

УДК 69.057

д.т.н., проф. Тонкачєєв Г. М.,
Лепська Л. А., Шарапа С.П.,
Київський національний університет будівництва і архітектури

СИСТЕМА ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МОНТАЖНОЇ ОСНАСТКИ ДЛЯ ОБМЕЖЕННЯ ТА ФІКСАЦІЇ КОНСТРУКЦІЙ, ЩО МОНТУЮТЬСЯ

Розглянута технологія монтажу будівельних конструкцій з варіантами функціональних модулів монтажної оснастки, сформованих на основі різних базових конструкцій. Наведені результати цілочисельного нормування витрат часу і праці по варіантах, надані моделі процесів та залежності для прийняття конструктивно-технологічних рішень.

Ключові слова: монтаж, орієнтування, оснастка, тривалість, процес, модель, витрати праці, система обґрунтування.

Постановка проблеми. До теперішнього часу по операціях орієнтування і фіксації залізобетонних конструкцій при монтажі на опорні поверхні дослідження трудомісткості і тривалості не проводилися.

Нормативи витрат праці і часу визначені різними нормативними документами. Норми містяться в єдиних нормах часу і розцінках (ЕНиР) [1, 2], відомчих нормах часу і розцінках (ВНиР) [3] в стандартах (ДСТУ) [4]. Більш детально норми розглядаються в картах трудових процесів (КТ).

Структура норм часу для процесів монтажу будівельних конструкцій і збірної опалубки не розкриває структурні складові витрат за операціями. При цьому норми стосуються тільки конкретних монтажних операцій і пристосувань. У разі дроблення операцій на складові і зміни конструктивно-технологічних рішень (КР) оснастки норми не змінюються, що говорить про недосконалість існуючої системи нормування і робить ці норми непридатними для аналізу та оцінки ефективності використання монтажної оснастки.

Мета роботи. Створення системи обґрунтування технологічних параметрів монтажної оснастки для обмеження та фіксації конструкцій що монтуються з використанням примусових методів монтажу.

Виклад основного матеріалу. В якості факторів, що змінюють норму часу в нормативних документах прийнята: для лінійних вертикальних конструкцій маса конструкції що монтується, для лінійних горизонтальних конструкцій – проліт (довжина конструкції), для плоских горизонтальних і вертикальних конструкцій – площа поверхні.

Аналіз дій виконавців при виконанні окремих операцій монтажного процесу показав, що витрати часу і праці змінюються в основному від характеру і кількості рухів, а не від факторів, наведених вище. Межі максимальних навантажень на руки людини при управлінні робочими органами пристосувань встановлені нормами з техніки безпеки [5] і дорівнюють 160 Н. З цього випливає, що маса конструкції побічно впливає на витрати часу і праці. Більшою мірою на витрати часу впливають габарити конструкцій, конструкція і параметри опор. Тому слід переглянути підхід до нормування процесів при використанні різних модулів обмежувачів і фіксаторів.

Для моделювання різних ситуацій в роботі [6] доведено доцільність цілочисельного нормування витрат ручної праці і кранового часу при різних варіантах складу ланок, монтажного оснащення і конструктивних параметрів елементів що монтуються.

Операція монтажного процесу «орієнтування» виконується в зоні посадки залізобетонних конструкцій при обмеженні з малими допусками переміщень, яка завершується вивірянням конструкції і її фіксацією. Це зона опор, в якій робітники можуть брати участь, а обмеження накладаються спеціальною оснасткою, яка в роботі [6] виділена в функціональний модуль «обмежувач». Для сучасних технологій примусового монтажу конструкцій, як правило, функції обмеження і фіксації об'єднані. Різниця між ними полягає тільки в допусках на виконання дій.

Використовуючи апарат теорії множин, модель технологічного процесу монтажу конструкцій і технічне рішення (ТР) модулів обмежувачів має багатоярусну, ієрархічну будову. Технологічний процес і технічне рішення модуля обмежувача – це універсальна множина (Y). Перший рівень містить дві множини – це всі можливі варіанти розміщення для знімних багаторазових модулів (A) і всі можливі варіанти формування обмежуючого простору (B). Другий рівень моделі розкриває структурна будова підмножин (A) і (B).

