

УДК 69.057.45

Ю.Т. Собко¹,

канд. техн. наук

ORCID: 0000-0001-6380-9227

Є.В. Новак¹,

канд. техн. наук

ORCID: 0000-0002-8512-6344

¹Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці

АНАЛІЗ ТРУДОМІСЬКОСТІ І ТРИВАЛОСТІ ПРОЦЕСІВ МОНТАЖУ БЛОКІВ СТРУКТУРНИХ ПЛИТ ПОКРИТТЯ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ КРАНОВОГО МЕТОДУ

Процес укрупнення по варіанту виконується на збиральному стенді, який відноситься до обладнання монтажного оснащення. Для встановлення стенду спеціально готується майданчик у вигляді горизонтально спланованої поверхні землі. Основу методики становлять дії, які відповідають структурі операцій. Проаналізовано головні процеси, необхідні тривалості та трудомісності структурних плит покриття вільним методом. Трудомісність будівельного процесу визначається за методами технічного нормування процесів та за методиками хронометражного спостереження. На підставі цих спостережень розробляються нормативи у вигляді галузевих норм або інших збірників норм витрат праці. Вимірюється трудомісність в люд-год, а норма витрат праці є похідною від норм часу з урахуванням кількості виконавців. Визначено потенційний розвиток, який забезпечить зменшення трудомісності монтажного процесу та надання монтажу циклічності в роботах. Також було вдосконалено технологічність монтажу структурних плит покриття за допомогою конструктивно-технологічних рішень. Виконано аналіз трудомісності і тривалості процесів монтажу блоків структурних плит покриття за варіантами кранового методу монтажу. Для забезпечення принципу розгляду були включені процеси монтажу колон, монтажу стендів, укрупнення блоків, монтажу (підйому) блоків та встановлення і переміщення крану. Порівнювання варіантів передбачає включення до розгляду процесів монтажу колон (нарошування), монтажу стендів, укрупнення блоків, монтажу (підйому) блоків та встановлення і переміщення крану або монтажних підйомно-збиральних модулів. Всі розрахунки виконувалися у табличній формі відповідно до формули. Всі розрахунки здійснено за методикою цілочислового нормування. За результатами аналізу визначені всі складові трудомісності та тривалості процесів, на підставі яких побудовано графіки виконання процесів укрупнення і монтажу блоків структурних плит покриття.

Ключові слова: *трудомісність, тривалість, монтаж, структурні плити покриття, вільний метод.*

Вступ: Трудомісність будівельного процесу визначається за методами технічного нормування процесів та за методиками хронометражного спостереження [1]. На підставі цих спостережень розробляються нормативи у вигляді ГН або інших збірників норм витрат праці. Вимірюється трудомісність в

люд-год, а норма витрат праці є похідною від норм часу з урахуванням кількості виконавців. Варіанти укрупнення і монтажу структурних плит покриття не є типовими. По них невідомі хронометражні дослідження, тому було прийнято рішення скористатися відомою методикою цілочислового нормування [2]. Основу методики становлять дії, які відповідають структурі операцій. Тому на першому етапі аналізу визначається перелік дій по операціях і процесах.

Об'єкти дослідження Технологія укрупнення і монтажу структурних плит покриття типовим методом.

Методи досліджень Процес укрупнення по варіанту виконується на збиральному стенді, який відноситься до обладнання монтажного оснащення. Для встановлення стенду спеціально готується майданчик у вигляді горизонтально спланованої поверхні землі з шаром ущільненого щебня [3, 4]. На щебінь вкладаються клітини з дерев'яних шпал, які виставляються відповідно вертикальних планувальних позначок за допомогою геодезичних приладів. Потім на шпальні клітини встановлюють збиральний стенд. Конструктивно стенд складається з декількох частин (рис. 1).

Результати досліджень До укрупнення блоків влаштовують монолітні залізобетонні фундаменти під колони. Фундаменти влаштовують з анкерними болтами. У варіанті вільного монтажу із використаннями крану колона суцільного перерізу (зварний двотавр).

