

ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ВАРІАНТНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ ПІДЗЕМНОЇ ЧАСТИНИ БУДІВЕЛЬ

Наведено результати досліджень з формування методики вибору ефективної технології спорудження підземної частини будівель при зведенні з-за меж котловану стріловими кранами, яка передбачає сукупний пошук оптимальних технологічних та конструктивних рішень фундаментів. Представлено методику вибору ефективної технології спорудження фундаментів при схемах зведення з-за меж котловану, яка полягає у визначенні такої сукупності конструктивних елементів, послідовності освоєння фронтів робіт, засобів механізації та їх кількості, які б забезпечили підвищення рівня використання кранів за вантажопідйомністю.

Ключові слова: *підземна частина споруд, крани, фундаменти, технологія зведення.*

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ВАРИАНТНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ЗДАНИЙ

Представлены результаты исследований по формированию методики выбора эффективной технологии сооружения подземной части зданий при возведении из-за пределов котлована стреловыми кранами, которая предусматривает совместный поиск оптимальных технологических и конструктивных решений фундаментов. Приведена методика выбора эффективной технологии сооружения фундаментов при возведении из-за пределов котлована, которая заключается в определении такой совокупности конструктивных элементов, последовательности освоения фронтов работ, средств механизации и их количества, которые бы обеспечили повышение уровня использования кранов по грузоподъемности.

Ключевые слова: *подземная часть сооружений, краны, фундаменты, технология возведения.*

GENERAL PRINCIPLES OF OPTIOMAL DESIGN TECHNOLOGIES OF UNDERGROUND PARTS OF BUILDINGS

The article presents the results of studies on the formation of methods of selection the effective construction technology of underground buildings part at construction outside a pit with the help of jib cranes, and provides comprehensive search for optimal technological and

design decisions of foundations. Methods of selecting effective foundations building technology at construction outside the pit should consist in determining such aggregate of structural elements, sequence of work fronts development, mechanization and its quantity, which would provide for the increasing use of cranes lifting capacity.

Keywords: *underground buildings part, cranes, foundations, construction technologies, basic variant.*

Вступ. Комплексний технологічний процес улаштування підземної частини будівлі включає багато процесів: розроблення земляної споруди, влаштування фундаментів та інженерних комунікацій, зворотне засипання пазух фундаментів, спорудження перекриття підземної частини будівлі, де сам процес спорудження фундаментів можна розглядати як замкнену систему в межах зведення будівлі в цілому [1]. Для того щоб ефективні рішення в межах прийнятої системи не знижували ефективності зведення будівлі, слід розглядати цю систему як відкриту, що має передбачати використання однотипних засобів механізації та технологій як для спорудження підземної, так і надземної частин будівлі.

Огляд останніх джерел досліджень та публікацій. Ефективність технології зведення підземної частини будівель визначається витратами на її виконання і термінами відкриття фронтів робіт для здійснення подальших процесів. Для найшвидшого відкриття фронтів відповідно до потокових методів виконання робіт кількість захваток повинна бути найбільшою, а кількість процесів спорудження фундаментів – мінімальною, крок потоку повинен бути збалансований із суміжними процесами [3]. Урахування цих чинників дозволить зменшувати терміни зведення, оскільки питання часу сьогодні є актуальним, завдяки широкому рівню залучення кредитних коштів.

Для впровадження потокових методів будівництва під час зведення підземної частини будівель була розроблена діаграма послідовності виконання процесів (рис. 1).

На діаграмі показані способи групування процесів для реалізації технології комплексного зведення підземної частини будівель або методів їхнього зведення, збалансованих за інтенсивністю (кроком потоку) із суміжними процесами, із застосуванням часткових, спеціалізованих і комбінованих потоків.

Для впровадження потокового зведення підземної і надземної частин будівель виконувати роботи слід спеціалізованими потоками з незалежним використанням кранів та інших засобів механізації.

З урахуванням цих міркувань і рекомендацій проф. М.Я. Єгнуса незалежно від поверховості під час спорудження фундаментів (найтрудомісткіший процес підземної частини будівлі) доцільно застосовувати стрілові крани.