З безлічі параметрів модулів обмежувачів виділені і зведені в таблицю параметри, що визначають витрати часу і праці на установку і переміщення обмежувачів при монтажі лінійних вертикальних і горизонтальних конструкцій каркасних малоповерхових будівель. Універсальна множина (Y) може бути виражена формулою.

$$Y = \{A \cup B\} = \{(a_1), (a_2), (a_3), (a_1 \cup a_2), (a_1 \cup a_3), (a_2 \cup a_3), (b_1), (b_2), (b_1 \cup b_2)\}, \quad (1)$$

де a_1, a_2, a_3 – варіанти використання модулів обмежувачів відповідно з використанням модулів обмежувачів з їх встановленням на опорах змонтованих

конструкцій каркасу будівлі, на каркасах монтажної оснастки (на інших функціональних модулях) і на опорних частинах конструкції що монтується;

$(a_1 \cup a_2)$ – множина комбінованих рішень, що включає закріплення модулів обмежувачів на опорах змонтованих конструкцій каркасу будівлі і на каркасах монтажної оснастки;

$(a_1 \cup a_3)$ – множина комбінованих рішень, що включає закріплення модулів обмежувачів на опорах змонтованих конструкцій каркасу будівлі і на опорних частинах конструкції що монтується;

$(a_2 \cup a_3)$ – множина комбінованих рішень, яка включає закріплення модулів обмежувачів на каркасах монтажної оснастки і на опорних частинах конструкції що монтується;

b_1, b_2 – варіанти модулів обмежувачів відповідно з повним обмеженням (п'ять обмежуючих зв'язків на конструкцію) і з не повним обмеженням – накладенням трьох або чотирьох обмежуючих зв'язків в просторі на конструкцію що монтується;

$(b_1 \cup b_2)$ – множина комбінованих рішень, яка включає варіанти з використанням модулів повного і неповного обмеження конструкції.

Універсальна множина (Y) з повною структурою конструктивних рішень модулів обмежувачів може бути представлено у вигляді варіантів:

$$\begin{aligned} Y_1 &= \{(a_1), (b_1)\}, Y_2 = \{(a_1), (b_2)\}, Y_3 = \{(a_1), (b_1 \cup b_2)\}, \\ Y_4 &= \{(a_2), (b_1)\}, Y_5 = \{(a_2), (b_2)\}, Y_6 = \{(a_2), (b_1 \cup b_2)\}, \\ Y_7 &= \{(a_1 \cup a_2), (b_1)\}, Y_8 = \{(a_1 \cup a_2), (b_2)\}, Y_9 = \{(a_1 \cup a_2), (b_1 \cup b_2)\}, \\ Y_{10} &= \{(a_1 \cup a_3), (b_1)\}, Y_{11} = \{(a_2 \cup a_3), (b_1)\} \end{aligned}$$

Конструкція стикових з'єднань суттєво впливає на тривалість монтажного процесу. Розглянута безліч КР стикових з'єднань (D) зі структурою: (d_1) – стикові з'єднання болтового типу, (d_2) – стикові з'єднання штепсельного типу та $(d_1 \cup d_2)$ – стикові з'єднання з використанням з'єднання болтового і штепсельного типу. З усіх конструкцій каркасів малоповерхових будівель розглядалась безліч будівельних збірних конструкцій (F) зі структурою: (f_1) – лінійні вертикальні конструкції (колони, стійки рам), (f_2) – лінійні горизонтальні конструкції (балки) і $(f_1 \cup f_2)$ плоскі вертикальні стержневі конструкції (рами, ферми).

Номенклатура лінійних вертикальних конструкцій (f_1) різноманітна. Прив'язка до конкретних заводів по виготовленню, наприклад, до Житомирського заводу України «Обербетон», дозволила визначити весь спектр колон [7]. Мінімальний розмір перетину становить 300x300 мм, максимальний

– 1200x1200 мм. Максимальна висота колон може бути 24 м. Колони заввишки від 20 м до 24 м можуть бути виготовлені складеними (рис. 1).

Для вивірки і тимчасового закріплення колон згідно роботи [6] використовуються компоновки з модулів тримачів і маніпуляторів. Для посадки колон на опори рекомендується використовувати модулі обмежувачі.