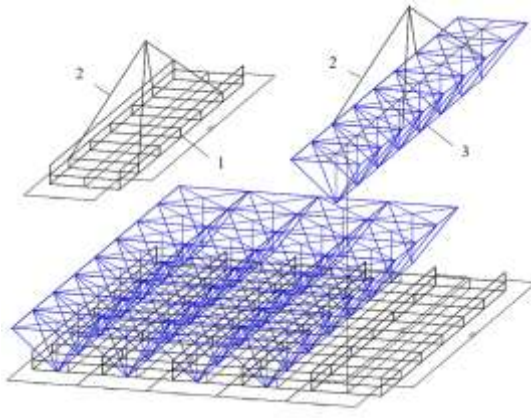


Рис. 1. Схема укрупнення блоку структурних плит 15 x 24 м:
1 – блок збирального стенду; 2 – строп;
3 – відправна марка структурних плит

Спочатку монтують колони (для аналізу прийнято колони висотою 12 м), тому укрупнення в зоні колон провести не можливо. Стенди розміщують поруч в робочій зоні вантажопідйомного крану. Відповідно прийнятій схемі монтажу потрібен кран більшої потужності. Для аналізу умовно прийнято кран LTM 1090 (рис. 2). Вага блока покриття з профнастилом та частиною обладнання для прикладу становить 12 т, виліт стріли крану – 16 м, висота підйому гаку крану – 24 м. При таких параметрах вантажопідйомність крану – 12,5 т. [5].

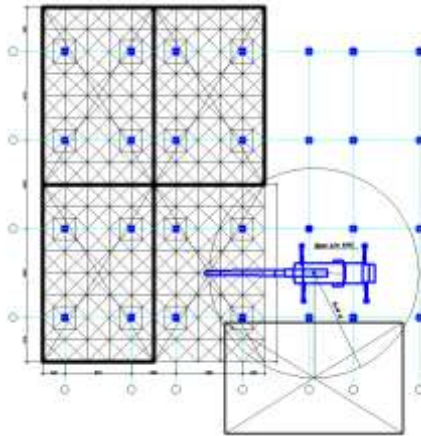


Рис. 2. Схема укрупнення і монтажу блоку структурних плит покриття 15 x 24 м за базовим варіантом

Порівнювання варіантів передбачає включення до розгляду процесів монтажу колон (наросування), монтажу стендів, укрупнення блоків, монтажу (підйому) блоків та встановлення і переміщення крану або монтажних підйомно-збиральних модулів. Всі розрахунки виконувалися у табличній формі відповідно до формули. Процес монтажу колон заввишки 12 м включає підпроцеси розвантаження і розкладання, монтажу і закріплення. Складовими цих процесів є дії (операції).

Встановлення крану складається з наступних дій:

- $W_{1,1}$ – під'їзд крану на стоянку;
- $W_{1,2}$ – встановлення підкладок під опори;
- $W_{1,3}$ – висування аутригерів та приведення їх в робочий стан;
- $W_{1,4}$ – навішування стропів на гак крану;
- $W_{1,5}$ – перевірка готовності крану до роботи;

Розвантаження і розкладання колон складається з наступних дій:

- $W_{2,1}$ – підйом монтажників на транспорт;
- $W_{2,2}$ – подача гаку крану до колони;
- $W_{2,3}$ – захоплення колони;
- $W_{2,4}$ – спуск монтажників з транспорту;
- $W_{2,5}$ – підйом і переміщення колони краном до місця розкладання;
- $W_{2,6}$ – встановлення підкладок;
- $W_{2,7}$ – опускання (посадка) колони на підкладки;
- $W_{2,8}$ – відчеплення захоплень;
- $W_{2,9}$ – повернення гаку крану до транспорту.

За методикою цілочислового нормування технологічні параметри процесу розвантаження і розкладання колон розраховано за відповідною матрицею. Для

даного процесу можливо суміщення дій $W_{2,1}$ і $W_{2,2}$, $W_{2,5}$, $W_{2,6}$ і $W_{2,7}$, що впливає на визначення тривалості процесу та перевірка готовності крана до роботи.

Структура процесу монтажу складальних стендів схожа на структуру процесу монтажу колон, але не потребує додаткової монтажної оснастки для тимчасового закріплення і вивірки:

- $W_{4,1}$ – перехід виконавців до нової робочої зони;
- $W_{4,2}$ – підготовка робочого місця;
- $W_{4,3}$ – подача гака крана і стропування конструкції;
- $W_{4,4}$ – підйом і подача конструкції в зону монтажу;
- $W_{4,5}$ – наведення конструкції при подачі в зону посадки і її посадка;
- $W_{4,6}$ – вивірка і остаточна фіксація відправних марок;
- $W_{4,7}$ – зняття захопленя стропу;
- $W_{4,8}$ – приймальний контроль якості.

