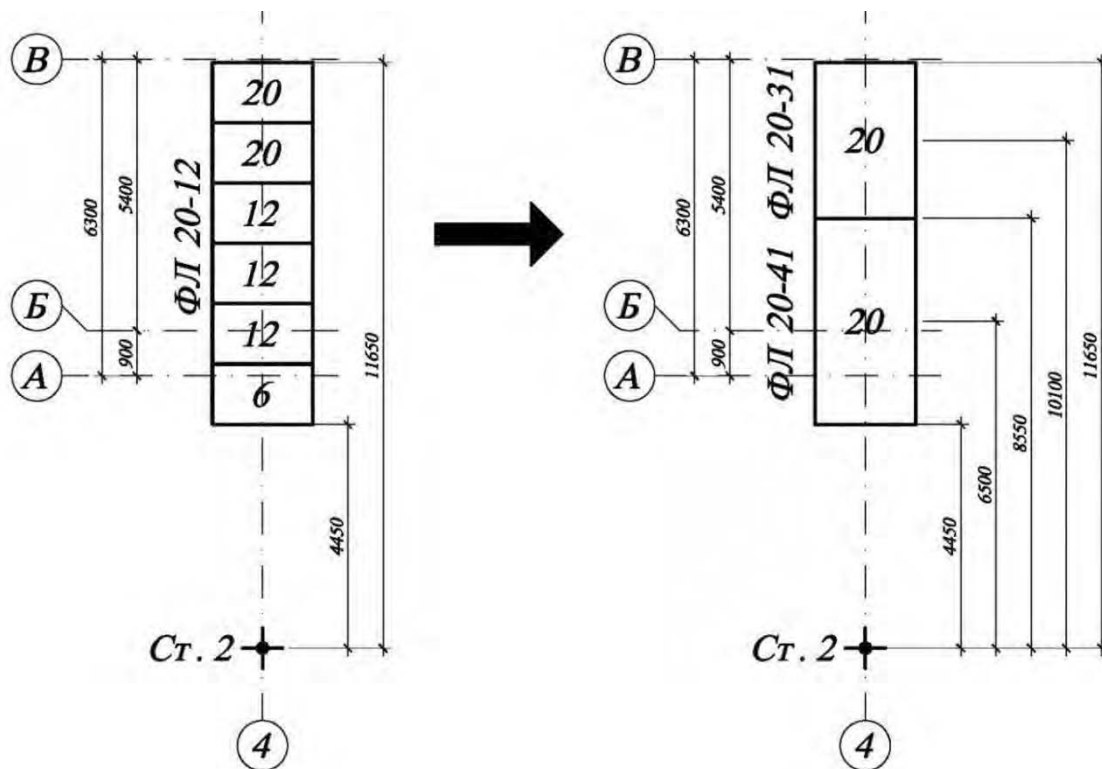


Рис. 1. Розрахункові технологічні конструктивні довжини фундаментних плит ФЛ-20м під кран КС45719-8А

Висновки

1. Наведена методика формування ефективних конструктивних рішень під час виконання монтажних робіт із-за меж котловану дає однакові результати по вибору елементів на всю довжину контуру (елемент ФЛ-24 для крана КС-65719-1К) .

У той самий час вони є менші від кількох елементів з урахуванням моменту елемента (крана) відповідно на 105-107 %.

2. Під час виконання контуру у кілька елементів запропонована методика дає можливість підвищити ефективність крана.

