

УДК 69.057.5:69.056.55

Тонкачєв Г.М.,  
Кушнарєв М.В.,  
Шарапа С.П.

## ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПІДЙОМНИХ ОПАЛУБОК ПІД ЧАС ЗВЕДЕННЯ КАРКАСІВ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ

### АНОТАЦІЯ

*Наведено технологічні параметри підйомних опалубок для зведення каркасів багатоповерхових будівель, результати нормування витрат часу і праці, розглянуто моделі технологічних процесів та надано залежності для обґрунтування технологічних рішень.*

**Ключові слова:** *каркасні будівлі, бетонування, опалубка, підйом, переміщення, обґрунтування, технологічні параметри, модель.*

### АННОТАЦИЯ

*В статье приведены технологические параметры подъемных опалубок для возведения каркасов многоэтажных зданий, результаты нормирования затрат времени и труда, рассмотрены модели технологических процессов и даны зависимости для обоснования технологических решений.*

**Ключевые слова:** *каркасные здания, бетонирование, опалубка, подъем, перемещение, обоснование, технологические параметры, модель.*

### ANNOTATION

*The paper presents the technological parameters of the lifting of formwork for the construction of multi-storey buildings, results of valuation of time and labor, considered a model of technological processes and dependences for justification of technological decisions are given.*

**Keywords:** *frame of building, placement of concrete, formwork, lifting, movement, justification, technological parameters, model.*

**Постановка проблеми.** Підхід до нормування процесів, що існує, не дає можливості оцінити технологію виконання робіт за зміни конструктивних рішень оснастки, і відповідно не дозволяє зробити вибір раціональних технологічних та конструктивних рішень. Дослідження технологічних параметрів в достатній мірі проведено лише для випадку використання розбірно-переставних та блочних опалубок [1; 2; 3; 8]. Вплив конструктивних рішень підйомних опалубок на трудомісткість та тривалість опалубних робіт досліджено недостатньо. В нормах трудомісткості та тривалості опалубних робіт не вказується структура процесів та не розкриваються структурні складові витрат за операціями, а дається лише перелік виконуваних операцій без визначення взаємозв'язку між ними.

Слід відмітити, що для нормування процесів, пов'язаних з опалубками, зустрічаються різні одиниці вимірювання: площа опалубної поверхні, площа конструкції з одного боку, площа конструкції з обох боків, об'єм бетону в конструкціях, периметр стін та ін. [1; 2; 3]. Але насправді одиниці вимірювання, що названі вище, побічно впливають на витрати часу. Аналіз дій під час виконання окремих операцій з переміщення та встановлення опалубки показав, що трудомісткість процесу змінюється залежно від характеру суміщення ручних операцій з механізованими та обумовлюється конструкцією пристосувань і характером та кількістю операцій. Тому слід переглянути підхід до нормування процесів під час використання різних конструкцій підйомних опалубок.

**Мета роботи.** Визначення параметрів часу та трудомісткості процесів влаштування вертикальних конструкцій каркасних будівель з використанням підйомних опалубок різних конструктивних систем та створення системи обґрунтування конструктивно-технологічних рішень.

**Виклад основного матеріалу.** Для оцінки опалубних систем для влаштування вертикальних монолітних конструкцій каркасних будівель за методикою цілочисельного нормування визначались параметри часу та трудомісткості процесів, які є змінними за варіантами конструктивних рішень опалубок. Норма часу на виконання кожної операції змінювалась зі складністю виконання робочих операцій та призначалась кратною одній хвилині [6; 7]. Переходи виконавців у процесі роботи також нормувались цілими числами окремо з урахуванням довжини переходів та швидкості переміщення. Такі принципи добре узгоджуються з правилами побудови і розрахунку сітьових моделей [4].

Досліджувалися процеси монтажу, демонтажу та підйому опалубки на наступний рівень. Для виконання цих процесів ланка робочих розділялася за сукупністю дій і в просторі на окремі групи (по 2 або 3 робітники), які працюють з підйомно-транспортними механізмами та з опалубкою. Процеси армування та бетонування конструкцій не змінні за варіантами, тому вони не впливають на прийняття рішення.