Як було зазначено в роботі [5], ефективні типорозміри ведучої машини залежать від обсягу робіт, глибини подачі елементів, її експлуатаційної продуктивності. Відповідно обсяги робіт визначають конструктивні (типорозміри котловану та фундаментів) та технологічні (метод спорудження фундаментів) чинники. Основними схемами зведення при влаштуванні фундаментів через сукупність ряду чинників є виконання робіт з-за меж земляної споруди [6].

На діаграмі показані способи групування процесів для реалізації технології комплексного зведення підземної частини будівель або методів їхнього зведення, збалансованих за інтенсивністю (кроком потоку) із суміжними процесами, із застосуванням часткових, спеціалізованих і комбінованих потоків.

Для впровадження потокового зведення підземної і надземної частин будівель виконувати роботи слід спеціалізованими потоками з незалежним використанням кранів та інших засобів механізації.

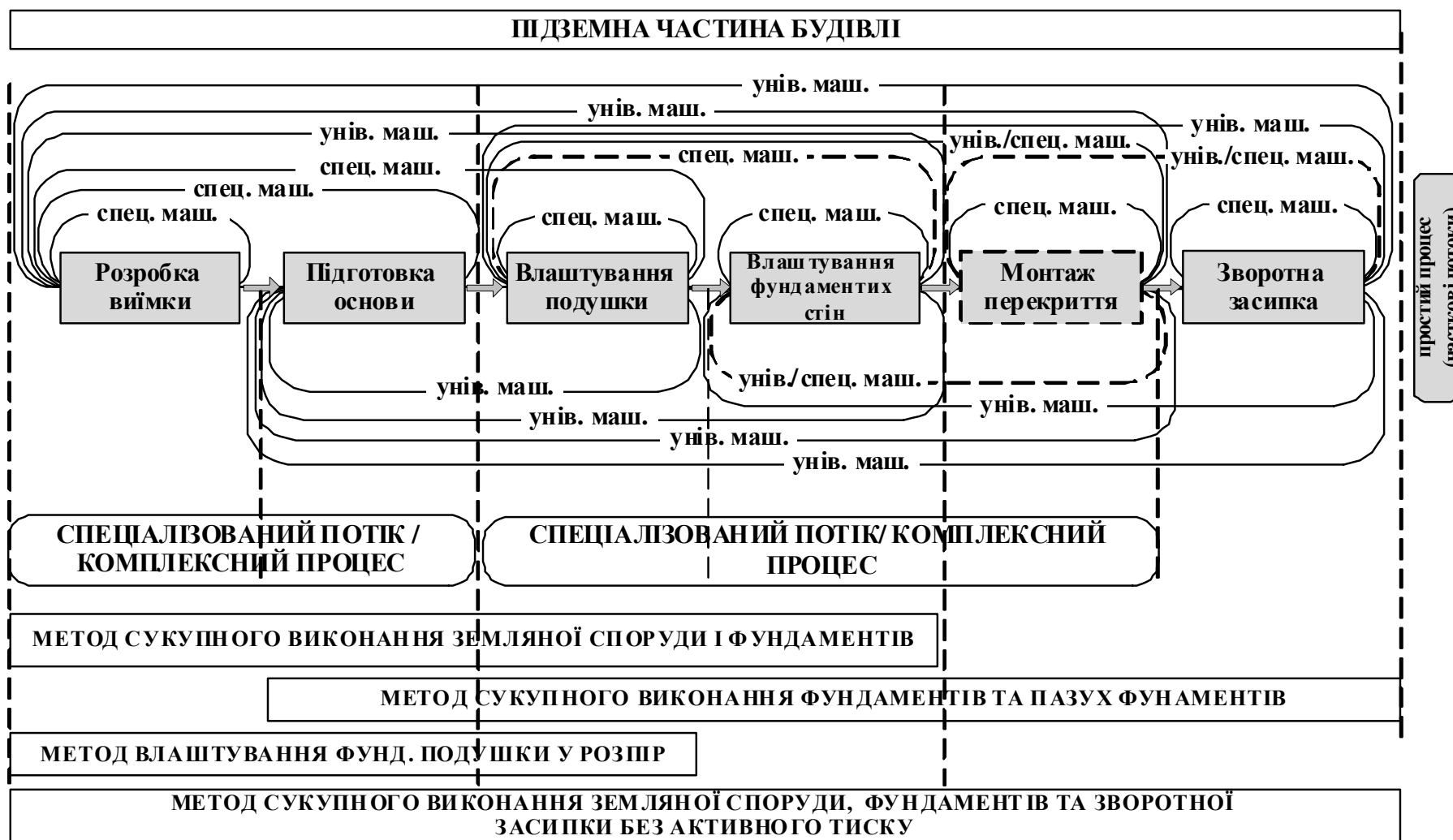


Рис. 1. Послідовності виконання процесів та способи їх групування з метою збалансування для скорочення терміну відкриття фронту робіт під час зведення підземної частини споруди

З урахуванням цих міркувань і рекомендацій проф. М.Я. Єгнуса незалежно від поверховості під час спорудження фундаментів (найтрудомісткіший процес підземної частини будівлі) доцільно застосовувати стрілові крани.

Як було зазначено в роботі [5], ефективні типорозміри ведучої машини залежать від обсягу робіт, глибини подачі елементів, її експлуатаційної продуктивності. Відповідно обсяги робіт визначають конструктивні (типорозміри котловану та фундаментів) та технологічні (метод спорудження фундаментів) чинники. Основними схемами зведення при влаштуванні фундаментів через сукупність ряду чинників є виконання робіт з-за меж земляної споруди [6].