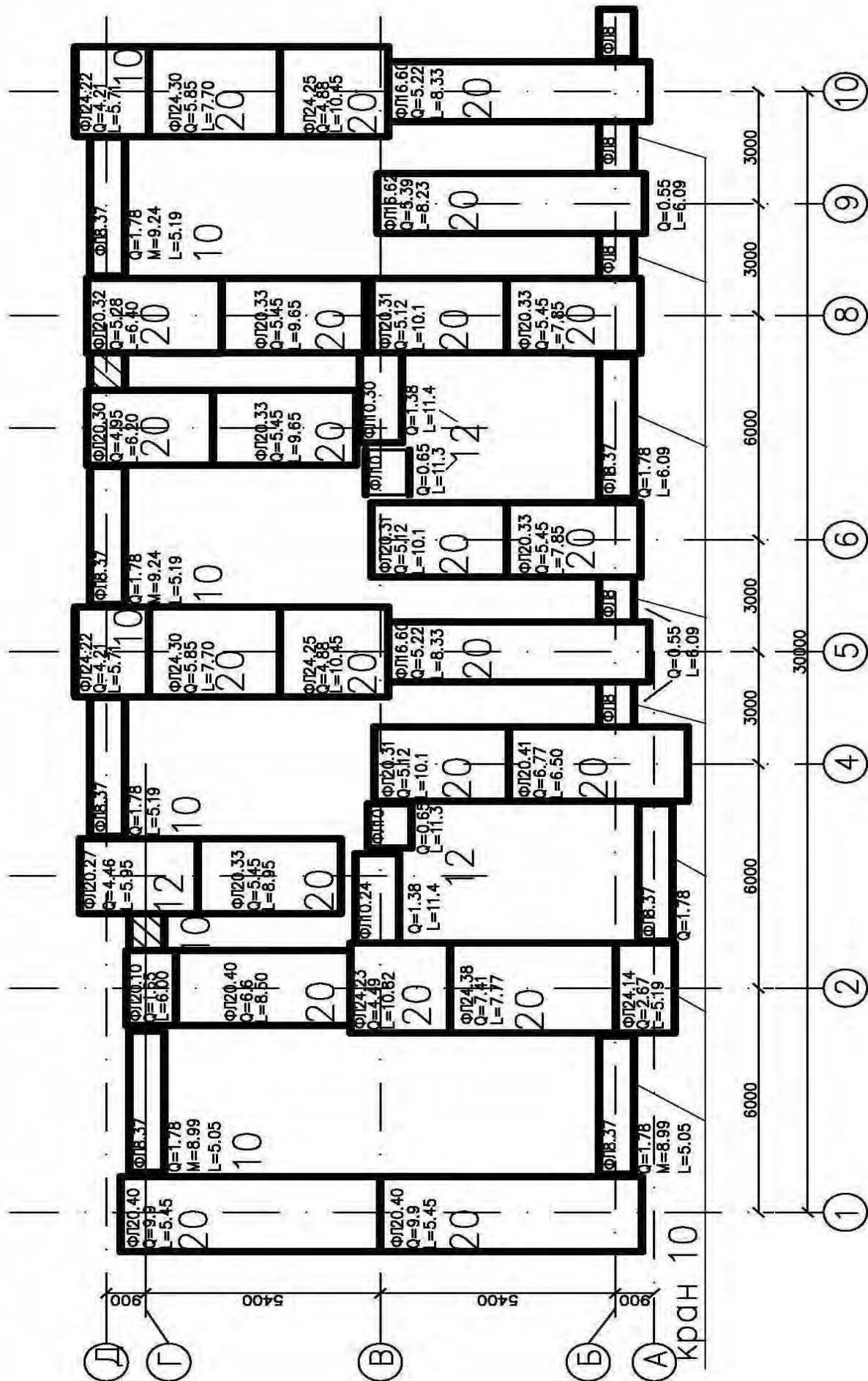


Рис. 2. Технологічне рішення фундаментів з довільною довжиною для крана КС45719-8А

3. Застосування елементів без прив'язки до номенклатури виробів дає змогу скоротити кількість елементів. У той самий час потрібно дослідити ефективність застосування таких елементів з урахуванням виготовлення та монтажу на об'єкті.

4. Розроблені елементи з різними типорозмірами можуть бути використані для збалансування тривалості перебування різних кранів за вантажопідйомністю на об'єкті.

5. Необхідно розробити оптимізаційну модель для характеристики параметрів кранів з метою автоматизованого вибору ефективних технологічних конструктивних рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Егнус М.Я. Левинзон А.Я. Оценка технологичности проектных решений жилых и общественных зданий. М.: Изд. Стандартов, 1975. -64 с.

2.Шумаков І.В. Теоретико-методологічні принципи формування організаційно-технологічних рішень зведення підземної частини цивільних будівель.: Автореферат дис. д.т.н. – Харків, ХНУБА, 2015. – 35 с.

3. Швиденко В.И. Монтаж строительных конструкций. – М.: Высш. шк.,1987. – 423 с.

4. Гусаков А.А. Системотехника строительства. – М.: Стройиздат, –1983.- 440 с.

5. Іванейко І.Д., Мудрий І.Б., Олексів Ю.М. Формування та ефективність

технологічних конструктивних рішень стрічкових фундаментів зведених із-за меж котловану// Зб. Наук. пр. «Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві». – Луцьк.-ЛНТУ – 2015. С. 79-92.

6. Іванейко І.Д., Олексів Ю.М. Формування технологічних конструктивних рішень на прикладі розкладки плит перекриття. // Эффективное строительство. Объекты, технологии, конструкции и материалы. /Научно-практическая конференция 25.02.2016. – Одесса. http://gw.expo-odessa.com/VDO2016/materialy_konf_2016n.pdf /Tezi_Ivaneyko.pdf .

7. Іванейко І.Д., Олексів Ю.М. Ефективність застосування кран-маніпуляторів на бортових машинах для монтажу фундаментів /Ефективні організаційно-технологічні рішення та енергозберігаючі технології в будівництві: матер. VI Міжнарод. наук.-практ. конф. 23 - 24 березня 2016 р. – Харків,: Видавництво «Точка», 2016. С. 52 - 54.

АННОТАЦИЯ

Определено эффективность монтажа типового и технологически конструктивных сборных фундаментов под здание 141 серии с использованием ленточных подушек длиной больше 3 м. Фундаменты возводят стреловыми кранами за схемой монтажа из-за пределов котлована. Разработаны методы определения в ленте фундаментов среднего веса элементов для монтажа одним краном. Наведен пример расчета длины элементов контура для крана КС-45719-8А. По результатам исследования приводятся монтажные технологические показатели.

Ключевые слова: технологическое конструктивное решение, монтажный момент элемента, грузовой момент крана, стреловые краны, сборные ленточные фундаменты.

ANNOTATION

The article defines the effectiveness of installing an ordinary and technological modular design foundations for 141 series building using strip pillows over 3m long. Foundations were erected by the jib cranes according to the assembling scheme from outside the pit. Developed methods of determining a tape foundations average weight of elements for installation of a crane. An example of calculating the length of the element contour for the crane brands KS-45719-8A. According to the results of the study installation technological indicators were shown.

Keywords: technological design solution, assembling characteristics of the element, handling characteristics of the crane, jib cranes, prefabricated strip foundations.