

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ТА ТРУДОМІСТКОСТІ МОНТАЖУ КОМПЛЕКТІВ КОМБІНОВАНИХ ОПАЛУБНИХ СИСТЕМ

*На сьогодні відсутні дослідження тривалості та трудомісткості монтажу комплектів комбінованих опалубних систем, що застосовуються для зведення стін сходово-ліфтових та ліфтових блоків каркасних будівель. Наведено результати дослідження впливу параметрів стін, будівель та опалубних систем на тривалість і трудомісткість процесу монтажу комплектів комбінованих опалубних систем. Доведено доцільність об'єднання в одному комплекті знімних та незнімних опалубних систем при зведенні стін регулярної структури каркасів у співвідношенні по площі 3 до 1.*

*Ключові слова: опалубна система, комплект, монтаж, тривалість, трудомісткість, методика.*

**Постановка проблеми.** Для процесу монтажу і демонтажу різних опалубних норми [1, 2] не охоплюють всіх дій по елементах комплектів опалубок, що не дозволяє виконувати порівняння варіантів опалубки. Аналіз дій при виконанні окремих операцій монтажно-демонтажного процесу показав, що витрати часу і праці змінюються в основному від характеру і кількості рухів виконавців, а не від факторів, наведених в нормах, тому для проведення дослідження тривалості та трудомісткості влаштування стін в комбінованих опалубних системах був переглянутий підхід до нормування процесів їх монтажу та демонтажу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз досліджень, проведених іншими авторами, дозволили визначити прийнятий в даній роботі науковий напрям досліджень – визначення залежностей тривалості та трудомісткості монтажу комплектів комбінованих систем. Вплив кількості поверхів в будівлі на трудомісткість процесу монтажу та демонтажу комплектів опалубних систем досліджувався іншими вченими [3, 4], але ж в результатах цих досліджень є ряд недоліків. На відміну від методик [3, 4] в роботі [5] доведено доцільність цілочисельного нормування витрат ручної праці і часу при різних варіантах складу ланок та комплектів комбінованих опалубних систем.

**Формулювання цілей та завдання статті.** Виявлення математичних залежностей тривалості та трудомісткості монтажу та демонтажу комплектів комбінованих опалубних систем від конструктивних і планувальних параметрів сходово-ліфтових (СЛБ) та ліфтових (ЛБ) блоків, від конструктивних

параметрів опалубних систем, що направлено на створення методики формування комплектів опалубки

**Основна частина.** Формування комплектів будівельної оснастки – процес, який здійснюється проектувальниками, що займаються розробкою проектів виконання робіт та технологічних карт на влаштування монолітних конструкцій будівель. Цей процес входить до етапу підготовки до будівництва об'єкту [6, 7]. Від правильного та обґрунтованого прийняття рішень під час проектування в подальшому залежать всі показники будівництва в тому числі і витрати на проектування та логістику, тому від методів формування комплектів опалубних систем залежить ефективність технології влаштування конструкцій.

У вихідних даних зафіксовано параметри СЛБ, параметри комплектів опалубних систем, технологічні параметри процесів монтажу та демонтажу елементів опалубки та деякі питомі параметри для середнього поверху будівель, що розглядаються. За середній прийнято дванадцятий поверх.

З переліку параметрів сходово-ліфтових блоків розглядалися наступні параметри: периметр стін СЛБ та ЛБ в метрах погонних для кожної опалубної системи, що включена до комплекту, окремо; об'єм бетону стін в метрах кубічних для кожної опалубної системи, що включена до комплекту, окремо; площа поверхні опалубних щитів (модулів форм) в метрах квадратних, яка контактує з поверхнею бетону стін для кожної опалубної системи, що включена до комплекту; приведена товщина стін в метрах для кожної опалубної системи.

