

*D.Solovey // 15th International scientific conference VSU. -Sofia. Bulgaria. – 2015. -- P. 348-353.*

6. ДБН А.3.1-5-2009. Організація будівельного виробництва. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 61 с.

7. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 37 с.

8. ДБН В.1.2-12-2008. СНББ. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки. -К.: Мінрегіонбуд України, 2008. – 36 с.

9. Проект производства работ (ППР) "Реконструкція будівель Київського драматичного театру на Подолі в місті Києві". / ООО "Европейские технологии в строительстве", 2015 г.

#### АНОТАЦІЯ

У статті висвітлений практичний досвід виконання робіт щодо заміни несучих конструкцій. Розглянуті питання, що стосуються специфіки і складності робіт з розбирання і заміни будівельних конструкцій. Акцентовано увагу на особливостях прийняття організаційно-технологічних рішень в зв'язку з забезпеченням просторової жорсткості та стійкості прилеглих існуючих будівельних конструкцій будівлі. У статті наведено приклад практичного вирішення заміни несучих конструкцій будівлі в стислих умовах. В процесі технологічного проектування проведено статистичний аналіз, який дозволив виявити структуру будівельних процесів.

Ключові слова: реконструкція, заміна несучих конструкцій, підсилення конструкцій, стислі умови реконструкції, розбирання конструкцій.

#### ANNOTATION

The article describes practical experience of work on the replacement section of the outer wall of the reconstructed building. The questions relating to the nature and complexity of disassembly and replacement of building structures. The attention is focused on the features of the adoption of organizational and technological solutions in connection with providing spatial rigidity and stability of the adjacent existing structures of the building. In the process of technological design, the statistical analysis, which allowed to identify the structure of the construction process.

Keywords: reconstruction, replacement of load-bearing structures, strengthening of structures, constrained conditions of reconstruction, disassembly of the structures.

УДК 69.057.5;

*Тонкачев Г.М., д. т. н.; Шарана С.П.; Кушнар'ов М.В., КНУБА, м. Київ*

## КОМБІНОВАНІ ОПАЛУБНІ СИСТЕМИ ДЛЯ РЕГУЛЯРНИХ МОНОЛІТНИХ КОНСТРУКЦІЙ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ

#### АНОТАЦІЯ

Розглянуто методику формування комбінованих комплектів опалубки для влаштування регулярних монолітних конструкцій каркасних багатоповерхових будівель. Методика включає алгоритми та залежності для виконання процесу вибору комплектів опалубки при проектуванні та підготовки до будівництва. Використання методики передбачає оцінювання ефективності процесів монтажу, демонтажу та переміщення комплектів опалубних систем з урахуванням компенсації вартості робіт завдяки використанню незнімної опалубки. При цьому незнімна опалубка виконує додаткові функції, які повинні впливати на отримання додаткового економічного ефекту.

Ключові слова: опалубна система, комбінований комплект, регулярні конструкції, класифікація, модуль-форма.

**Постановка проблеми** та її зв'язок із важливими науковими завданнями. Для підвищення ефективності будівництва виникла необхідність у такому теоретичному апараті, який дозволив би представити всю сукупність конструктивно-технологічних рішень комбінованих опалубних систем для влаштування стін регулярної структури каркасів і проводити для конкретних виробничих умов пошук кращих з них. Вирішення проблеми пов'язано з тематикою досліджень кафедри ТБВ КНУБА "Розробка ефективних технологій зведення каркасних збірних і збірно-монолітних будівель та споруд, створення системи пристроїв і способів для їх здійснення".

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Пріоритетними напрямками в будівництві залишаються: зниження важких трудомістких операцій, комплексна механізація і автоматизація будівельного виробництва, контроль якості будівельних робіт, сучасні опалубні системи та інші [1].

На склад витрат праці та загальну вартість робіт найбільший вплив чинять опалубні системи.

