

УДК 69:002;72.025;721

**Г.М. Тонкачев,**  
докт. техн. наук, професор  
ORCID: 0000-0002-6589-8822

**В.Г. Тонкачев,**  
канд. техн. наук, доцент  
ORCID: 0000-0002-1010-8440

**К.В. Носач,**  
аспірант  
ORCID: 0000-0002-4408-4627

*Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ*

## **ВІДБІР ОПАЛУБНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ВЛАШТУВАННЯ МОНОЛІТНИХ КОЛОН ЗА МЕТОДИКОЮ ЦІЛОЧИСЛОВОГО НОРМУВАННЯ ТРУДОМІСЬКОСТІ ТА ТРИВАЛОСТІ ПРОЦЕСІВ**

*Актуальність цієї статті пов'язана з проблемою нормування технологічних процесів, в яких присутня будівельна оснастка для виконання бетонних робіт. Практично всі будівельні процеси виконуються із застосуванням будівельної оснастки. Влаштування монолітних конструкцій супроводжується процесами монтажу та демонтажу опалубки. Зробити обґрунтований вибір варіантів оснащення будівельних процесів по існуючим стандартним нормам часу неможливо. Для всіх можливих варіантів опалубки колон практично використовуються однакові норми часу [1].*

*У статті розглядається порівняння декількох варіантів опалубки для влаштування монолітних залізобетонних колон каркасних споруд. Для визначення тривалості та трудомісності процесу використана методика цілочисленного нормування [2], яка дозволяє враховувати навіть незначні зміни в опалубці. Обчислювання за цією методикою робить можливість відбирати найбільш ефективні варіанти опалубок. За основу ця методика використовує аналіз кількості дій та відповідальності цих дій по відношенню до якості виконання процесу та його надійності.*

*Будь-яка будівельна оснастка характеризується конструктивною та технологічною універсальністю, яка також впливає на вибір варіантів для певних умов виконання процесів, тому у статті наведено аналіз цих факторів за якісними показниками. Якщо в структурі споруди присутні колони з різними розмірами перерізу або висоти, то перевага віддається варіантам опалубки з більшою конструктивною універсальністю.*

*Матеріал статті відкриває цілий напрямок для подальших досліджень в галузі використання будівельної оснастки при виконанні інших процесів.*

**Ключові слова:** *нормування; опалубка; колона; будівельна оснастка; дія; складність; відповідальність; бетонування.*

**Вступ.** *Визначення тривалості виконання будівельних процесів дуже важлива проблема. Існує декілька принципів підходів до визначення часу на виконання процесів. У статті [3] коротко представлені кілька методів оцінки робочого часу. Проте, були обрані три методи оцінки для дослідження робочого часу в проєкті*

будівництва з використанням даних, зібраних в результаті спостереження за робочими. Перша оцінка була зроблена шляхом обчислення нормальної і трикутної функції. Наступний метод, яким тут приділяється найбільша увага, – це метод «PERT». Автори стверджують, що PERT – кращий метод з усіх трьох, тому що він враховує випадковість всієї тривалості завдання і може ґрунтуватися на фактичний час виконання, відомому з досліджень. За принцип обрано невизначеність норм часу і імовірність впливу факторів на формування норм.

Значна кількість робіт присвячена визначенню часу на виконання окремих рухів робітників при виконанні завдання виготовлення продукції [4, 5, 6]. В роботах розглядаються питання правильного і успішного застосування концепції вивчення руху і вивчення часу для створення реалістичних стандартів часу практично для будь-якого типу процесів.

Стосовно процесів влаштування і розбирання опалубки колон, за нормативним документом минулих років для оцінювання трудомісткості процесів розроблялися єдині норми і розцінки (ЕНиП) [1], в яких наводилися норми витрат часу для виготовлення одиниці доброякісної продукції (в нашому випадку – на одну колону, або на один метр квадратний поверхні бетону колони). Відповідно до цих норм необхідно було мати в якості чинників: тип опалубки; спосіб підйому; периметр перерізу колони; площу щитів опалубки.

В нормах зафіксовано один тип опалубки у вигляді коробів, що розкріплюють хомутами на клинах. Зараз такі типи зустрічаються дуже рідко, тому нормами з цієї причини користуватися не можна, а допускати умовно лише аналогію. Спосіб підйому фіксується або механізмом або вручну – точно не вказано.