Для дослідження залежностей трудомісткості процесів монтажу та демонтажу комплектів опалубних систем від кількості елементів в комплекті визначалися питомі значення для середнього поверху будівель кількості елементів на  $1 \text{ м}^2$  опалубної поверхні та трудомісткості на  $1 \text{ м}^3$  бетону стін СЛБ.

Побудовані графіки залежностей трудомісткості процесів монтажу комплектів опалубних систем від кількості елементів в комплекті (рис. 1).

Найменша питома трудомісткість у ковзної опалубці при питомій кількості елементів до  $0,55 \text{ шт/м}^2$ , що не відповідає фактичній питомій кількості елементів ( $0,57$ ). Ковзна опалубка за питомою трудомісткістю програє щитовій опалубці та комплекту комбінованої зі щитовою при питомій кількості елементів  $1,3 \text{ шт/м}^2$ , що для ковзної опалубки не є характерним.

Визначено, що об'єднання в комплекті знімної і незнімної опалубної системи призводить до зниження трудомісткості монтажу та демонтажу опалубки. Так, для щитової системи провідних фірм застосування незнімних вставок в обсязі  $22\text{...}26\%$  дозволяє зменшувати трудомісткість монтажу та демонтажу опалубки у порівнянні з знімною щитовою системою, починаючи з питомої кількості елементів у комплекті  $1,2 \text{ шт/м}^2$ , що при відповідному коефіцієнту  $1,5\text{...}2 \text{ шт/м}^2$  зменшує трудомісткість робіт на  $9,5\text{...}11,5\%$ .

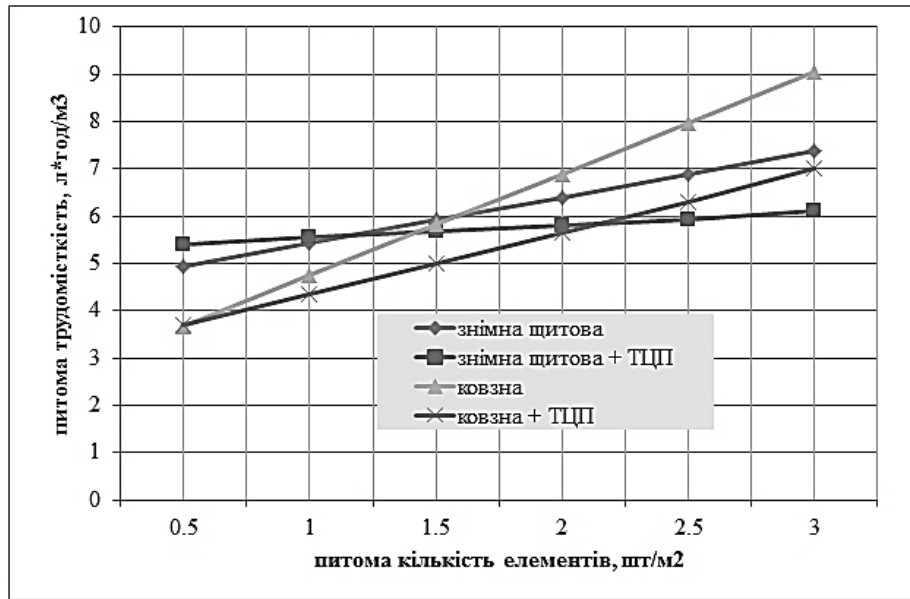


Рис. 1. Графіки залежності питомої трудомісткості монтажу і демонтажу комплектів опалубних систем від питомої кількості елементів

Графіки (див. рис. 1) побудовані для об'ємів бетону стін у 22...50 м<sup>3</sup>. при збільшенні об'єму бетону стін питома кількість елементів комплекту опалубки зростає. Якщо об'єми робіт збільшуються до 60 м<sup>3</sup>, то при питомій кількості елементів у комплекті 1,5 шт/м<sup>2</sup> трудомісткість робіт зменшується на 14...15%.