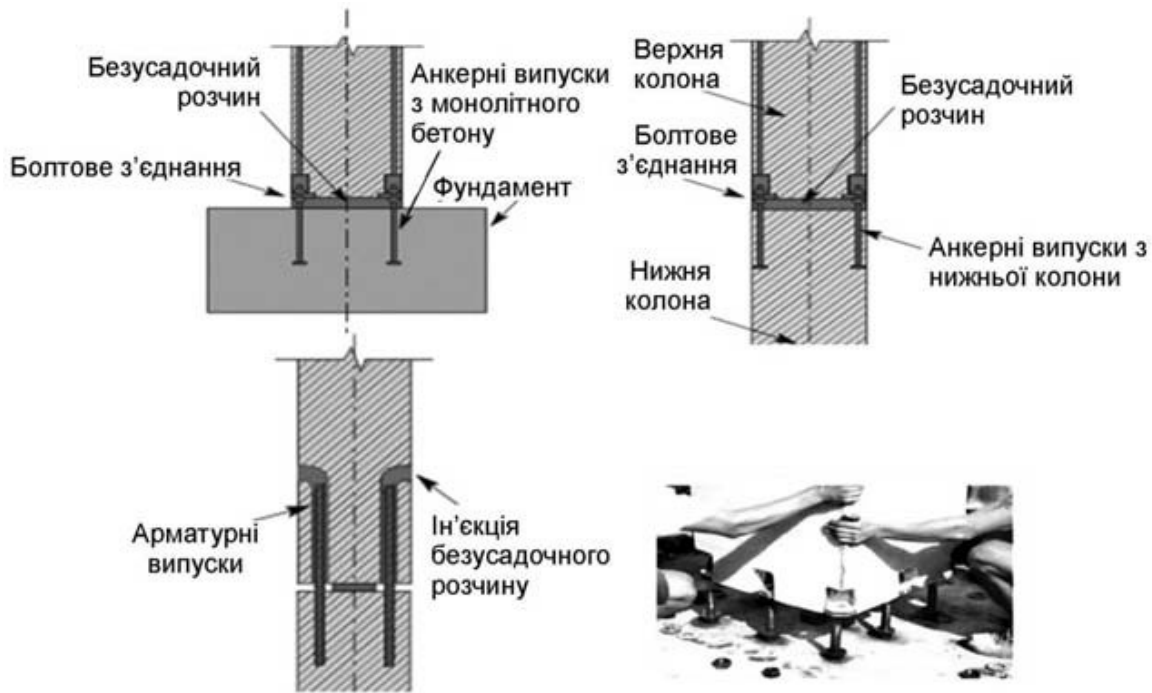


Рис. 1. Варіанти спирання колон при з'єднанні на болтах і стержнях

Номенклатура лінійних горизонтальних конструкцій (балок) (f_2) більш різноманітна (рис. 2). Випускаються балки прямокутного перерізу, таврові, двотаврові. Ширина 300 ... 1200 мм, висота 400 ... 1600 мм і довжина до 30 м. Стикові з'єднання на консолях колон комбінованого типу ($d_1 \cup d_2$), а на оголовках колон болтового типу (d_1).



Рис. 2. Варіанти спирання балок на колони

Дослідження залежностей тривалості від параметрів конструкцій, опор та оснастки виконувались за допомогою сітвових моделей. Цілочисельне нормування [6, 8] поєднується з правилами побудови та розрахунку сітвових

моделей, тому саме на цих моделях проведені експерименти з дослідження параметрів технологічних процесів.

У монтажному процесі ланка робочих розділялась по сукупності дій і в просторі на окремі групи, що працюють з монтажним краном і, що працюють з монтажною оснасткою. Групи формуються з двох або трьох робітників. У нормативних джерелах [1-4] встановлено, що ланка монтажників за чисельністю змінюється в межах 4 ... 6 чоловік.

У результаті вивчення всіх операцій монтажного процесу в роботі [6] запропоновано оцінювати складність і відповідальність дій по групах.

Тривалість виконання монтажних операцій визначена наступним чином.

$$t_i = \sum_1^n t_w^1 + \sum_1^m t_w^2 + \sum_1^r t_w^3, \quad (2)$$

де t_w^1, t_w^2, t_w^3 – тривалість однієї дії, відповідно простої (1хв), середньої складності (2хв) і складної (3хв);

n, m, r – кількість дій відповідної складності в розглянутій операції.

Переходи робітників від однієї робочої зони до іншої виконуються при переході від виконання одного процесу до іншого. Вони також нормуються цілими числами окремо з урахуванням довжини переходів і швидкості переміщення. Переміщення робочих по сходах, містках, майданчикам та трапів до робочого місця нормується за табл. 1.

Таблиця 1

Темп пересування робітників при виконанні технологічних операцій

Темп руху:	Швидкість переміщення, м/хв		Характер зони переміщення:
	по горизонталі	по вертикалі	
нормальний	48	9	земля, перекриття та інше
уповільнений	24	6	трапи, перехідні мостики, сходи
повільний	12	3	сітки та каркаси, пояси ферм, балок

Монтаж залізобетонних балок і колон з посадкою на анкерні болти і стрижні супроводжується ручними витратами праці з наведення нижньої частини конструкції, що монтується на болти, стрижні і отвори. Структура монтажного циклу включає основні операції, операції з переходу виконавців до наступних робочим зонам і витрати на невраховані операції в обсязі 5 % від загальної тривалості циклу (табл. 2, 3).