Площу опалубки слід враховувати тільки ту, що торкається бетону. Не зрозуміло, чому приймається площа опалубки по бетону. Така ситуація можлива лише при виготовленні опалубки точно під розміри колони, що на практиці буває дуже рідко. Також дуже мала градація периметру перерізу колон (до 1200 мм, або більше). Отже, виникає дуже багато неспівпадінь з реальною картиною.

Якщо розглядати картонні одноразові опалубки, то практично неможливо скористатися цими нормами. Аналогічна ситуація і проблеми з використанням ДСТУ [7], тому для точної оцінки процесів влаштування та розбірки опалубки колон взята за основу методика цілочислового нормування [8, 9].

**Ціль та задачі дослідження.** Метою статті є удосконалення методики цілочислового нормування будівельних процесів шляхом врахування особливостей монтажу та демонтажу різних опалубних систем при влаштуванні монолітних колон та розширення нормативної бази даних по трудомісткості і тривалості виконання цих процесів.

За основну методику дослідження прийнята методика виявлення структури процесів та цілочисленого нормування. За основу для виявлення структури процесів розглядалась теорія будівельних процесів [10] та теоретичні положення, опубліковані в роботах [5, 11, 12, 13].

Опалубні системи для виготовлення монолітних колон, як правило проєктуються на декілька разів (до 60) використання [14, 15, 16]. В останні часи знайшли своє місце одноразові опалубки з картону. Найчастіше картонні опалубки використовують для круглих в перерізі колон [17].

**Основна частина.** Спроба визначення параметрів процесів влаштування опалубок різних фірм наведена в роботі [18]. Автори стверджують, що отримані результати дозволяють говорити про доцільність обліку різновиди індустріальних

опалубних систем і умов їх використання на конкретному об'єкті. Наведена методологія моделювання технологічних процесів побудована на методі хронометражних спостережень, а це дуже трудомістка робота і не дозволяє прийняти рішення на підготовчих етапах проекту.

Для розрахунку трудомісткості процесів монтажу та демонтажу різних типів опалубки основними чинниками вважаються: кількість дій по кожному комплексу (операціям); складність дій за відповідальністю цих дій по відношенню до якості виконання процесу та забезпеченню його надійності [8].

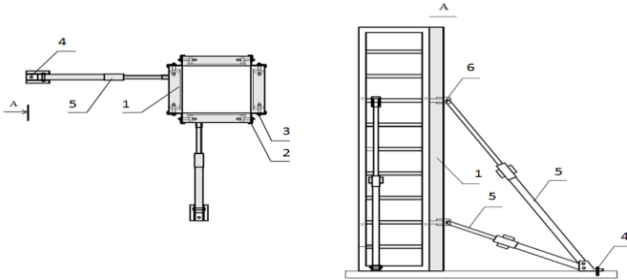


Рис. 1. Опалубка з рамних щитів (варіант 1) на кутових фіксаторах для влаштування колон: 1 – щит; 2 – кутик; 3 – болт; 4 – анкерна опора; 5 – підкоси; 6 – фіксатор

Комплект опалубки (рис. 1) для влаштування колон складається з щитів, замків, за допомогою яких з'єднуються щити поміж собою, підкосів для забезпечення стійкості блокової форми від перекидання та для вивірення по вертикалі щитів, опорних вузлів, стяжок та засобів підмащення.

Варіант №1 (див. рис. 1) характерний незмінним розміром щитів в перерізі, що робить опалубку менш універсальною. Щити з'єднуються в кутах за допомогою спеціальних вставок і болтів, що збільшує трудомісткість процесів.

Варіанти №2, №3 і №4 схожі з першим, але конструктивно мають відмінності і особливості, що вказані на рис. 2.

Варіант №2 за універсальністю не відрізняється від першого варіанту, а конструкція замка рейкового типу з клином прискорює процес з'єднання та роз'єднання щитів.