З усієї структури процесу зведення каркасу найбільші витрати пов'язані з опалубними роботами при влаштуванні вертикальних конструкцій регулярної структури каркасу. За даними провідних німецьких фірм на опалубні роботи припадає близько 50...60% усіх витрат [2].

Проблеми точності влаштування вертикальних конструкцій багатоповерхових каркасних будівель розглядаються в роботі [3]. Рішення проблеми якості та зменшення трудомісткості пов'язано з використанням власно-підйомних переставних або ковзних блокових опалубних систем, що значно підвищує вартість будівництва і набуває ефективність при зведенні будівель з висотою більш 60 м.

В роботі [4] розглянуто питання вибору опалубок для влаштування вертикальних конструкцій стінта пілонів каркасних будівель. Найбільш продуктивна ковзна опалубка, що без розбирання піднімається в процесі бетонування до верху будівлі може бути використана для влаштування монолітних стін регулярної структури каркасних будівель [5].

Існуючі методи та методики, програмні комплекси формування комплектів опалубних систем [6] не дають можливості проектувальнику і підряднику охопити всю гаму рішень зі знімних та незнімних опалубних систем. Це призводить до того, що вибір комплектів опалубки є нераціональним, що знижує ефективність зведення монолітних конструкцій будівель.

У комплексі дослідження за даним напрямком практично не проводилось, що і дозволило визначити завдання дослідження.

**Постановка завдання.** Слід розглянути можливість комбінування комплектів опалубних систем зі знімних та незнімних модулів-форм, виявити закономірності такого формування комплектів.

#### **Вклад основного матеріалу дослідження.**

Комплект комбінованої опалубки можна уявити як кінцеву множину з певного набору елементів опалубки з одної або з декількох систем. При виборі комплекту опалубки повинно розглядатися дві і більше опалубних систем разом у порівнянні як між собою, так і з односистемними комплектами. На підставі цього умовно комплект комбінованої опалубки PFS може бути представлений як множина:

$$P_{FS} = \{FS_t U FS_p\}, \quad (1)$$

де:  $P_{FS}$  — множина — комплект комбінованої опалубної системи;  $FS_t$  — множина елементів знімної (Temporary Form work) опалубної системи, яка включає до складу опалубні модулі-форми ( $F_t$ ), об-

люговуючі модулі ( $M_t$ ) в умовах реального оточення ( $E_t$ );  $FS_p$  — множина елементів незнімної (Permanent Form work) опалубної системи, яка включає до складу опалубні модулі-форми ( $F_p$ ), обслуговуючі модулі ( $M_p$ ) в умовах реального оточення ( $E_p$ ).

Процес формування комплектів комбінованої опалубки включає три операційних блоки (рис. 1): блок-№1 — підготовка вхідних даних по конструкціям та по будівлі, корегування конструктивних рішень під модулі щитів опалубки; блок-№2 — розрахунок параметрів комплектів комбінованих опалубних систем; блок-№3 — проектування технології зведення каркасу.

На першому етапі методики вирішується задача з вибору структури комплекту комбінованої опалубної системи. Визначальними факторами для вирішення цієї задачі є об'єм бетону стін та кількість поверхів у будівлі. Межові значення прийняті для об'єму бетону стін — 30 м<sup>3</sup> на поверх, а для кількості поверхів у будівлі — 7 поверхів. При об'ємі бетону стін на поверх менше 30 м<sup>3</sup> та при кількості поверхів у будівлі менш 7 поверхів доцільним стає комплект зі знімної щитової та незнімної опалубної системи. Якщо умови інші, то доцільним стає комплект з ковзної та незнімної опалубки типу тріско-цементних панелей (ТЦП) або подібних.

Частка стін для розкладання щитів знімної опалубки (75...80%) визначається виходячи з наступних принципів:

- довжина та товщина стін повинна відповідати модулю щитів опалубної системи (за модулі щитів переважно розглядаються 300 та 150 мм);
- слід відбирати ділянки стіни, які не контактують з прорізами плит перекриттів;
- ускладнену за конфігурацією частку стін слід залишати для незнімних опалубних систем.