Структура процесу укрупнення складається з наступних дій:

- $W_{5,1}$ – перехід виконавців до нової робочої зони;
 - $W_{5,2}$ – підготовка робочого місця;
 - $W_{5,3}$ – подача гака крана і стропування конструкції;
 - $W_{5,4}$ – підйом і подача конструкції в зону монтажу;
 - $W_{5,5}$ – наведення конструкції при подачі в зону посадки і посадка;
 - $W_{5,6}$ – тимчасове закріплення відправної марки;
 - $W_{5,7}$ – вивірка і остаточна фіксація відправних марок;
 - $W_{5,8}$ – зняття захопленя стропу;
 - $W_{5,9}$ – встановлення і закріплення окремих стрижнів структури;
 - $W_{5,10}$ – підйом блоку структурних плит покриття на висоту опорної конструкції (4,0 м).
- $W_{5,1}$ Основним процесом є монтаж блока структурних плит.

Для здійснення цього процесу необхідно виділити окремо процес підготовки робочих місць, оскільки він пов'язаний з висотою. Для організації влаштування робочих місць, а їх чотири, потрібно застосовувати механізовані риштування, типу пантографу на самохідних машинах (візках).

Структура процесу наступна:

- $W_{6,1}$ – під'їзд механізованих риштувань на стоянки;
- $W_{6,2}$ – приведення риштувань до робочого стану;
- $W_{6,3}$ – опускання та підйом робочих майданчиків;

Структура процесу підйому і встановлення блоку структурних плит складається з наступних дій:

- $W_{7,1}$ – подача гака крана і стропування блоку структурних плит 24x15 м;
- $W_{7,2}$ – підготовка анкерів опорних на колонах;
- $W_{7,3}$ – установка прокладок і опорних гайок;
- $W_{7,4}$ – підготовка конструкції до монтажу;
- $W_{7,5}$ – підйом і подача конструкції в зону монтажу;
- $W_{7,6}$ – наведення конструкції при подачі в зону посадки;
- $W_{7,7}$ – орієнтування і посадка блоку структурних плит на анкерні болти;
- $W_{7,8}$ – установка гайок і груба фіксація блоку структурних плит;

$W_{7,9}$ – вивірка і остаточна фіксація блоку структурних плит;

$W_{7,10}$ – зняття захоплень стропу і повернення гака крана;

$W_{7,11}$ – приймальний контроль якості монтажу блоку структурних плит.

За методикою [6] побудовано графік виконання процесів укрупнення і монтажу блоків структурних плит покриття з попереднім монтажем колон за відповідними розрахунками (табл. 1).

Загальна структура процесів наступна:

TP1 – встановлення крану на стоянки;

TP2 – розвантаження і розкладання колон;

TP3 – монтаж колон;

TP4 – монтаж складальних стендів;

TP5 – укрупнення блоків структурних плит;

TP6 – підготовка та обслуговування робочих місць;

TP7 – монтаж блоків структурних плит;

TP8 – інші не враховані процеси (5%).

Таблиця 1

Технологічні розрахунки процесу влаштування каркасу з структурних плит покриття

Шифр процесу	Обсяг продукту		Норма витрат праці, люд-год	Норма витрат часу, год	Трудовіт-кість процесу, люд-год	Тривалість процесу, год
	Одиниця виміру	Кіл-сть				
TP1	1 стоянка	40	1,834	0,88	73,360	35,20
TP2	1 колона	32	1,050	0,62	33,600	19,84
TP3	1 колона	32	2,817	1,34	90,144	42,88
TP4	1 стенд	8	4,968	1,42	39,744	11,36
TP5	1 блок	8	24,688	8,53	197,506	68,26
TP6	4 роб. місце	8	3,334	2,24	26,672	17,92
TP7	1 блок	8	26,272	7,48	210,176	59,84
TP8	%	5			33,672	12,77

Загальні витрати по базовому варіанту становлять:

Трудовіткість – 707,114 люд-год;

Тривалість – 268,07 год.