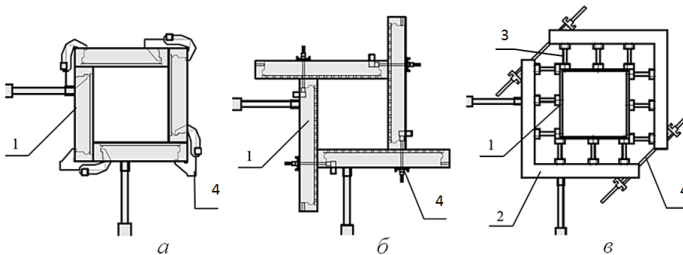


Рис. 2. Опалубка для колон за варіантами:  
а – варіант 2; б – варіант 3; в – варіант 4;  
1 – щит; 2 – скоба; 3 – балка; 4 – замок

Варіант №3 дозволяє виготовлювати колони з різними розмірами в перерізі в межах розмірів щита. Варіант більш універсальний. Критерій універсальності слід враховувати для дотримання принципу порівнянності варіантів. Універсальність дозволяє зменшити переносну вартість оренди опалубки на метр кубічний бетону колони.

Варіант №4 здешевлює опалубку і дозволяє виготовлювати колони за розмірами в перерізі без дотримання модульності опалубки. За трудомісткістю перевищує інші варіанти тому, що потребує додаткових дій при підготовці опалубки до роботи.

Варіант №5 – картонна опалубка для круглих колон.

Для збірно-розбірних опалубних систем характерним є факт різної трудомісткості процесів в залежності від циклів виготовлення конструкцій [19]. У першому циклі кількість дій найбільша тому, що опалубка частково укрупнюється. В подальших циклах опалубка монтується і демонтується укрупненими елементами.

Отже, чим більше колон тим менш буде загальна трудомісткість процесу. Однак, це не стосується картонної опалубки, яка зайнята тільки в одному циклі. Тут трудомісткість буде незмінна, а повна вартість опалубки буде включена у вартість колони.

В даному випадку в залежності від впливу різних факторів дуже важливо правильно обрати критерій ефективності. Критерієм може бути вартість колони, швидкість виготовлення колони або трудомісткість процесів. Це залежить від конкретних умов будівництва та від бажання інвесторів.

Для типових циклів влаштування колон виконані відповідні розрахунки тривалості і трудомісткості. Спочатку процес влаштування опалубки розділяється на операції (комплекс дій), а потім операції розділяються на дії. Відповідно до рис. 1 (варіант №1) комплекси дій наступні:

$W_1$  – перенос і закріплення проектних осей на 0,5 м від периметру опалубки;

$W_2$  – встановлення опорних башмаків підкосів і закріплення їх анкерами в отворах бетонних конструкцій;

$W_3$  – встановлення і закріплення підкосів до башмаків;

$W_4$  – подавання і встановлення щитів краном (середня питома вага одного щита для висоти колони 3...4 м становить 75...150 кг);

$W_5$  – закріплення щитів до підкосів;

$W_6$  – з'єднання щитів між собою за допомогою кутиків і болтів;

$W_7$  – вивіряння вертикалі щитів і остаточне затягування болтів;

$W_8$  – змащення поверхні палуби;

$W_9$  – приймання опалубки до роботи.

За варіантами №2 і №3 склад комплексу дій буде такий самий, але ж буде відрізнятися характером виконання дій  $W_6$ . За складністю цей комплекс дій має менший рівень (ступень) відповідальності.

Варіант №4 при визначенні тривалості і трудомісткості процесу влаштування опалубки для типових циклів відрізняється тим, що дії  $W_2$  і  $W_3$  можуть бути виконаними після встановлення краном Г-подібних в плані форм, власна стійкість яких забезпечена просторовою формою.

Аналіз кількості дій та відповідальності цих дій по відношенню до якості виконання процесу та його надійності для прикладу показано в табл. 1. Розрахунок часу виконання процесу здійснюється за формулою (1).

Таблиця 1

## Характеристика груп комплексу дій

Група комплексу дій	Кількість дій в комплексі	Характеристика ступеня відповідальності дій	Коефіцієнт, $r_j$ хв.
1	2-5	низька	1
2	2-5	середня	2
3	6-10	низька	3
4	6-10	середня	4
5	6-10	висока	5
6	11-15	середня	6
7	11-15	висока	7
8	16-21	висока	8

Для того, щоб скористатися цим методом необхідно розкласти операції процесу монтажу СПП на дії монтажників, а витрати часу з дій вимірювати цілими числами в залежності від складності цих дій, після чого можна визначити сумарний час виконання операцій та трудомісткість процесу:

$$T_h = 0,01667 \cdot \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n r_j \cdot W_{ij}, \quad (1)$$

де  $T_h$  – витрати часу на виконання процесу, год.;

$r_j$  – коефіцієнт відповідальності і складності дій, виражений цілими числами від 1 до 8 хвилин;

$W_{ij}$  – кількість  $i$ -х дій (елементів)  $j$ -ої складності і відповідальності.