За блоком №2 методики оцінюються функціонально-потрібні затрати на експлуатацію комплектів комбінованих опалубних систем для можливості обирати найбільш раціональний комплект опалубки. Виходячи з цього принципу, бажано одночасно розглядати декілька варіантів комплектів опалубки. При цьому не обов'язково змінювати принципово опалубні системи та типи опалубок. Краще змінювати співвідношення між знімними та незнімними опалубними системами в межах 5...10%.

Послідовність дій проектувальників за блоком №2 представлена наступним алгоритмом (рис. 2).

Перший етап блоку №2 передбачає побудову декількох схем розкладання елементів комплекту

комбінованих опалубних систем.

Після цього розраховується специфікація елементів комплексу з визначенням кількості однотипових елементів та ваги одиниць елементів кожного типу.

На другому етапі визначається загальна та питома кількість елементів у комплекті опалубки. Питома кількість визначається по відношенню до

квадратних метрів поверхні стін, що контактує з поверхнею щитів опалубки.

Для знімних опалубних систем питома кількість елементів у комплекті опалубки визначається за наступною формулою:

$$N_s = (N_{ef} * 2 + N_{em} * (R_2 - 2)) / (S_{qf} * R_2), \quad (2)$$

де:  $N_s$  – питома кількість збірних елементів у комплекті опалубки з урахуванням кількості по-



Рис. 1. Блок-схема методики формування комплектів комбінованих опалубних систем для зведення конструкцій каркасів будівель

верхів та різної кількості збірних елементів по поверхах, шт/м<sup>2</sup>;  $N_{ef}$  – кількість елементів у комплекті опалубки для першого та останнього поверхів будівлі, шт.;  $N_{em}$  – кількість елементів у комплекті опалубки для середнього поверху будівлі, шт.;  $S_{gf}$  – площа опалубної поверхні стін типового поверху, м<sup>2</sup>.

Для незнімних опалубних систем питома кількість елементів у комплекті опалубки визначається за наступною формулою:

$$N_i = N_{em}/S_{gf}, \quad (3)$$

Слід звертати увагу на те, що висота щитів ковзної опалубки не відповідає висоті стін і може бути

некратною висоті стін, тому питома кількість елементів для ковзної опалубної системи приблизно в тричі менша ( $N_i = 0,5...0,75$  шт/м<sup>2</sup>) за значенням ніж для щитової збірно-розбірної опалубної системи ( $N_i = 1,2...2$  шт/м<sup>2</sup>). Питома кількість збірних елементів у комплекті для знімної опалубки змінюється від кількості поверхів будівлі і чим більше поверхів, тим менше значення питомої кількості збірних елементів у комплекті при врахуванні всього обсягу робіт в цілому на всю будівлю.

Третій етап передбачає визначення загальної трудомісткості монтажу, демонтажу та переміщення комплектів опалубних систем на підставі прин-