Висновки:

Виконано аналіз трудовіткості і тривалості процесів монтажу блоків структурних плит покриття за варіантами кранового методу монтажу. Для забезпечення принципу розгляду були включені процеси монтажу колон, монтажу стендів, укрупнення блоків, монтажу (підйому) блоків та встановлення і переміщення крану. Всі розрахунки здійснено за методикою цілочислового нормування. За результатами аналізу визначені всі складові трудовіткості та тривалості процесів, на підставі яких побудовано графіки виконання процесів укрупнення і монтажу блоків структурних плит покриття.

Список літератури:

1. Балова Е.Ф. Нормирование труда рабочих в строительстве [Текст] / Е.Ф. Балова, Р.С. Бекерман, Н.Н. Евтушенко и др.: под ред. Е.Ф. Баловой. – М.: Стройиздат, 1985. – 440 с.
2. Тонкачев Г.М. Нова система нормування витрат часу для прийняття технологічних рішень. *Містобудування та територіальне планування*. К.: КНУБА, 2013. Вип 50. С. 700–704.
3. Собко Ю. Т. Вантажопідйомний встановлюючий модуль / Патент на корисну модель № 107342 України 25.05.2016.
4. Собко Ю. Т. Спосіб підйому покриття на проектну відмітку за допомогою вантажопідйомного встановлювального модуля / Патент на корисну модель № 107341 України 25.05.2016
5. LTM mobile cranes: URL: <https://www.liebherr.com/en/can/products/mobile-and-crawler-cranes/mobile-cranes/liebherr-mobile-cranes/ltm-mobile-cranes.html> (дата звернення 15.08.2020).
6. Технологія монтажу будівельних конструкцій: навч. посібник / В.К. Черненко, О.Ф. Осипов, Г.М. Тонкачев, Є.Г. Романушко та ін.; за ред. В.К. Черненка. – К.: Горобець Г.С., 2010. – 372 с.
7. Тонкачев Г.М. Особливості регулювання положення конструкцій у просторі при їхній посадці на опорні поверхні. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. К.: КНУБА, 2003. Вип. 12. С. 100–106.
8. Тонкачев Г.М., Лепська Л.А. Підвищення точності монтажу конструкцій шляхом зменшення похибок при виконанні операцій орієнтування і встановлення. *Містобудування та територіальне планування*. К.: КНУБА, 2011. Вип. 41. С. 439–444.
9. Собко Ю.Т., Тонкачев Г.М. Удосконалення конструктивно технологічних рішень монтажу блоків покриття вантажопідйомними встановлюючими модулями. *Будівельне виробництво*. НДІБВ, № 71 2021. С. 10–14.
10. Собко Ю.Т., Новак Є.В. Дослідження методів піднімання структурних великорозмірних покриттів одноповерхових промислових споруд. *Сучасні технології та методи розрахунків в будівництві*. 2015, Вип. 3. С. 157–162.
11. Собко Ю.Т., Сумарюк О.В. Аналіз роботи домкратних пристроїв, які використовуються для монтажу структурних покриттів великих розмірів. *Сучасні технології та методи розрахунків в будівництві*. 2015. Вип. 3. С. 163–170.
12. Собко Ю.Т., Черненко В.К. Безкранова технологія монтажу структурного покриття одноповерхових промислових споруд. *Програма та тези доповідей Міжнародної науково-технічної конференції «Ефективні технології в будівництві»*. К.: Ліра-К, 2016. С.130–131.
13. Собко Ю.Т. Аналіз структурних покриттів та методів монтажу. *Науковий вісник Чернівецького університету*. 2014. Том 3, вип. 2. С.100–103.

References:

1. Balova, E.F., Beckerman, R.S., Evtushenko, N.N. et al. (1985). *Standardization of workers' work in construction*. In Balovoy E.F. (ed.). М.: Stroyizdat. 440 p.