На відміну від методики [8] кількість ступенів відповідальності збільшено до 8, тобто передбачається, що найбільш складний і відповідальний комплекс дій може виконуватися 8 хвилин (табл. 2).

Таблиця 2

## Матриця розрахунку параметрів процесу для варіанту №1

Дії, $W_i$	Кількість дій за ступенем відповідальності, $r_j$								Тривалість, $T_h$ хв	Кількість виконавців $N_p$ , люд	Витрати праці $\Theta_p$ , люд-хв
	1	2	3	4	5	6	7	8			
$W_1$					1				5	2	10
$W_2$					2				10	2	20
$W_3$				4					16	2	32
$W_4$				4					16	3	48
$W_5$		2							4	3	12
$W_6$						4			24	3	72
$W_7$					0				0	0	0
$W_8$					1				6	2	12
$W_9$					0				0	0	0
Результати у хвилинах та люд-хв.									65 хв.	206 люд-хв	
Результати у годинах та люд-год.									1,08 год.	3,43 люд-год	

Важливою характеристикою процесу є можливість виконання комплексу дії зі суміщенням та незалежно від основного циклу дії, наприклад, комплекс дій  $W_1$

може виконуватися раніше за влаштування опалубки колон. Як правило так і роблять, спочатку на декілька колон виносять робочі осі наносять їх на тверде покриття фарбою або закріплюють дюбелями в бетоні плит.

Відповідальність комплексу дій висока, а кількість дій становить 6-10, що вказує на п'яту групу з терміном виконання 5 хв.

Трудомісткість процесу визначається в залежності від мінімальної кількості виконавців, які спроможні виконати якісно комплекс дій.

$$\Theta_h = T_h \cdot N_p, \quad (2)$$

де  $N_p$  – мінімальної кількості виконавців, які спроможні виконати якісно комплекс дій.

Тривалість процесу не завжди відповідає сумі  $\sum T_h$ . Якщо виконавців два і більш, то є можливість суміщення дій. В даному випадку можна суміщати  $W_3$  і  $W_4$ . Слід для розрахунку загальної тривалості з двох комплексів дій враховувати найбільшу тривалість, тому результат у годинах становитиме – 1,18 год. В працях [3, 8] для виявлення часу виконання процесу пропонують будувати сіткову модель, яка наочно показує які роботи суміщені. Час за сітковими моделями визначається за критичним шляхом – найбільшою тривалістю зі всіх можливих. Для розрахунку параметрів сіткової моделі існує багато методів (наприклад PERT [3]) і комп'ютерних програм.

Результати аналізу всіх варіантів для типових циклів обертання опалубки колон наведені в табл. 3.

Таблиця 3

#### Параметри процесу влаштування опалубки колон для типового циклу

№ варіанту	$T_h$ , год.	$\Theta_h$ , люд-год
1	1,28	3,93
2	<b>1,02</b>	3,13
3	1,15	3,53
4	1,08	<b>2,93</b>

Отже, за часом виконання процесу влаштування опалубки переважає другий варіант (див. рис. 2а), а за трудомісткістю – варіант 4 (див. рис. 2в).

Для остаточного прийняття рішення необхідно обчислити параметри для процесів підготовки опалубки до влаштування та процесів розбирання опалубки (демонтажу). Режими демонтажу опалубки також можуть розглядатися як для типових циклів, так і для кінцевого. Це пов'язане з підготовкою опалубки до вивезення та повернення орендодавцю [20].

В нашому випадку попередня підготовка застосовується тільки у варіанті №4. Даний тип опалубки частіше застосовується при влаштуванні монолітних колон з розмірами в перерізі такими, що не відповідають модулям інших опалубок.

Перелік комплексу дій наступний:

$W_1$  – закріплення листів фанери на балках;

$W_2$  – встановлення і закріплення щитів до Г подібних рам;

$W_3$  – приймання опалубки до роботи.