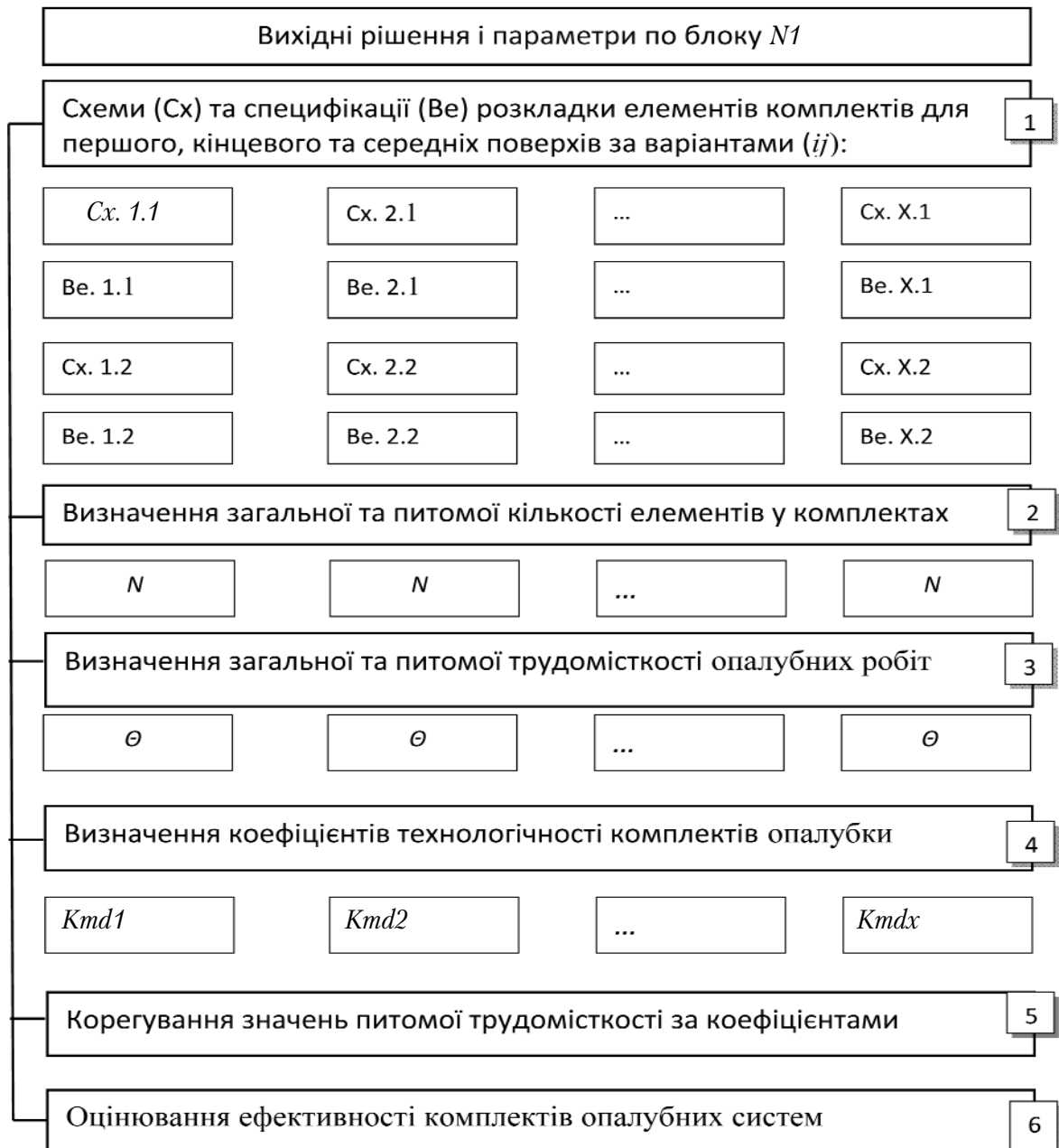


Рис. 2. Блок-схема алгоритму визначення функціонально-потрібних затрат на сформований комплект опалубних систем

ципу цілочисельного нормування (якщо розкласти операції процесу монтажу або демонтажу елементів комплексу опалубки на дії монтажників і витрати часу з дій вимірювати цілими числами в залежності від складності цих дій, то можна визначити сумарний час виконання операцій)[7].

У результаті вивчення всіх операцій процесу з монтажу елементів опалубки стін запропоновано оцінювати складність і відповідальність дій по групах, де тривалість виконання і-х монтажних операцій визначається як:

$$t_i = N_i * (e * 1 + m * 2 + d * 3), \quad (4)$$

де: e, m, d – кількість дій з монтажу та демонтажу одного і-го елемента комплексу опалубки, відповідно: легких, середньої важкості та важких;

1, 2, 3 – відповідно тривалість виконання дій, хв.

Переходи робітників від однієї робочої зони до іншої виконуються при змінах місця виконання процесу. Вони також нормуються цілими числами окремо з урахуванням довжини переходів і швидкості переміщення.