Постановка завдання. Методика вибору ефективної технології спорудження фундаментів з використанням схем зведення з-за меж котловану повинна полягати у визначенні такої сукупності конструктивних елементів, послідовності освоєння фронтів робіт, засобів механізації та їх кількості, які б забезпечили підвищення використання кранів за вантажопідйомністю (експлуатаційною продуктивністю кранів на об'єкті). Розв'язання поставленого завдання ґрунтується на таких положеннях:

- а) під час формування технології мають бути охоплені всі наявні механізми та врахований їх розподіл по об'єктах;
- б) під час формування ефективних конструктивно-технологічних рішень фундаментів і комплектів елементів повинна бути врахована наявна номенклатура виробів та пристосувань;
- в) схеми роботи різнотипних комплектів кранів мають передбачати швидше відкриття фронту робіт для подальших процесів зведення підземної та надземної частин будівлі;
- г) розроблення ефективної технології для зведення фундаментів передбачає вибір стрілових кранів у взаємозв'язку з вибором конструктивного елемента та допоміжних засобів з урахуванням їх розміщення у функціональному просторі кранів;
- д) формування методів як з комплектом елементів, так із комплектом елементів та стрілових кранів повинно виконуватися з урахуванням ефективних технологічно-конструктивних рішень фундаментів.

Варіантне проектування фундаментів має включати наперед розроблені методики:

- вибір крана за технічними характеристиками [1, 2, 3];
- формування комплектів кранів для різномасових об'єктів [4].

У цілому, схема формування ефективних технологій улаштування фундаментів показана на рис. 2.