Відповідно до цих комплексів дій тривалість підготовки опалубки становить – 0,63 год., а трудомісткість – 1,27 люд-год. Якщо за завданням влаштується одна колона, то параметри процесу будуть наступними:

$$T_{hp} = 1,08 + 0,63 = 1,71 \text{ год.}$$

$$\Theta_{hp} = 2,93 + 1,27 = 4,20 \text{ люд-год}$$

За такими параметрами варіант №4 програє всім іншим варіантам.

Параметри процесу розбирання опалубки нормуються аналогічно процесу влаштування (див. табл.2) при зменшенні ступеня відповідальності.

По чотирьом варіантам отримані наступні результати (табл. 4).

Таблиця 4

#### Параметри процесу розбирання опалубки колон для типового циклу

№ варіанту	$T_{hp}$ , год.	$\Theta_{hp}$ , люд-год
1	1,08	3,43
2	<b>0,74</b>	2,53
3	0,85	3,10
4	0,68	<b>2,23</b>

Для обґрунтування доцільності використання опалубки за варіантом №4 слід визначити мінімальну кількість колон, для якої тривалість і трудомісткість процесів буде на рівні варіанту №2 (рис. 3).

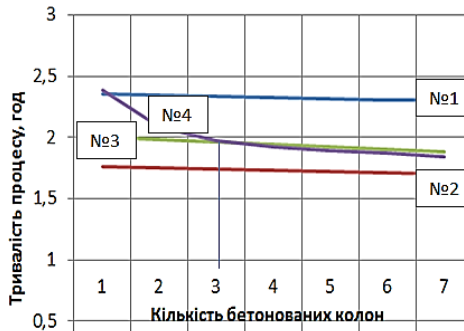


Рис. 3. Графіки залежності тривалості процесу від кількості бетонуваних колон

Аналіз графіків показує, що найшвидшим є другий варіант, перший варіант програє всім, а третій є конкурентоспроможним з четвертим. Четвертий варіант доцільно застосовувати якщо мінімальна кількість колон на одну одиницю опалубки буде більш трьох.

Така ж сама картина і стосовно графіків трудомісткості процесів (рис. 4).

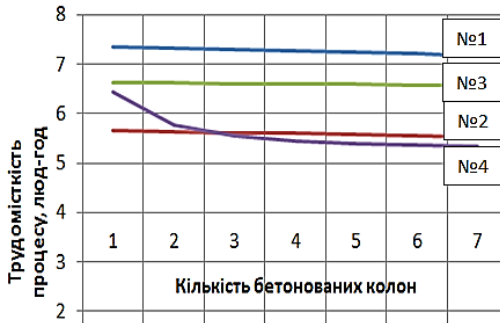


Рис. 4. Графіки залежності трудомісткості процесу від кількості бетонних колон

Якщо розглядати, як змінюється трудомісткість процесів від кількості бетонних колон, то слід відмітити перевагу четвертого варіанту опалубки над всіма при бетонуванні в одній опалубці більш трьох колон.

Прийняття остаточного рішення залежить від критерію, який вважається основним. Дуже часто на будівництві основним критерієм обирається тривалість зведення споруд.

**Висновки і перспективи подальших досліджень.** Процес проектування технології влаштування будівельних конструкцій використовує норми часу і витрат праці, які не дозволяють розрізняти особливості дій пов'язаних з використанням засобів технологічного оснащення, що знижує об'єктивність прийняття правильних, ефективних рішень

В статті наведено приклад використання методу числового нормування процесів монтажу і демонтажу різних опалубних систем для влаштування монолітних колон, який показує, що навіть незначні конструктивні особливості опалубок значно впливають на параметри процесів.

В подальших дослідженнях планується розглянути ряд інших основних процесів влаштування конструкцій будівель і споруд, створити електронну базу даних для підвищення рівня прийняття правильних, ефективних рішень.