На відміну від щитових опалубних систем ковзна опалубна система характеризується меншими розмірами щитів та меншими витратами матеріалів, що є наслідком меншого тиску бетону. Для ковзних опалубок характерним є питома кількість елементів у комплекті у межах 0,55...0,75 шт/м<sup>2</sup>. Якщо застосовувати комплект з комбінованих систем, то питома кількість елементів у комплекті буде у межах 0,5...0,55 шт/м<sup>2</sup>. А при цих значеннях найефективнішим комплектом буде комбінація з ковзної знімної системи і незнімної системи типу тріско-цементних плит (ТЦП) [8] при співвідношенні 3 до 1 (частка ТЦП - 20...25% від загальної площі поверхні, що опалублюється).

Так, для ковзної системи провідних фірм [9] застосування незнімних вставок в обсязі 20...25% дозволяє зменшувати трудомісткість монтажу та демонтажу опалубки у порівнянні з ковзною системою, починаючи з питомої кількості елементів у комплекті 0,5 шт/м<sup>2</sup>, що при відповідному коефіцієнті 0,75 шт/м<sup>2</sup> зменшує трудомісткість робіт на 5...7,5%.

Виходячи з результатів проведених досліджень, слід констатувати, що за поверховістю та за кількістю елементів у комплекті опалубки, об'єднання у одному комплекті знімної ковзної та незнімної тріско-армоцементної опалубної системи є більш доцільним (при  $N_i = 0,5...0,75$  шт/м<sup>2</sup> трудомісткість зменшується на 20...22,5%) при зменшенні трудомісткості ніж при об'єднанні у

одному комплекті знімної щитової та незнімної тріско-армоцементної опалубної системи.

З наступних факторів впливу досліджувався коефіцієнт вагомості (технологічності) комплекту опалубки. Дослідження цього фактору показує, що він зменшується при збільшенні обсягу бетону стін (рис. 2).

За графіком відмічається рівномірна зміна коефіцієнту технологічності опалубної системи від об'єму бетону СЛБ, що свідчить про те, що зі збільшенням об'єму бетону питома вага зменшується, а в наслідок цього, питома трудомісткість також повинна зменшуватися. Отже, пропонується введення коефіцієнту, який корегуватиме вплив цього фактору на питому трудомісткість монтажу та демонтажу комплекту опалубки (табл. 1).

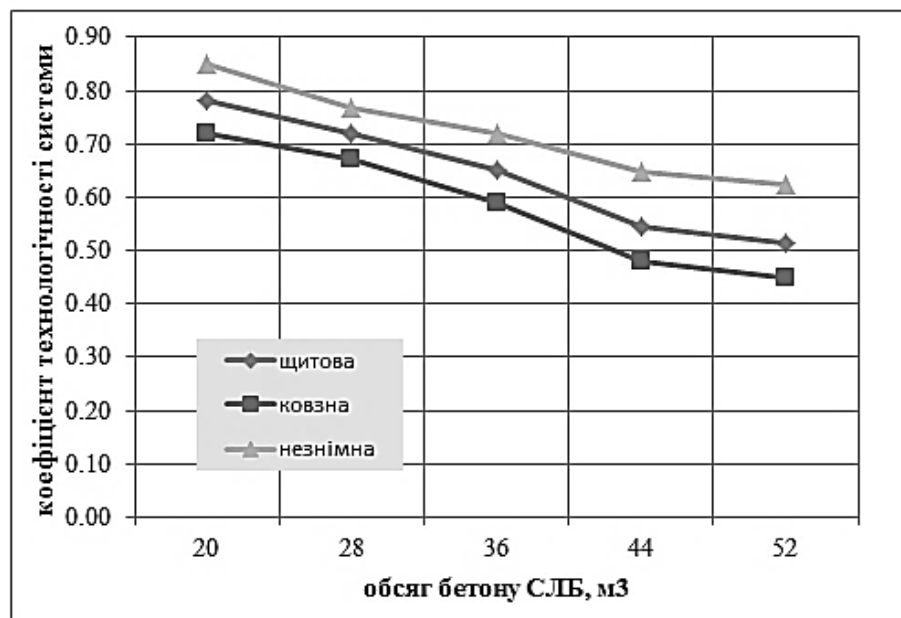


Рис. 2. Графіки залежності коефіцієнта технологічності опалубної системи комплекту від об'єму бетону стін