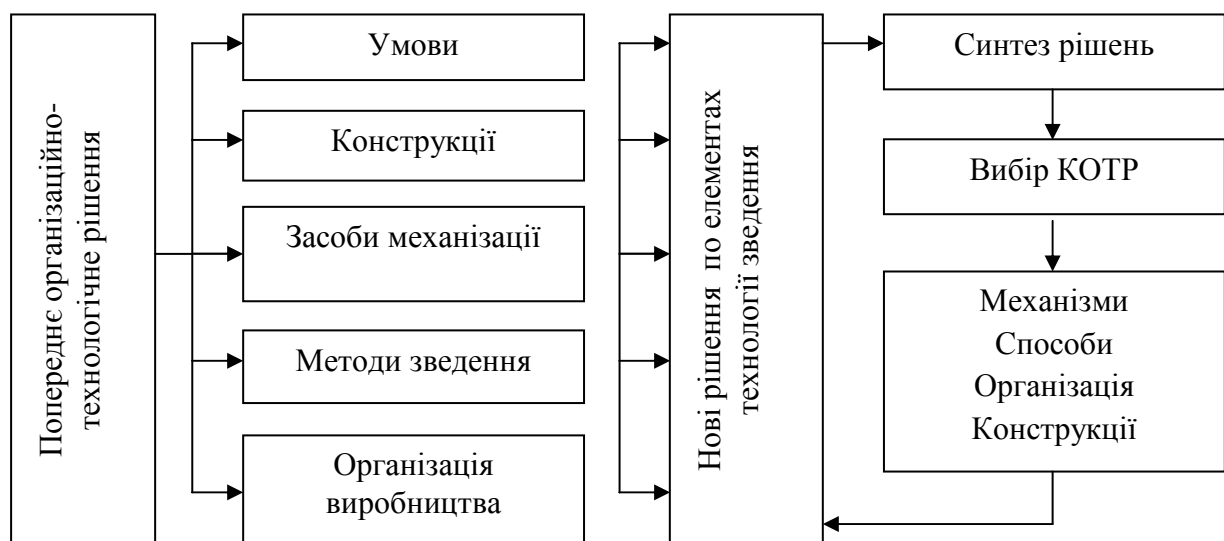


Рис. 2. Схема формування нових конструктивно-технологічних рішень (КОТР) зведення фундаментів

Мета полягає в підвищенні експлуатаційної продуктивності технології зведення підземної частини будівель за рахунок визначення такої сукупності конструктивних елементів, послідовності освоєння фронтів робіт, засобів механізації та їх кількості, які забезпечили б підвищення використання кранів за вантажопідйомністю.

Основний матеріал і результати. Для розв'язання завдання з варіантного проектування технології зведення визначають такі вихідні дані:

– перелік (номенклатура) елементів, які можуть бути використані на цьому об'єкті (перелік складається на основі типових серій, проектної документації, наявних засобів);

– календарні терміни початку та кінця виконання робіт з улаштування підземної частини будівель (перелік складається на основі графіків будівництва, проектів виконання робіт);

– обсяги робіт зі зведення конструкцій фундаментів (розраховуються на основі проектів та калькуляцій);

– конструктивні параметри монтажних елементів (бадді, опалубка, арматурні каркаси, збірні елементи); ширина, висота та вага конструкцій; типорозмір елемента;

– об'ємно-планувальні параметри споруджуваних об'єктів: ширина, довжина і глибина котловану; гідрогеологічні умови виконання робіт; взаємне розташування конструкцій; стислість умов виконання робіт на будівельному майданчику (визначається за проектом організації будівництва, проектом виконання робіт, робочими кресленнями);

– взаємне розташування об'єктів, що зводяться організацією; відстань до бази постачання технічних засобів;

– наявний парк технічних засобів, які можуть бути використані під час зведення підземної частини будівель; віддаль подання кожного окремого крана на об'єкті; можлива тривалість використання кожного крана на об'єкті.

Суть інженерної методики формування ефективних варіантів технології спорудження фундаментів з урахуванням вантажного моменту полягає в наступному (рис. 3):

1) формування ефективної технології спорудження фундаментів за $K_M < 0,8$ ґрунтується на методі їх зведення комплектом різнотипних кранів, розробленому для всіх типорозмірів елементів з найменшої номенклатури виробів;

2) розроблення методів з комплектом різнотипних кранів для всіх типорозмірів елементів дає змогу визначити елементи, за допомогою яких можна отримати ефективне технологічно-конструктивне рішення фундаментів (елементи, застосування яких змінює необхідний типорозмір крана порівняно з попереднім елементом);

3) для ефективних технологічних рішень за рахунок незначного зростання трудомісткості (розукрупнення) можна досягти зменшення типорозміру крана, необхідного для зведення об'єкта;

4) під час визначення доцільності запровадження технології поетапного спорудження фундаментів ураховується як наявність неспіврозмірного елемента (елементів) за вантажним моментом ($K_M < 0,4$), так і просторовий чинник – глибина подачі елементів на об'єкті за схемою з-за меж котловану ($L_{max}/L_{min} \geq 3$);

5) для неведучого засобу механізації (стрілового крана) передбачається виконання робіт за традиційною технологією (один мінімально можливий типорозмір елемента і крана за умови, що інтенсивність виконання робіт ним буде більша або дорівнюватиме інтенсивності ведучого процесу).

