

УДК 331.103.3: 69.057.53

¹ Г.М. Тонкачєєв, д. т. н., профєсор, <http://orcid.org/0000-0002-6589-8822>;² В.Г. Тонкачєєв, к. т. н., доцент, <http://orcid.org/0000-0002-1010-8440>;³ В.П. Рапкївський, к. т. н., доцент, <http://orcid.org/0000-0002-5369-6676>⁴ О.Г. Шандра, ст. викладач, <http://orcid.org/0000-0002-2486-0529>^{1, 2, 3, 4} Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

СИСТЕМА АНАЛІТИЧНОГО ВИЗНАЧЕННЯ НОРМ ВИТРАТ ПРАЦІ НА ВИКОНАННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

Анотація. У статті розглядається проблема інженерів-проектувальників у частині проектування технології будівельного виробництва, яка пов'язана з відсутністю інструментарію для проведення аналізу і обґрунтування конструктивно-технологічних рішень. Проведено аналіз джерел інформації, присвячених цій проблемі. Вказано на переваги і недоліки існуючих систем нормування технічних процесів. Відмічений дуже великий досвід нормування у зарубіжних країнах. Вказано на те, що у будівництві тривалість більшості процесів на відміну від машинобудівництва вимірюється годинами, а не долями хвилини. До того ж, використовувати нормативи часу на виконання трудових рухів органів тіла людини (рухів пальців та кисті, рухів рук та ін.) при нормуванні будівельних процесів дуже складна процедура, яку практично вирішити не можливо. Відмічається, що основна перевага мікроелементних нормативів у їх аналітичній та синтетичній сутності, що дозволяє ретельно аналізувати процес, а також проектувати, обґрунтовувати раціональний варіант, покращувати метод роботи, що є підставою брати основні положення цих методів для створення нової системи нормування. Основними недоліками всіх систем мікроелементних нормативів для будівельної галузі є висока складність та трудомісткість розрахунків норм часу, відсутність методики використання мікроелементів та необґрунтованість самих систем нормативів часу, що ускладнює процес їх впровадження. Найбільша складність у створенні таких баз даних полягає у методах розчленування будівельних процесів на комплекси дій, тому основним завданням даного дослідження є разом з новою методикою мікроелементного нормування створення принципів і методів нормування часу на різні дії і їх комплекси. Новому підходу до визначення норм витрат праці присвячена дана стаття, яка супроводжується прикладом визначення норм витрат праці для різних варіантів конструктивно-технологічних рішень монолітних плит перекриття каркасних будівель. Аналітичний метод мікроелементів з нормами часу у цілих числах в межах 1-8 хвилин при визначенні витрат праці процесів показав його придатність і достатню достовірність отриманих результатів у порівнянні з іншими нормами.

Ключові слова: нормування праці; будівельний процес; монтаж; демонтаж; опалубка.

Постановка проблеми

Інженери-проектувальники, розробляючи різні технології будівельного виробництва, постійно займаються проблемами вибору ефективних конструктивно-технологічних рішень (КТР). Дуже важливим питанням у їх діяльності стає використання зручної і достовірної системи нормування будівельних процесів.

Наприклад, існуюча система нормування будівельних процесів у вигляді єдиних норм і розцінок [1], а також державних стандартів [2] не дозволяє аналізувати трудомісткість виконання процесів за різними КТР. Підхід, використаний для побудови бази нормативних даних у цих джерелах, статично фіксує норми витрат часу на разові будівельні процеси в певних умовах, які у більшості нам не відомі. Відсутність динаміки та змінності норм не дозволяє проектувальникам аналізувати зміну трудомісткості процесів при змінах КТР.

Норми, закладені у збірнику [1] датуються 1987 роком. Дослідження процесів для створення цього збірника норм відбувалося ще раніше, тобто, маємо справу використання застарілої бази даних.

За 40 років існування цієї бази даних у сфері будівництва багато чого змінилося. З'явилися нові конструкції, сучасні будівельні матеріали, принципо-

во змінився рівень механізації процесів. Навіть, якщо взяти відрізок часу у 5 років, то зміни дуже суттєві, тому для проведення аналізу КТР користуватися цими базами нормативів неможливо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Усі відомі на сьогодні методи нормування технічних процесів побудовані на принципі їхнього розчленування на складові її елементи (операції, рухи, дії), з наступним описом кожного з елементів та визначенням за допомогою хронометражу необхідної тривалості виконання [3].

Принципово відрізняються методи нормування технічних процесів (будівельні – це теж технічні), які побудовані на підставі мікроелементного нормування. Цей метод нормування відноситься до аналітичних, а нормативною базою нормативних даних прийнято найменш дрібні складові процесів (операції, дії, рухи), за допомогою яких набуває можливість створювати будь яку норму, синтезуючи її на підставі незмінних дрібних складових [4].

Сутність мікроелементного нормування зводиться до того, що найскладніші і найрізноманітніші за своїм характером трудові дії є комбінаціями таких простих чи первинних елементів, як «перемістити»,

«взяти», «повернути», «встановити», «закріпити» тощо, які названі мікроелементами. У вітчизняній практиці базова система мікроелементів, в силу цілого ряду обставин не набула широкого застосування. У зарубіжній практиці використовуються понад 200 різних систем мікроелементних нормативів [5].