Таблиця 1

Коефіцієнт, що враховує об'єм робіт при визначенні питомої трудомісткості монтажу та демонтажу комплекту опалубки при зведенні СЛБ та ЛБ

Об'єм бетону стін	20	25	30	40	45	50	55
Коефіцієнт	1	0,975	0,95	0,925	0,9	0,875	0,85

Периметр стін та висота поверху пов'язані з площею поверхні опалубних щитів (модулів форм), яка контактує з поверхнею бетону стін, з товщиною та з об'єм бетону стін, тому дослідження залежності коефіцієнта технологічності

опалубної системи комплекту від об'єму бетону стін вважається достатнім, щоб оцінити трудомісткість монтажу комплекту опалубки.

В попередніх дослідженнях не розглядалися стіни регулярної структури каркасних будівель [3, 4, 10].

Як показали результати дослідження впливу кількості поверхів в будівлі на трудомісткість процесу монтажу та демонтажу комплектів опалубних систем для незнімних опалубних систем трудомісткість монтажу комплекту опалубки від поверховості будівлі змінюється не дуже суттєво, тому для цих систем трудомісткість монтажу прийнята для всіх поверхів однаковою. Дослідження впливу фактору кількості поверхів в будівлі проводилось разом зі зміною фактору об'єму бетону стін СЛБ та ЛБ на поверх (рис. 3 та 4).

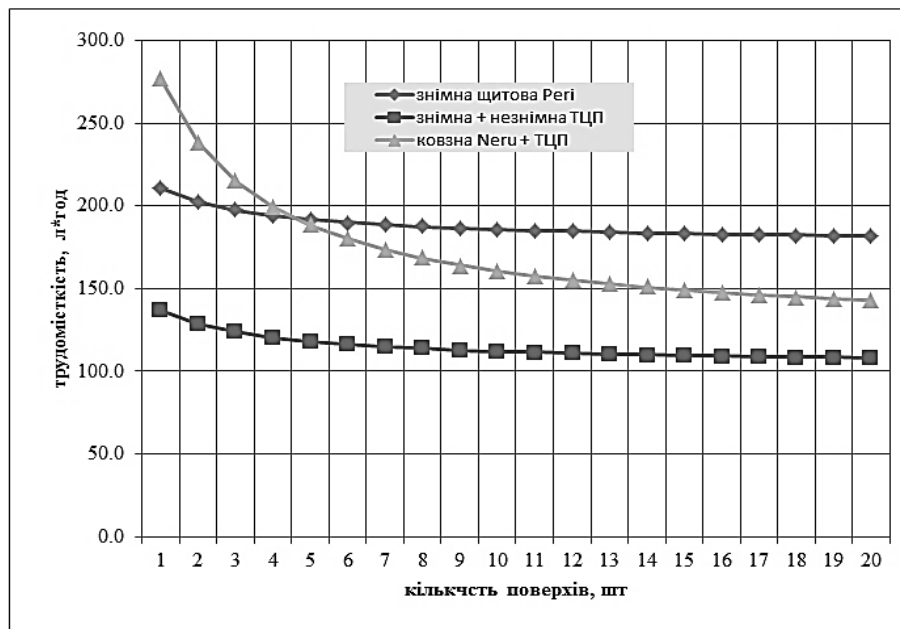


Рис. 3. Графіки залежності трудомісткості монтажу комплектів опалубних систем від поверховості будівлі при малих об'ємах робіт - 20...30 м<sup>3</sup>/поверх.