#### Список літератури:

1. ЕНиР. Сб. Е4. Монтаж сборных и устройств монолитных железобетонных и бетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения. М: Стройиздат, 1987. 65 с.
2. Тонкачев Г.Н. Функционально-модульная система формирования комплектов строительной оснастки / Под. ред.: Тонкачева Г.Н.; ЧП «Блудчий М.І.», 2012. – 158 с.
3. E. Plebankiewicz, M. Juszczyk, J. Malara Estimation of task completion times with the use of the pert method on the example of a real construction project. *Archives of Civil Engineering*. 2015. Vol. LXI. Issue 3. URL: <https://journals.pan.pl/dlibra/publication/97442/edition/84030/content>.
4. Robert Wayne Atkins P.E. Work Measurement and Ergonomics Paperback – May 15, 2019. URL: <https://www.amazon.com/Measurement-Ergonomics-Robert->



Wayne-Atkins/dp/1732788324/ref=pd\_vtp\_2/131-4232598-5129724?pd\_rd\_w=bhVoN&pf\_r (дата звернення: 02.09.2021).

5. International Labour Standards on Working time. URL: <https://www.ilo.org/global/standards/subjects-covered-by-international-labour-standards/working-time/lang--en/index.htm> (дата звернення: 02.09.2021).

6. Civil Construction management: time and motion study. URL: <https://www.slideshare.net/YashShah313/civil-construction-management-time-and-motion-study/> (дата звернення 03.09.2021).

7. 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.). – Київ: Мінрегіонбуд України, 2008. – 35 с.

8. Тонкачєєв Г.М. Визначення тривалості процесу монтажу та демонтажу опалубки за методом цілочисленого нормування / Г.М. Тонкачєєв, В.Г. Тонкачєєв // Будівельне виробництво. №67/2019. НДІБВ, К.: 2019. С. 31-36.

9. Тонкачєєв Г.М. Нова система нормування витрат часу для прийняття технологічних рішень // Містобудування та територіальне планування: зб. наук. пр. – К.: КНУБА, 2013. – Вип. 50. – С. 700-704.

10. Тонкачєєв Г.М. Методологія вивчення будівельних технологій: навч. посібник / Г.М. Тонкачєєв, Л.А. Лєпська, С.П. Шарєпа. – Київ: КНУБА, 2019. – 214 с.

11. Балова Е.Ф. Нормирование труда рабочих в строительстве / Е.Ф. Балова, Р.С. Бекерман, Н.Н. Евтушенко и др.: под ред. Е.Ф. Баловой. – М.: Стройиздат, 1985. – 440 с.

12. Work Measurement. URL: <https://businessjargons.com/work-measurement.html>. (дата звернення: 03.09.2021)

13. Joseph George Konnully. WORK MEASUREMENT\NT. February 2015. URL:[https://www.researchgate.net/publication/272366441\\_WORK\\_MEASUREMENT\\_NT](https://www.researchgate.net/publication/272366441_WORK_MEASUREMENT_NT). (дата звернення: 03.09.2021)

14. PERI. Formwork Component Catalogue. 2009. 648 с. URL: [http://www.peri.lt/files/pdf3/Component\\_Catalogue\\_Formwork\\_2009\\_en.pdf](http://www.peri.lt/files/pdf3/Component_Catalogue_Formwork_2009_en.pdf)

15. ДОКА. Рамная опалубка Фрамакс. 2001. 88 с. URL:[http://kapitalrent.ru/userfiles/DOKA\\_FRAMAX\(1\).pdf](http://kapitalrent.ru/userfiles/DOKA_FRAMAX(1).pdf)

16. MEVA. Полный технический каталог. 2007. 210 с. URL: <http://www.meva.ru/production/opalubka-sten/> (дата звернення: 03.09.2021).

17. Картонная опалубка для круглых колонн. URL:<https://raobud.com.ua/opalubka/opalubka-dlya-kolon/kartonnaya-opalubka-dlya-kruglyh-kolonn> (дата звернення 09.09.2021)

18. Кушнарєв М. В. Формування комбінованих опалубних систем для конструкцій сходових та ліфтових блоків багатоповерхових будівель: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.083 "Технологія та організація промислового та цивільного будівництва" / Кушнарєв Максим Володимирович; М-во освіти і науки України, КНУБА. – Київ, 2016. – 20 с.

19. Капшук О.А., Шалєний В.Т. Технологичность разновидностей современных разборно-переставных опалубочных систем. URL: <https://engstroy.spbstu.ru/article/2014.51.11/> (дата звернення 10.09.2021).