Операції по заповненню стиків розчинами і клеями між конструкціями включена в монтажний процес як заключна частина постійного закріплення конструкції що монтуються.

Таблиця 2

Результати цілочисельного нормування процесу монтажу колон

СИМВОЛ	Найменування операцій	Тривалість по варіантам, хв. або %	
		(d_1)	(d_2)
X_{0j}	Перехід виконавців до робочої зони	2	2
X_{1j}	Підготовка робочого місця	5	5
X_{2j}	Установка прокладки і опорних гайок	15	8
...
X_{12j}	Заповнення стиків розчинами і клеями	15	15
X_{wj}	Невраховані витрати часу і праці (5%)	5%	5%

Таблиця 3

Результати цілочисленого нормування процесу монтажу балок

СИМВОЛ	Найменування операцій	Тривалість по варіантам, хв. або %	
		$(d_1 \cup d_2)$	(d_1)
X_{0j}	Перехід виконавців до робочої зони	4	5
X_{1j}	Підготовка робочого місця	6	5
X_{2j}	Установка прокладки і опорних гайок	12	6
...
X_{12j}	Заповнення стиків розчинами і клеями	15	12
X_{13j}	Установка сходів і площадок	10	10
X_{wj}	Невраховані витрати часу і праці (5%)	5%	5%

Сітьові моделі процесу для оцінки витрат часу і праці при експлуатації модулів обмежувачів і маніпуляторів розглядають їх експлуатацію на всіх стадіях переміщення будівельних конструкцій від складу до постійного закріплення в проектному положенні і будуються на один або кілька циклів монтажу. Для обґрунтування достатньої кількості монтажних циклів для об'єктивної оцінки тривалості і трудомісткості процесів розглядалися варіанти різної послідовності монтажу конструкцій каркасних будівель.

Вивчено існуючі та можливі способи переміщення оснастки, проаналізовані і співставлені варіанти модулів і їх компонувань, в результаті створена класифікація способів переміщення модулів оснастки (рис. 3).

На основі цієї класифікації сформовані експериментальні моделі у вигляді сукупності операцій по монтажним циклам установки збірних залізобетонних колон і ригелів каркасних будівель.



Рис.3. Класифікація способів переміщення модулів оснастки

Сітьові моделі будувалися для першого, заключного та типового циклу монтажу конструкцій.

У якості першої групи моделей розглядалися технології монтажу колон і балок без використання модулів обмежувачів і модулів фіксаторів $\{a_0 \cup d_1\}$, $\{a_0 \cup d_2\}$, $\{a_0 \cup (d_1 \cup d_2)\}$, але з використанням модулів утримувачів та модулів маніпуляторів, що переміщуються своїм ходом. У теорії монтажу будівельних конструкцій такі методи відносяться до традиційних методів і виключають примусове наведення конструкцій що монтуються на опори.

В якості другої групи моделей розглядалися технології монтажу колон і балок з використанням модулів обмежувачів і модулів фіксаторів, що переміщуються окремо від модулів тримачів і модулів маніпуляторів $\{a_1 \cup b_1 \cup d_1\}$, $\{a_1 \cup b_1 \cup d_2\}$, $\{a_1 \cup b_1 \cup (d_1 \cup d_2)\}$. При монтажі конструкції при посадці на опори позиціонуються примусово або методом самофіксації.

В якості третьої групи моделей розглядалися технології монтажу колон і балок з використанням модулів обмежувачів і модулів фіксаторів, що входять в конструкцію модулів тримачів і модулів маніпуляторів. Оснастка переміщається одним циклом, що відповідає таким варіантам: $\{a_2 \cup b_1 \cup d_1\}$, $\{a_2 \cup b_1 \cup d_2\}$, $\{a_2 \cup b_1 \cup (d_1 \cup d_2)\}$. Як і в другій групі моделей, конструкції при посадці на опори позиціонуються примусово або методом самофіксації.

У моделях другої і третьої групи на відміну від моделей першої групи операції орієнтування та посадки конструкції на анкерні болти, установка гайок і груба фіксація, а також вивірка і остаточна фіксація конструкції за тривалістю скорочуються майже на 50% [9, 10].

Система обґрунтування технологічних параметрів монтажної оснастки для обмеження та фіксації конструкцій, що монтуються з використанням примусових методів монтажу, включає ряд параметрів і коефіцієнтів (табл. 4).