При кількості поверхів від 4-х до 6-ти ковзна опалубна система не є ефективною, а по відношенню до варіанту об'єднання у комплекті знімної щитової і незнімної системи ковзна опалубна система при об'ємах СЛБ 20...30 м<sup>3</sup> більш затратна. Як показує досвід, СЛБ проектуються з об'ємом бетону більш 30 м<sup>3</sup> (45...85 м<sup>3</sup>). Проведено дослідження для СЛБ в об'ємі 50 м<sup>3</sup>, що показало наступні результати (рис. 4). Комплект з ковзної опалубної системи краще ніж комплекти з щитових систем. Трудомісткість скорочується на 25...30%, що є дуже суттєвим. Але ж, якщо використати комплект з комбінованих систем (ковзна знімна та незнімна тріско-цементна опалубка), то при розрахунку по середнім поверхам (12-й поверх) можна досягти зменшення

трудомісткості на 50% у порівнянні зі щитовою опалубною системою та на 15% у порівнянні з ковзною опалубною системою.

Виходячи з цього, при малих об'ємах робіт в межах 20...30 м<sup>3</sup> і при поверховості будівель не більш 20 поверхів пропонується за ефективний варіант комплект з комбінованих опалубних систем на підставі щитової знімної системи та щитової незнімної системи. При обсягах робіт 31...60 м<sup>3</sup> рекомендується до використання варіант з комбінованих опалубних систем на підставі ковзної знімної системи та щитової незнімної системи.

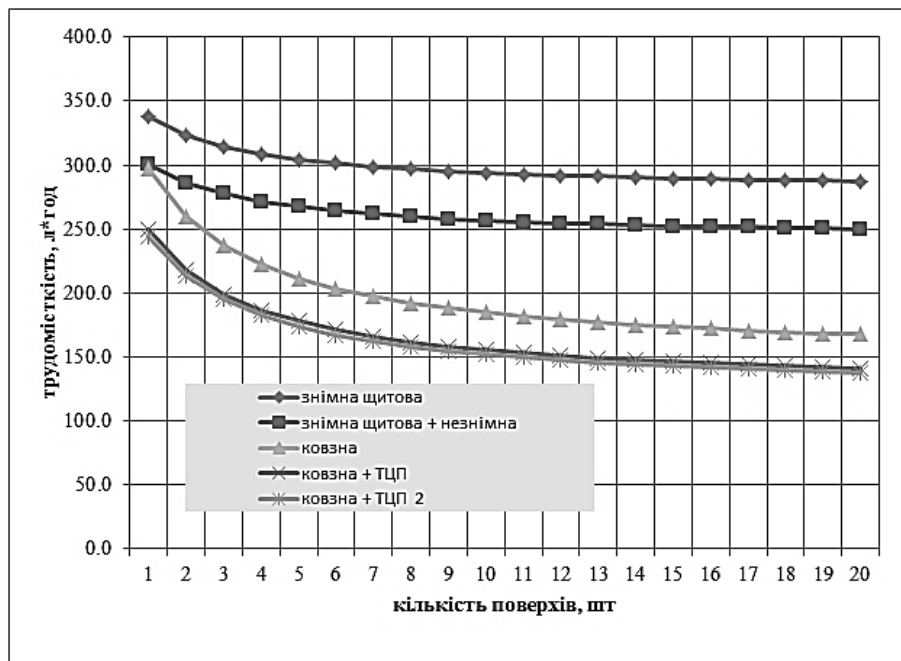


Рис. 4. Графіки залежності трудомісткості монтажу та демонтажу комплектів опалубних систем від поверховості будівлі при середніх об'ємах робіт (об'єм бетону СЛБ - 50...60 м<sup>3</sup>/поверх).

У другому випадку технологія зведення стін є розділеною, основна частка стін СЛБ (75...80%) зводиться з випередженням на один – два поверхи, а друга частка стін зводиться разом з плитами перекриття. Такої технології в практиці будівництва практично не зустрічалось, тому наступним етапом є її розробка.