### References:

1. ENiR. Sat. E4. (1987). Installation of prefabricated and installation of monolithic reinforced concrete and concrete structures. Issue 1. Buildings and industrial structures. M: Stroyizdat.
2. Tonkacheev, H.N. (2021). *Funktsyonalno-modulnaia sistema formirovaniya komplektov stroytelnoi osnastk* [Functional-modular system for the formation of sets of construction equipment] Private enterprise "Bludchiy M.I." 158 s.
3. Plebankiewicz, E., Juszczak, M. & Malara, J. (2015). Estimation of task completion times with the use of the pert method on the example of a real construction project. *Archives of Civil Engineering*. Vol. LXI. Issue 3. URL: <https://journals.pan.pl/dlibra/publication/97442/edition/84030/content>.
4. Robert Wayne Atkins P.E. (2019). Work Measurement and Ergonomics Paperback. URL: [https://www.amazon.com/Measurement-Ergonomics-Robert-Wayne-Atkins/dp/1732788324/ref=pd\\_vtp\\_2/131-4232598-5129724?pd\\_rd\\_w=bhVoN&pf\\_rd\\_w=](https://www.amazon.com/Measurement-Ergonomics-Robert-Wayne-Atkins/dp/1732788324/ref=pd_vtp_2/131-4232598-5129724?pd_rd_w=bhVoN&pf_rd_w=)
5. International Labour Standards on Working time. URL: <https://www.ilo.org/global/standards/subjects-covered-by-international-labour-standards/working-time/lang--en/index.htm>
6. Civil Construction management: time and motion study. URL: <https://www.slideshare.net/YashShah313/civil-construction-management-time-and-motion-study/>
7. DSTU B D.2.2-1-2008 (2008). Resursni elementni koshtorysni normy na budivelni roboty betonni ta zalizobetonni konstruksii monolitni. Zbyrannia i rozbyrannia opalubky (zbirnyk 6). Kyiv: Minrehionbud Ukrainy.
8. Tonkacheev, H.N. & Tonkacheev, V.H. (2019). Determining the duration of the process of installation and dismantling of formwork by the method of integer rationing. *Budivelne vyrobnytstvo*, №67. P. 31-36.
9. Tonkacheev, H.M. (2013). Nova sistema normuvannia vytrat chasu dlia pryiniattia tekhnolohichnykh rishen [A new system of time rationing for technological decisions]. *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia*. Vyp 50. P. 700-704.
10. Tonkacheev, H.M., Lepska, L.A. & Sharapa, S.P. (2019). *Metodolohiia vyvchennia budivelnykh tekhnolohii* [Methodology of studying construction technologies]. Kyiv: KNUCA. 214 s.
11. Balova, E.F., Bekerman, R.S., Evtushenko, N.N. et. al (1985). *Normyrovanye truda rabochykh v stroytelstve* [Work rationing of workers in construction]. M.: Stroyizdat. 440 s.
12. Work Measurement. URL: <https://businessjargons.com/work-measurement.html>.
13. Konnullly, J.G. (2015). Work measurement. URL: [https://www.researchgate.net/publication/272366441\\_WORK\\_MEASUREMENTNT](https://www.researchgate.net/publication/272366441_WORK_MEASUREMENTNT).
14. PERI. (2009). Formwork Component Catalogue. 648 s. URL: [http://www.peri.lt/files/pdf3/Component\\_Catalogue\\_Formwork\\_2009\\_en.pdf](http://www.peri.lt/files/pdf3/Component_Catalogue_Formwork_2009_en.pdf)
15. DOKA. (2001). Framed formwork Framax. 88 s. URL: [http://kapitalrent.ru/userfiles/DOKA\\_FRAMAX\(1\).pdf](http://kapitalrent.ru/userfiles/DOKA_FRAMAX(1).pdf)
16. MEVA. (2007). Complete technical catalog. 210 s. URL: <http://www.meva.ru/production/opalubka-sten/>
17. Kartonnaya opalubka dlya kruglykh kolonn [Cardboard formwork for round columns]. URL: <https://raobud.com.ua/opalubka/opalubka-dlya-kolon/kartonnaya-opalubka-dlya-kruglyh-kolonn>

18. Kushnarov, M.V. (2016). *Formuvannia kombinovanykh opalubnykh system dlia konstruktivnoy skhodovoykh ta liftovoykh blokiv bahatopoverkhovoykh budivel* [Formation of combined formwork systems for structures of stair and elevator blocks of multi-storey buildings]. (Extended abstract of candidate's thesis). Kyiv national university of construction and architecture. Kyiv. [in Ukrainian]