Таблиця 4

Система параметрів та коефіцієнтів оцінки варіантів монтажного процесу

Найменування параметру	Формула	Позначення
Тривалість оперативної частини критичного шляху	$t_{cr} = \sum_1^k t_i^{cr}$	t_i^{cr} - тривалість операцій критичного шляху
Тривалість неоперативної частини критичного шляху	$t_0 = \sum_1^q t_j^0$	t_i^0 - тривалість переходів
Середня тривалість монтажного процесу	$t_m = \frac{t_{cr} + t_0}{n}$	n - кількість циклів, що входять в одну сітьову модель
Тривалість всіх операцій сітьової моделі	$t_s = \sum_1^d t_i$	
Витрати часу роботи основних машин	$t_{va} = \sum_1^v t_i^{va}$	t_i^{va} - тривалість механізованих операцій
Коефіцієнт суміщення операцій	$K_{co} = t_s / t_{cr} \rightarrow 3$	
Коефіцієнт вивільнення крану	$K_{va} = t_{va} / t_{cr} \rightarrow 0$	
Трудомісткість монтажного процесу	$T_{\Sigma} = \sum_1^d t_i \cdot p_i + \sum_1^q t_j \cdot p_j$	p_i, p_j - кількість виконавців по операціям та простоях
Коефіцієнт ефективності моделі	$K_{em} = \frac{\sum_1^d t_i}{\sum_1^d t_i + \sum_1^q t_j} \rightarrow 1$	
Коефіцієнт відповідності	$K_f = T_{\Sigma} / t_{cr} \rightarrow 5$	

Висновки. Створена система обґрунтування технологічних параметрів монтажної оснастки для обмеження та фіксації конструкцій, що монтуються з використанням примусових методів монтажу, яка включає ряд параметрів і коефіцієнтів, за допомогою яких з'являється можливість аналізу та оцінки ефективності використання монтажної оснастки.

Список літератури

1. ЕНиР. Сб. Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных и бетонных конструкций. Здания и промышленные сооружения. – М: Стройиздат, 1987. – Вып. 1. - 65 с.

2. ЕНиР Сб. Е5. Монтаж стальных конструкций. Здания и промышленные сооружения. – М: Стройиздат, 1987. – Вып. 1. - 31 с.
3. ВНиР сб. В14-1. Монтаж и устройство строительных конструкций электростанций и гидротехнических сооружений. Тепловые электростанции. - М.: Прейскурантиздат, 1987. – Вып. 2. – 47 с.
4. ДСТУ Б Д.2.2 – 1:2008. Ресурсные элементные сметные нормы на строительные работы. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Сборка и разборка опалубки (сборник 6). - К.: Минрегионстрой Украины, 2008. – 35 с.
5. СНиП III-4-80*. Техника безопасности в строительстве. - М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. - 352 с.
6. Тонкачев Г.Н. Функционально-модульная система формирования комплектов строительной оснастки [монография] / под. ред.: Тонкачева Г.Н. – К.: ЧП «Блудчий М.І.», 2012. – 158 с.
7. Индивидуальные железобетонные конструкции. Каркасные конструкции и другие элементы строительства зданий. Каталог. [электронный ресурс] - 2013. - 104 с – Режим доступа : <http://www.oberbeton.com.ua/ru/production>
8. Тонкачев Г.М. Нова система нормування витрат часу для прийняття технологічних рішень / Тонкачев Г.М. // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2013. – Вип. 50 – С. 700-704.
9. Тонкачев Г.М. Дослідження фіксаторів для монтажу збірних будівельних конструкцій / Тонкачев Г.М., Лепська Л.А. // Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник. – К., КНУБА, 2013. – Вип. 48. – С. 457-462.
10. 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.

Аннотация

Рассмотрена технология монтажа строительных конструкций с вариантами функциональных модулей монтажной оснастки, сформированных на основании различных базовых конструкций. Приведены результаты целочисленного нормирования затрат времени и труда по вариантам, даны модели процессов и зависимости для принятия конструктивно-технологических решений.

Ключевые слова: монтаж, ориентирование, оснастка, продолжительность, процесс, модель, затраты труда, система обоснования.

Annotation

Technology of editing of building constructions is considered with the variants of binding of the functional modules of the assembling rigging, formed on the basis of different base constructions. Results over of the integer setting of norms of expenses of time and labour are brought on variants, the models of processes and dependence are given for the acceptance of structurally-technological decisions.

Keywords: installation, orientation, equipment, duration, process, model, labor costs, system justification.