**Висновки.** На підставі проведених досліджень досліджено тривалість та трудомісткість монтажу та демонтажу комплектів комбінованих опалубних систем при влаштуванні стін регулярної структури каркасних будівель.

**Перспективи подальших досліджень.** Використання отриманих залежностей дозволить побудувати методику формування комплектів комбінованих опалубних систем та розробити нову технологію влаштування стін регулярної структури каркасних будівель.

### Список використаної літератури.

1. ЕНиР. Сб. Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных и бетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения [Текст]. – М: Стройиздат, 1987. – 65 с.
2. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи бетонні та залізобетонні конструкції монолітні. Збирання і розбирання опалубки (збірник 6): ДСТУ Б Д.2.2-1-2008 (чинний з 1.08.2008 р.) [Текст] / - Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. – 35 с.
3. Афанасьев А.А. Интенсификация работ при возведении зданий и сооружений из монолитного железобетона / А.А. Афанасьев. – М.: Стройиздат, 1990. - 376 с.
4. Борисова Т.Е. Экономическая эффективность возведения жилых и общественных зданий из монолитного железобетона в скользящей опалубке [Текст] / Т.Е. Борисова, С.Н. Рейнин. – Москва: Стройиздат, 1971. - 144 с.
5. Тонкачєєв Г.М. Нова система нормування витрат часу для прийняття технологічних рішень [Текст] / Г.М. Тонкачєєв // Містобудування та територіальне планування: зб. наук. пр. - К.: КНУБА, 2013. Вип 50. С. 700-704.
6. Організація будівельного виробництва. Управління, організація і технологія: ДБН А.3.1-5-2009 (чинний з 1.01.2012 р.) [Текст] / Мінрегіонбуд України – Київ: ДП «Укранхбудінформ», 2011. – 61 с.
7. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3-2014 (чинний з 1.10.2014 р.) / – Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. – 33 с.
8. VST – Verbundschalungs System // Grundlegende Informationen - VPG Stand: Mai 2009. – 25 р / [Електронний ресурс] - режим доступу: <file:///C:/Users/Gennady/Downloads/VST%20System%20Kurzinformatio.pdf>
9. Neru Hydraulic Slipform System [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://formworktube.com/962>
10. Бадєян Г.В. Технологічні основи зведення монолітних залізобетонних каркасів у висотному житловому будівництві [Текст]: Автореф. дис... д-ра техн. наук: 05. 23. 08 / КНУБА – К., 2000. – 33 с.

### АННОТАЦІЯ

Кушнарєв М.В. Исследование продолжительности и трудоемкости монтажа комплектов комбинированных опалубочных систем.

На сегодня отсутствуют исследования продолжительности и трудоемкости монтажа комплектов комбинированных опалубочных систем, применяемых для возведения стен лестнично-лифтовых и лифтовых блоков каркасных многоэтажных зданий. Приведены результаты исследования влияния параметров стен, зданий и опалубочных систем на продолжительность и

трудоемкость процесса монтажа комплектов комбинированных опалубочных систем. Доказана целесообразность объединения в одном комплекте съемных и несъемных опалубочных систем при возведении стен регулярной структуры каркасов в соотношении по площади 3 к 1.

Ключевые слова: опалубочная система, комплект, монтаж, продолжительность, трудоемкость, методика.

#### ANNOTATION

**Kushnarev Maksim.** Research the time and labor costs of mounting sets combined formwork systems.

At present, no research the time and labor costs of mounting sets combined formwork systems used for walls stairs and elevator lift blocks of frame multi-story buildings. Results of research of influence parameters of walls, buildings and formwork systems on the time and labor costs of installation process sets combined formwork systems. The expediency of combining in one set of removable and fixed formwork during the construction of the walls of a regular frame structure in a ratio of 3 to 1 square.

Key words: formwork system, set, installation, the time, the labor costs, methodology.