2. Tonkacheev, G.M. (2013). A new system of rationing time costs for making technological decisions. *Urban development and territorial planning*. Issue 50. P. 700–704.
3. Sobko, Yu.T. (2016). *Load–lifting installation module* (Utility Model Patent No. 107342 of Ukraine 05/25/2016).
4. Sobko, Yu.T. (2016). *The method of lifting the coating to the design mark using a load–lifting installation module* (Utility Model Patent No. 107341 of Ukraine 05/25/2016).
5. LTM mobile cranes: URL: <https://www.liebherr.com/en/can/products/mobile-and-crawler-cranes/mobile-cranes/liebherr-mobile-cranes/ltm-mobile-cranes.html> (application date 08/15/2020).
6. *Technology of installation of building structures*. (2010). Chernenko, V.K., Osipov, O.F., Tonkacheev, H.M., Romanushko, E.H. et al. In Chernenko, V.K. (ed.) K.: Horobets G.S. 372 p.
7. Tonkacheev, H.M. (2003). Peculiarities of regulating the position of structures in space when they are placed on supporting surfaces. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*. Issue 12. Pp. 100–106.
8. Tonkacheev, H.M., Lepska, L.A. (2011). Increasing the accuracy of construction assembly by reducing errors during orientation and installation operations. *Urban development and spatial planning: Scien.–tech. journal*. Issue 41. Pp. 439–444.
9. Sobko, Y.T., Tonkacheev, H.M. (2021). Improvement of structural and technological solutions for the installation of covering blocks with load–lifting installation modules. *Construction production*. No. 71. Pp. 10–14.
10. Sobko, Y.T., Novak, Y.V. (2015). Study of lifting methods of structural large–scale coatings of single–story industrial buildings. *Modern technologies and calculation methods in construction*. Issue 3. Pp. 157–162.
11. Sobko, Y.T., Sumaryuk, O.V. (2015). Analysis of the operation of jacking devices used for the installation of large–sized structural coatings. *Modern technologies and calculation methods in construction*. Issue 3. Pp. 163–170.
12. Sobko, Y.T., Chernenko, V.K. (2016). Crane–less installation technology of structural covering of one–story industrial buildings. *Program and abstracts of reports of the International scientific and technical conference "Effective technologies in construction"*. Pp. 130–131.
13. Sobko, Y.T. (2014). Analysis of structural coatings and installation methods. *Scientific Bulletin of Chernivtsi University*. Volume 3, issue 2. Pp. 100–103.

Y.T. Sobko, Y.V. Novak

Analysis of the labor consumption and duration of the assembly processes of structural coating plates blocks using the crane method

The labor intensity of the construction process is determined by the methods of technical standardization of processes by the methods of time tracking. On the basis of these observations, regulations are developed in the form of GN or other collections of norms of labor costs. Labor intensity is measured in person–hours, and the rate of labor costs is derived from the rate of time, taking into account the number of performers. Variants of consolidation and installation of structural plates of the covering are not typical. The main processes necessary for the duration and labor–intensiveness of the structural slabs of the coating by the free method have been analyzed. A potential

development has been identified that will ensure a reduction in the labor-intensiveness of the assembly process and provide cyclical assembly work. The consolidation process is optionally performed on the assembly stand, which belongs to the assembly equipment. To install the stand, a site is specially prepared in the form of a horizontally planned surface of the earth with a layer of compacted crushed stone. Cells made of wooden sleepers are placed on the crushed stone, which are set according to vertical planning marks with the help of geodetic devices. Then a collection stand is installed on the sleeping cells. Structurally, the stand consists of several parts. That is why the manufacturability of the installation of the structural plates of the covering was improved by means of constructive and technological solutions. First, the columns are mounted (columns with a height of 12 m were used for the analysis), so it is not possible to carry out consolidation in the area of the columns. The stands are placed next to each other in the working area of the crane. All calculations were performed in tabular form according to the formula. The installation process of 12 m high columns includes the sub-processes of unloading and disassembly, installation and fastening. The components of these processes are actions (operations). According to the methodology, a schedule of the processes of consolidation and installation of blocks of structural slabs with preliminary installation of columns according to the corresponding calculations was built.

Keywords: *labor intensity, duration, installation, structural slabs, free method.*

Посилання на статтю

APA: Sobko, Y.T., & Novak, Y.V. (2022). Analysis of the labor consumption and duration of the assembly processes of structural coating plates blocks using the crane method. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 50 (1), 35–42.

ДСТУ: Собко Ю.Т., Новак Є.В. Аналіз трудомісткості і тривалості процесів монтажу блоків структурних плит покриття із використанням кранового методу. *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин*. 2022. № 50 (1). С. 35–42.