Блок-схему інженерної методики формування ефективних варіантів технології спорудження фундаментів з урахуванням вантажного моменту показано на рис. 1. Базовий варіант – найменш трудомістке рішення спорудження фундаментів з урахуванням номенклатури виробів і пристосувань (критерій – мінімум трудомісткості).

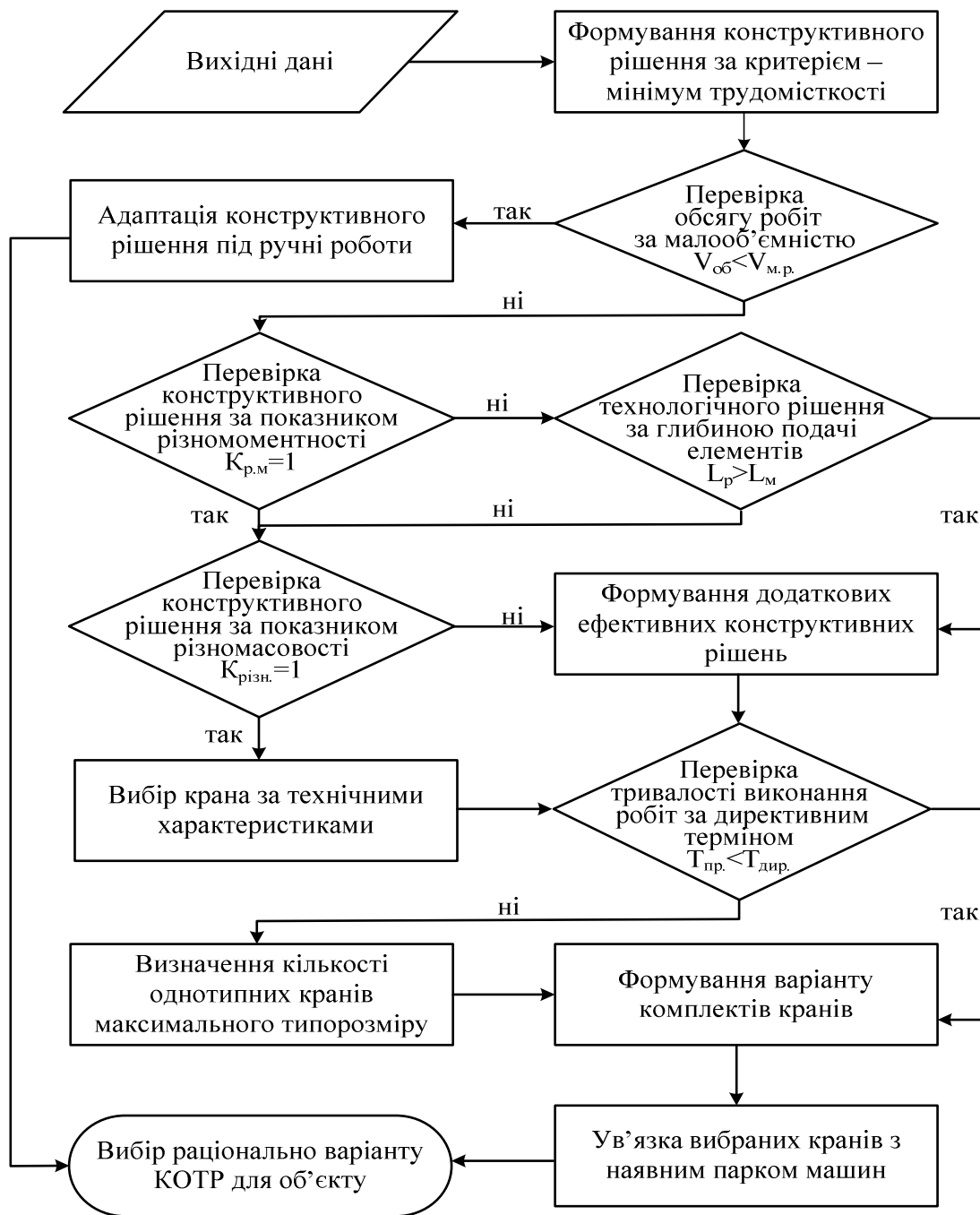


Рис. 3. Блок-схема методики формування ефективних варіантів технології зведення підземної частини будівель