Процеси влаштування опалубки розділялися на ряд операцій, різних для окремих видів опалубки як за тривалістю, так і за черговістю виконання. З процесу монтажу опалубки розглядалися такі основні операції: очистка та змащування опалубки, встановлення опалубки та перевірка правильності її положення, правильності розташування закладних деталей, піднесення та встановлення необхідних допоміжних пристосувань, інструменту. З процесу демонтажу опалубки розглядалися операції відриву формоутворювальної поверхні щитів від бетону, послаблення та зняття кріплень опалубки, допоміжного оснащення, а також пристосувань, що утворюють робоче місце виконавців (драбини, риштування, люльки, огороження, підкоси).

Структура процесу «підйом опалубки» залежить від варіантів підйому. Для немеханізованих опалубок розглядалися такі варіанти підйому: краном з вільним пересуванням, краном з переміщенням по напрямних. Для механізованих опалубок: домкратними пристроями з відривом щитів від бетону та без відриву щитів. Для кожного з варіантів розглядалися відповідні конструкції опалубок. Операції з експлуатації опорних елементів, що

забезпечують стійкість опалубної системи під час підйому та виконання робіт з армування, бетонування та догляду за бетоном включені в процес, як завершальна частина опалубних робіт.

За методом морфологічного аналізу і синтезу технічних рішень визначено множину можливих варіантів механізації підйому опалубок [5]. Множина побудована на основних ознаках, які характеризують спосіб переміщення, принцип відриву опалубки від бетону та наявність напрямних (табл. 1).

Для аналізу дій, які виконують робітники у процесі експлуатації підйомних опалубок запропоновано формалізовані схеми (рис. 1) та сітьові моделі до цих схем за варіантами, що розглядаються.

За першою моделлю F-1 (рис. 2), монолітні конструкції влаштовують в опалубці, об'єднаній в блоки разом з риштуваннями і додатковим оснащенням. Блоки спираються на опорні елементи та переміщуються краном на гнучкому підвісі. Порівняно з традиційними переставними опалубками, цей варіант дозволяє скоротити трудомісткість монтажу та демонтажу опалубки у процесі циклічного виготовлення однакових конструкцій.

Таблиця 1

### Конструктивно-технологічні рішення з механізації переміщення опалубок

Ознаки	Альтернативні варіанти	
	власним механізмом	
Спосіб переміщення	незалежним механізмом	
Мобільність механізму	стаціонарний	переставний
Принцип відриву опалубки від бетону	– по нормалі	
Наявність напрямних	з напрямними	без напрямних

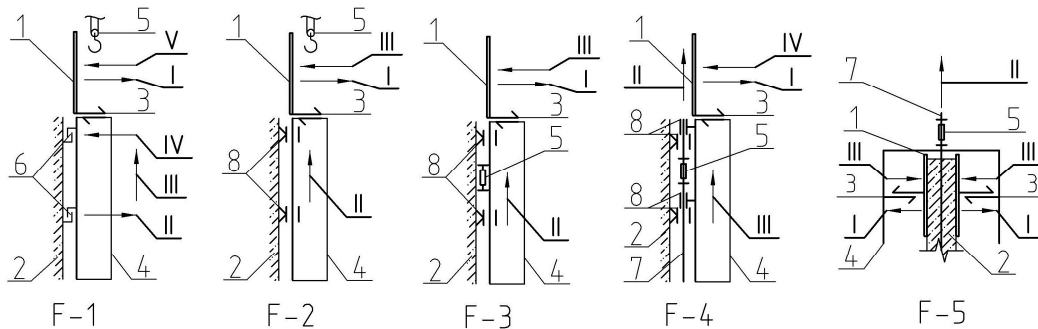


Рис. 1. Формалізовані схеми опалубок:

- F-1 – опалубка, що вільно переставляється краном; F-2 – опалубка, що переміщується краном по напрямних; F-3 – опалубка з переносним механізмом підйому; F-4 – опалубка з власним механізмом підйому; F-5 – ковзна опалубка з відривним пристроєм;
- 1 – опалубний щит; 2 – будівельна конструкція; 3 – механізм для розпалубки;
- 4 – навісні риштування; 5 – підйомний механізм; 6 – опорний елемент;
- 7 – напрямний елемент; 8 – обмежувач-фіксатор;
- I...V – послідовність етапів підйому