За ситуаціями розташування конструкцій переміщення виконавців обмежені у просторі горизонтальними рухами в межах 6...12 м та вертикальними – 1...3 м., тому прийнято, що будь які переміщення по горизонталі та вертикалі за часом не перевищують 1 хв (прийнято 1 хв).

При послідовній технології виконання операцій тривалість процесу монтажу комплексу опалубки або демонтажу визначається за формулою:

$$T = \sum t_i, \quad (5)$$

Фактично дії можуть виконуватися з суміщенням у часі, тому необхідно враховувати коефіцієнт суміщення операцій, який характеризує ефективність використання робочого часу за значенням має бути більше одиниці. Для монтажу конструкцій опалубки є характерним три паралельних шляхи руху виконавців, тому, що коефіцієнт суміщення операцій може змінюватися в межах  $K_{co} = 1,4...1,7$ . Для переходу до реального часу  $T_f$  виконання всіх дій монтажу слід для першого та кінцевого циклу експлуатації комплексу опалубки приймати найбільше значення коефіцієнту, а для середніх циклів – найменше.

$$T_f = T / K_{co}, \quad (6)$$

На підставі цього, трудомісткість процесу монтажу або демонтажу комплексу опалубки визначається за наступною формулою:

$$\Theta_i = N_p * T_f, \quad (7)$$

де  $N_p$  – середня чисельність виконавців проце-

су монтажу або демонтажу опалубки.

З урахуванням поверховості будівлі питома трудомісткість процесу монтажу та демонтажу комплексу опалубки визначається за формулою:

$$\Theta_s = (\Theta_{mf} * 2 + \Theta_{mm} * (R_2 - 2)) / (R_5 * R_2), \quad (8)$$

де:  $\Theta_s$  – питома трудомісткість монтажу та демонтажу комплексу опалубки з урахуванням кількості поверхів та різної кількості збірних елементів по поверхах, л\*год/м<sup>3</sup>;  $\Theta_{mf}$  – трудомісткість монтажу та демонтажу комплексу змінної опалубки для першого та останнього поверхів будівлі, л\*год.;  $\Theta_{mm}$  – трудомісткість монтажу та демонтажу комплексу змінної опалубки для середнього поверху будівлі, л\*год.;

Питома трудомісткість монтажу та демонтажу комплексу опалубки визначається на 1 м<sup>3</sup> бетону стін і змінюється в залежності від поверховості будівлі. Чим більше поверхів, тим менше питома трудомісткість робіт.

На четвертому етапі визначається коефіцієнт технологічності комплексу опалубки, який характеризує конструктивну вагу опалубної системи в комплекті по відношенню до ваги модулів-форм ( $F$ ), тобто, скільки неконструктивної ваги елементів змінних модулів, що обслуговують модулі форми ( $M$ ) приходить на корисну функцію "формування конструкції".

$$K_{md} = qf * S_{qf} / W_{se} < 1, \quad (9)$$

де:  $S_{qf}$  – загальна площа щитів, що контактує з поверхнею бетону стін, м<sup>2</sup>;  $W_{se}$  – загальна вага всіх елементів опалубної системи, що входить до збірки комплексу при влаштуванні певної конструкції, кг;  $qf$  – маса одного метру квадратного основного щита (модуля форми) опалубки, що входить до збірки комплексу для конструкції, кг/м<sup>2</sup>.

Найкращим рішенням опалубної системи є рішення, для якого коефіцієнт технологічності комплексу опалубки дорівнює одиниці. Слід враховувати матеріал, з якого виконується палуба та рама щитів. Так для пластику та алюмінію коефіцієнт технологічності може бути менше ніж для фанери і сталі. Тому коефіцієнт технологічності слід розглядати при незмінності матеріалів по варіантах комплектів опалубки.

На п'ятому етапі відповідно до коефіцієнтів технологічності комплектів за варіантами виконується корегування значень питомої трудомісткості робіт шляхом застосування відповідного коефіцієнта, що визначається за табл. 1.