Формування наступних ефективних варіантів конструктивних рішень передбачає використання оптимізаційного методу скорочення інтервалу невизначеності, основна ідея якого полягає у тому, що на кожному k -му кроці пошуку елемент з максимальною монтажною масою виключає підінтервал з елементами, котрі мають менші необхідні вильоти гака,

$$L_0 < L_i < L_{s.\max}^i, \quad (1)$$

де L_0 , L_i , $L_{s.\max}$ – відповідно необхідний виліт гака на об'єкті, мінімальний для i -го елемента; максимальний на цьому кроці пошуку.

Формування варіантів додаткових ефективних комплектів кранів включає визначення типів кранів й обсягів робіт, які вони можуть виконати. Призначення комплекту кранів виконується комбінаторним методом як сполучення крана раціонального типорозміру з типорозмірами кранів, котрі можуть бути застосовані на об'єкті. Під час формування комплекту враховується те, що у ньому може застосовуватися лише один кран із розмірної групи.

До ефективних комплектів кранів обов'язково включається комплект, який складається лише з одного раціонального крана. Формування комплекту кранів передбачає розв'язок двокритеріальної задачі за критеріями одноразових і експлуатаційних витрат.

Основна ідея формування варіанта комплекту за собівартістю виконання робіт полягає у тому, що на кожному кроці етапу перевіряється можливість заміни одного з кранів комплекту на конкурентний. Кран, використання якого є обов'язковим для суміжного процесу, приймається до розгляду з нульовою величиною одноразових витрат.

Висновки. Запропонована методика вибору ефективної технології спорудження фундаментів базується на основі:

– цілеспрямованого (з використанням методу скорочення інтервалу оптимізації) визначення ефективного варіанта конструктивно-технологічного рішення (типорозмірів збірних фундаментів і комплекту цебер, ступеня укрупнення об'ємних арматурних елементів та опалубки) у взаємозв'язку з типорозмірами стрілових кранів на об'єктах з різними показниками однорідності та дальності подачі монтажних елементів;

– визначення допустимої кількості типорозмірів кранів у комплекті й перерозподілу обсягів робіт між ними, доцільності залучення їх на об'єкт з обмеженням кількості комбінацій;

– формування комплексного технологічного процесу на основі сукупного виконання і влаштування фундаментів для поетапної технології.

Література

- 1. Канюка Н.С. Комплексная механизация трудоемких работ в строительстве / Н.С. Канюка, А.В. Резуник, А.Л. Новацкий. – К.: Будівельник, 1981. – 232 с.*
- 2. Організація будівництва / С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М. Тригер та ін. – К.: Кондор, 2007. – 521 с.*
- 3. Технологія монтажу будівельних конструкцій / В.К. Черненко, О.Ф. Осіпов, Г.М. Тонкачев та ін. – К.: Горобець Г.С., 2010. – 372 с.*
- 4. Спектор М.Д. Выбор оптимальных вариантов организации и технологии строительства / М.Д. Спектор. – М.: Стройиздат, 1980. – 159 с.*
- 5. Вплив обсягу та рівня складності робіт на необхідну вантажопідйомність стрілового крана / І.Б. Мудрий // Вісн. Донбас. нац. акад. буд-ва та архіт. – Макіївка, 2010. – Вип. 3(83): Технологія, організація, механізація та геодезичне забезпечення будівництва. – С. 25 – 29.*
- 6. Малооб'ємні роботи при застосуванні стрілових кранів / І.Д. Іванейко, І.Б. Мудрий // Геодезія, архітектура та будівництво: матеріали IV Міжнародної конф. молодих вчених GAC – 2011, 24 – 26 листопада, 2011 р., Львів. – Л.: Вид-во Львів. політехніки, 2011. – С. 80 – 81.*

© І.Б. Мудрий, І.Д. Іванейко
Надійшла до редакції 23.04.2015