19. Kapshuk, O.A., Shalennyu, V.T. *Tekhnologichnost' raznovidnostey sovremennykh razborno-perestavnykh opalubochnykh system* [Manufacturability of varieties of modern collapsible formwork systems]. URL: <https://engstroy.spbstu.ru/article/2014.51.11/>

***Г.Н. Тонкачев, В.Г. Тонкачев, Е.В. Носач***

***Отбор опалубочных систем для устройства монолитных колонн по методике целочисленного нормирования трудоемкости и продолжительности процесса***

*Актуальность этой статьи связана с проблемой нормирования технологических процессов, в которых присутствует строительная оснастка для выполнения бетонных работ. Практически все строительные процессы выполняются с применением строительной оснастки. Устройство монолитных конструкций сопровождается процессами монтажа и демонтажа опалубки. Сделать обоснованный выбор вариантов оснащения строительных процессов по существующим стандартным нормам времени невозможно. Для всех возможных вариантов опалубки колонн практически используются одинаковые нормы времени [1].*

*В статье рассматривается сравнение нескольких вариантов опалубки для устройства монолитных железобетонных колонн каркасных сооружений. Для определения продолжительности и трудоемкости процесса использована методика отсечения нормирования [2], которая позволяет учитывать даже незначительные изменения в опалубке. Вычисления по этой методике делают возможность отбирать наиболее эффективные варианты опалубок. За основу эта методика использует анализ количества действий и ответственности этих действий по отношению к качеству выполнения процесса и его надежности.*

*Любая строительная оснастка характеризуется конструктивной и технологической универсальностью, которая также влияет на выбор вариантов для определенных условий выполнения процессов, поэтому в статье приведен анализ этих факторов по качественным показателям. Если в структуре сооружения присутствуют колонны с различными размерами сечения или высоты, то предпочтение отдается вариантам опалубки с большей конструктивной универсальностью.*

*Материал статьи открывает целое направление для дальнейших исследований в области использования строительной оснастки при выполнении других процессов.*

***Ключевые слова: нормирование; опалубка; колонна; строительная оснастка; действие; сложность; ответственность; бетонирования.***

***G. Tonkachev, V. Tonkachev, K. Nosach***

***Selection of formwork systems for arrangement of monolithic columns according to the method of integer rating of laborability and process duration***

*The relevance of this article is related to the problem of standardization of technological processes in which there is construction equipment for concrete work. Almost all construction processes are performed using construction equipment. The arrangement of monolithic structures is accompanied by the processes of installation and dismantling of the formwork. It is impossible to make a reasonable choice of options for equipping construction processes according to the existing standard time norms. For all possible variants of column formwork, almost the same time norms are used [1].*

*The article considers the comparison of several formwork options for the installation of monolithic reinforced concrete columns of frame structures. To determine the duration and complexity of the process used the method of integer rationing [2], which allows taking into account even minor changes in the formwork. Calculation by this method makes it possible to select the most effective options for formwork. As a basis, this technique uses an analysis of the number of actions and responsibilities of these actions in relation to the quality of the process and its reliability.*

*Any construction equipment is characterized by structural and technological versatility, which also affects the choice of options conditions of the process, so the article provides an analysis of these factors in terms of quality. If in the structure of the structure there are columns with different cross-sectional dimensions or heights, the preference is given to formwork options with greater structural versatility.*

*The material of the article opens a whole direction for further research in the field of construction equipment in other processes.*

**Key words:** *rationing; decking; column; construction equipment; action; complexity; responsibility; concreting.*

#### ***Посилання на статтю***

**АРА:** Tonkacheev, G., Tonkacheev, V. & Nosach, K. (2021). Selection of formwork systems for arrangement of monolithic columns according to the method of integer rating of laborability and process duration. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 47 (1), 96-107.

**ДСТУ:** Тонкачєєв Г.М. Відбір опалубних систем для влаштування монолітних колон за методикою цілочислового нормування трудомісткості та тривалості процесів [Текст] / Г.М. Тонкачєєв, В.Г. Тонкачєєв, К.В. Носач // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2021. – № 47 (1). – С. 96-107.