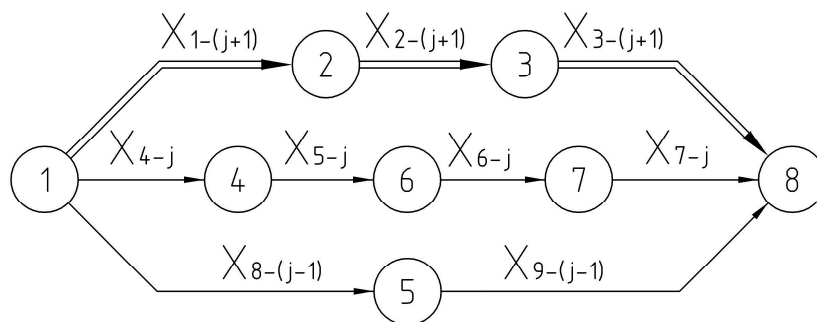


Рис. 2. Сітьова модель робочого циклу для опалубки, що вільно переміщується краном (F1):  
 $X_1$  – відсування опалубки;  $X_2$  – очистка опалубки;  $X_3$  – монтаж опорних кілець;  
 $X_4$  – подача гака та стропування;  $X_5$  – підйом на наступний ярус;  $X_6$  – вилучення закладних деталей;  $X_7$  – заповнення отворів;  $X_8$  – встановлення анкерних кріплень;  $X_9$  – встановлення опалубки;  $j$  – порядковий номер опалубної секції

В моделі **F-2** роботи виконуються із застосуванням конструкції опалубки, що також переміщується краном на наступний ярус, але має постійний контакт з будівлею через опорні закладні деталі, які виконують функції модулів-обмежувачів під час переміщення та модулів-фіксаторів під час закріплення до несучих елементів будівлі. В цьому варіанті значно полегшується виконання робіт, знижується залежність від погодних умов завдяки обмеженню можливих переміщень під час підйому. Проте ускладнюється конструкція навісних риштувань та опорних деталей, що збільшує трудомісткість та вартість експлуатації подібних систем.

Модель **F-3** розроблена для робочого циклу самопідйомної опалубки з переставними підйомними пристроями, що спирається безпосередньо на закладні деталі. Підйом здійснюється за допомогою пересувної насосної станції та кількох гідравлічних домкратів. Після переміщення опалубки на наступний ярус підйомне обладнання вручну переміщується на наступну секцію. Порівняно з варіантом, в якому на кожній секції встановлюється окремий комплект підйомних механізмів, така система потребує менше капітальних вкладень. З іншого боку, підйом навісних риштувань на наступний ярус потребує додаткових витрат праці та часу.

В моделі **F-4** розглядалася технологія опалубних робіт, в якій переміщення опалубки на наступний ярус відбувається по напрямних за допомогою підйомно-транспортних механізмів, що входять до конструкції опалубки. Такий спосіб підйому вивільняє кран для інших робіт на майданчику та підвищує ступінь незалежності опалубних робіт від інших процесів. Підйомні механізми встановлено окремо на кожній секції навісних риштувань.

За п'ятою моделлю **F-5** монолітні конструкції влаштовують у ковзній опалубці, що оснащена відривним пристроєм, який дозволяє відводити щити від бетону під час зупинок. Домкратні рами опалубки представляють собою П-подібну конструкцію і призначені для тих самих цілей, що і в ковзній опалубці. Піднімається опалубка за допомогою домкратів, що спираються на домкратні стержні, які знаходяться в бетоні. Підйом виконується з використанням автоматичної системи підйому та регулювання точного положення опалубки.

Визначення тривалості операцій здійснювалось аналітичним методом, що заснований на аналізі дій виконавців, рішень з організації та механізації праці,

умов роботи. На основі отриманих даних часу виконання операцій за допомогою сітєвих моделей визначено параметри часу та трудомісткості за різними варіантами опалубок (табл. 2).

За коефіцієнтом суміщення операцій  $K_{co}$  найкращим варіантом є конструкція F-1, що вільно переміщується та встановлюється краном. За середньою тривалістю монтажного процесу  $t_m$  цей варіант також є найкращим, але характеризується найбільшими затратами кранового часу. Переміщення опалубки краном по напрямних дозволяє знизити коефіцієнт залучення крана  $K_{va}$ , проте призводить до відносного збільшення трудомісткості монтажного процесу  $T_{\Sigma}$  та тривалості.