На шостому етапі виконується оцінювання

Таблиця 1. Коефіцієнт корегування питомої трудомісткості від об'єму робіт

Об'єм бетону стін, м <sup>3</sup>	20	25	30	40	45	50	55
Коефіцієнт для комплекту знімної щитової та незнімної системи	0,875	0,9	0,925	0,95	0,975	1	1,1
Коефіцієнт для комплекту знімної ковзної та незнімної системи	0,85	0,875	0,9	0,925	0,95	0,975	1

ефективності процесів монтажу, демонтажу та переміщення комплектів опалубних систем з урахуванням компенсації вартості робіт завдяки використанню незнімної системи, яка виконує додаткові функції, які повинні впливати на отримання додаткового економічного ефекту.

Висновки: надано методику формування комбінованих комплектів опалубки зі знімних та незнімних модулів-форм для влаштування регулярних монолітних конструкцій каркасних багатопверхових будівель, що дозволяє підвищити ефективність будівництва.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Бадьин Г.М. *Современные технологии строительства и реконструкции зданий*[Текст] / Г.М. Бадьин, С.А. Сычев — СПб.:БХВ — Петербург, 2013. — 288 с.
2. Анпилов С.М. *Опалубочные системы для монолитного строительства: учебное издание* [Текст] /С.М. Анпилов. — М.: ИздательствоАСВ, 2005. — 280с.
3. Гончаренко Д.Ф. *Возведение многоэтажных каркасно-монолитных зданий* [Текст] / Д.Ф. Гончаренко, Ю.В. Карпенко, Е.И. Меерсдорф. / Под. ред.. Д.Ф. Гончаренко. — К.: АиС, 2013. — 128 с.
4. Шмит О.М. *Опалубки для монолитного бетона*[Текст] / О.М. Шмит: пер. снем. Л.М. Айнгорна; под ред. Н. И. Евдокимова. — Москва: Стройиздат, 1987. — 160 с.
5. Косенков Е.Д. *Строительство высотных сооружений в скользящей опалубке*[Текст] / Е.Д. Косенков. — К.: Будівельник, 1971. — 144 с.
6. *Использование САПР AUTOCAD для автоматизации задач подготовки строительной оснастки в монолитном строительстве: [Электронный ресурс] / И.Е. Лешихина, М.А. Пирогова, Е.Ю. Мальцева, О.И. Хохлова (ФГБОУ ВПО "Национальный исследовательский университет "МЭИ", Москва, Россия). — Режим доступа: [http://conf-ist.mpei.ru/papers/21\\_004.pdf](http://conf-ist.mpei.ru/papers/21_004.pdf).*

7. *Тонкачев Г.М. Новая система нормирования витрат часу для принятия технологических решений*[Текст] / Г.М. Тонкачев // *Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник.* — К., КНУБА, 2013. — Вип. 50 — С. 700-704.

#### АННОТАЦИЯ

Рассмотрена методика формирования комбинированных комплектов опалубки для устройства регулярных монолитных конструкций каркасных многоэтажных зданий. Методика включает алгоритмы и зависимости для выполнения процесса выбора комплектов опалубки при проектировании и подготовки к строительству. Использование методики предусматривает оценку эффективности процессов монтажа, демонтажа и перемещения комплектов опалубочных систем с учетом компенсации стоимости работ благодаря использованию несъемной опалубки. При этом несъемная опалубка выполняет дополнительные функции, которые должны влиять на получение дополнительного экономического эффекта.

Ключевые слова: опалубочная система, комбинированный комплект, регулярные конструкции, классификация, модуль-форма.

#### ANNOTATION

The method of forming composite formwork for regular monolithic frame construction of multi-storey buildings. The method includes algorithms and dependency to perform the process of selecting sets of formwork for the design and the construction. Using the technique involves evaluating the effectiveness of the processes of installation, dismantling and moving sets of formwork systems based compensation cost of work through the use of permanent formwork. Permanent formwork performs additional functions that should influence the receipt of additional economic effect.

Keywords: formwork system, in multiform set, regular structure, classification, module-form.