Використання систем F-3 та F-4 з переміщенням за допомогою власних підйомних механізмів дозволяє повністю виключити залучення крана та використовувати його на суміжних роботах, що скорочує загальні терміни зведення будівель. Але натомість ці варіанти характеризуються збільшенням витрат часу через підвищення складності дій та появу додаткових операцій з обслуговування механізмів підйому.

Таблиця 2

## Система параметрів часу та трудомісткості

Найменування параметра	Формула	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5
$t_{cr}$ - тривалість оперативної частини критичного шляху, хв	$t_{cr} = \sum_1^k t_i^{cr}$	15	23	34	34	24
$t_0$ - тривалість неоперативної частини критичного шляху, хв	$t_0 = \sum_1^q t_j$	5	5	5	4	2
$t_m$ - середня тривалість монтажного процесу, хв	$t_m = t_{cr} + t_0$	18	26	36	36	25
$t_s$ - тривалість усіх операцій сітєвої моделі, хв	$t_s = \sum_1^d t_i$	47	64	90	92	28
$t_{va}$ - витрати часу роботи крана, хв	$t_{va} = \sum_1^v t_i^{va}$	9	8	0	0	0
$K_{co}$ - коефіцієнт суміщення операцій	$K_{co} = t_s / t_m$	2,61	2,46	2,50	2,55	1,12
$K_{va}$ - коефіцієнт залучення крана	$K_{va} = t_{va} / t_m \rightarrow 0$	0,50	0,31	0	0	0
$T_{\Sigma}$ - трудомісткість монтажного процесу, люд-хв	$T_{\Sigma} = \sum_1^d t_i \cdot p_i + \sum_1^q t_j \cdot p_j$	108	156	216	216	100
$K_{em}$ - коефіцієнт ефективності моделі	$K_{em} = \frac{t_s - t_0}{t_s} \rightarrow 1$	0,89	0,92	0,94	0,96	0,93
$K_f$ - коефіцієнт відповідності	$K_f = T_{\Sigma} / t_m$	6	6	6	6	4
де $t_i^{cr}$ - тривалість операцій на критичному шляху моделі; $t_i^0$ - тривалість переходів на критичному шляху моделі; $t_i^{va}$ - тривалість операцій з використанням крана; $p_i, p_j$ - кількість виконавців оперативних та неоперативних робіт						

За конструктивно-технологічним рішенням F-5 також зменшується трудомісткість  $T_{\Sigma}$  і середня тривалість монтажного процесу  $t_m$ . Якщо в конструкції опалубки реалізувати спосіб тангенціального відриву, можна досягнути ще більшого зменшення витрат часу та трудомісткості за рахунок відсутності операцій відриву щитів по нормалі.

**Висновок.** У результаті аналізу варіантів технологічних процесів з різними опалубками за допомогою визначених параметрів часу та трудомісткості, обґрунтовано варіанти, знайдено шлях подальшого удосконалення опалубних систем.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *ДБН Д.2.2-6-99*. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 6. Бетонні та залізобетонні конструкції монолітні. – К.: Держбуд України, 2000. – 69 с.
2. *ДСТУ Б Д.2.2 – 1:2008*. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Бетонні та залізобетонні конструкції монолітні. Збірник 6. Збирання та розбирання опалубки. – К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 35 с.
3. *ЕНиР. Сб. Е4*. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных и бетонных конструкций. Здания и промышленные сооружения. – М.: Стройиздат, 1987. Вып. 1. – 65 с.
4. *Еремин И.В.* Научная организация труда и управления в строительстве. – М.: Высш. шк., 1970. – 260 с.
5. *Половинкин А.И.* Основы инженерного творчества: учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.
6. *Тонкачев Г.М.* Нова система нормування витрат часу для прийняття технологічних рішень / Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник. – К.: КНУБА, 2013. – Вип. 50. – С. 700-704.
7. *Тонкачев Г.Н.* Функционально-модульная система формирования комплектов строительной оснастки: монография. – К.: ЧП «Блудчий М.І.», 2012. – 158 с.
8. *Шаленний В.Т.* Підвищення ефективності бетонування колон на основі поліпшених норм часу та врахування різновиду розбірно-переставних опалубок / В.Т. Шаленний, О.А. Капшук, В.В. Грізодуб // Строительство и техногенная безопасность: сборник научных трудов. – Симферополь: НАПКС, – 2013. – Вып. 45. – С. 44-51.

Отримано: 19.05.2014