Найбільш відомими у світовій практиці є три системи мікроелементних нормативів. Система MTM [6], система MOST [7] та MODAPTS [8]. Усі вони належать до аналітичних методів нормування, які передбачають синтез норм часу на процес шляхом поєднання мікроелементних витрат [9].

Відмінності методів полягають у ступені розчленування технічних процесів на складові елементи та у підходах до способів побудови мереж (образів) процесів. Наприклад, система MTM-1, що є системою першого рівня, містить 460 значень нормативів часу, що охоплюють 19 основних рухів тіла людини, 8 з яких - це рухи рук, 9 – ніг та корпусу, 2 – очей [10].

Надалі система була спрощена і вже її модифікація у вигляді систем MTM-2 та MTM-3 виглядає з більшим ступенем укрупнення рухів у комплекси. Ступінь укрупнення варіюється в залежності від призначення системи. У міру укрупнення систем мікроелементів їхня загальна кількість скорочується, а методика нормування праці помітно спрощується [11].

Основна мета спрощення систем полягає у спрощенні запису трудових рухів, зниженні трудомісткості роботи та підвищенні швидкості розрахунку норм.

Основним принципом побудови системи MOST [7] є положення про те, що будь-яка фізична робота може бути представлена як незмінний набір рухів, що послідовно повторюються, а більшість виробничих операцій являють собою переміщення предметів або знарядь праці. Нормована за системою MOST тривалість виконаної операції перебуває шляхом підсумовування всіх трудових дій за відповідними індексами.

Серед укрупнених мікроелементів більшої популярності набула так звана універсальна модульна система MODAPTS [8]. Число нормативів у цій системі зведено до 21 елементів. Зі зменшенням числа нормативів страждає точність визначення норм часу. Точність залежить від тривалості технічного процесу.

У звичайних і скорочених системах мікроелементного нормування розглядаються елементи з тривалістю умовно 1...10 хв. У будівництві тривалість більшості процесів вимірюється годинами. Це означає, що за цією ознакою системи MTM, MOST і MODAPTS не можуть бути використані для нормування будівельних процесів.

Підхід до визначення мікроелементів, виражених у 0,00215 хв на один структурний елемент процесу, сильно ускладнює процедуру нормування.

До того ж, використовувати нормативи часу на виконання трудових рухів органів тіла людини (рухи пальців та кисті, рухи руки та ін.) для нормування будівельних процесів дуже дрібна задача.

У мікроелементному нормуванні, як і інших методах до прямих витрат часу (оперативний чи штучний час) додатково враховуються й інші непродуктивні дії, які оцінюються системою коефіцієнтів. Такий підхід ускладнює процес аналітичного норму-

вання, оскільки супроводжується цілим рядом додаткових алгоритмів та великою базою даних щодо тяжкості та темпів виконання тих чи інших операцій та рухів [3].

Основними недоліками всіх систем мікроелементних нормативів для будівельної галузі є висока складність та трудомісткість розрахунків норм часу, відсутність методики використання мікроелементів та необґрунтованість самих систем нормативів часу, що ускладнює процес їх впровадження.

Основна перевага мікроелементних нормативів у їх аналітичній та синтетичній сутності, що дозволяє ретельно аналізувати процес, а також проектувати, обґрунтовувати раціональний варіант, покращувати метод роботи, що є підставою брати основні положення цих методів для створення нової системи нормування.

Застосування комплексного підходу до мікроелементного нормування праці дозволяє швидко, ефективно та з достатньо високою точністю встановлювати норми часу на нові або удосконалені технологічні процеси

Використання відеоспостереження та нейронної мережі в комплексі дозволяє вирішити проблеми мікроелементного нормування, пов'язані з високою складністю та трудомісткістю. Застосування нейронних мереж дозволяє вирішити найважливішу проблему організації та нормування праці з автоматизації та комп'ютеризації цієї роботи у єдиному циклі з автоматизованим проектуванням технічних процесів [12].

К створенню нейронної системи нормування будівельних процесів слід прагнути, але ж на сучасному стані розвитку науки і техніки з питань нормування будівельних процесів застосовувати ці ідеї ще ранувато. Ми ще не перейшли на просте мікроелементне нормування, тому пропонується окреслені вище проблеми вирішувати поступово.

Постановка завдання

Базою нормативних даних для оцінки трудомісткості будівельних процесів повинні бути норми часу на складові процеси (операцій, дій, рухів), за якими набуває можливість створювати будь яку норму, синтезуючи її на підставі незмінних дрібних складових. Найбільша складність у створенні таких баз даних полягає у методах розчленування будівельних процесів на комплекси дій, тому основним завданням даного дослідження є разом з новою методикою мікроелементного нормування створення принципів і методів нормування часу на різні дії і їх комплекси.

Авторами статті раніше були проведені відповідні дослідження, які стали першою спробою внесення до мікроелементного нормування методу цілочислового вимірювання норм часу та створення методології розчленування операцій [13, 14, 15, 16].

Виклад основного матеріалу дослідження

У структурі каркасних монолітних будівель найбільш витратними вважаються монолітні залізобетонні плити перекриття, на долю яких приходиться 55...60% бетону і 65...70% арматури.

При полегшенні плит вставками зменшують витрати бетону на 30...50% а арматури на 15...20%. При цьому зменшується вага будівлі, що дозволяє суттєво спростити фундаменти та за цей рахунок зменшити

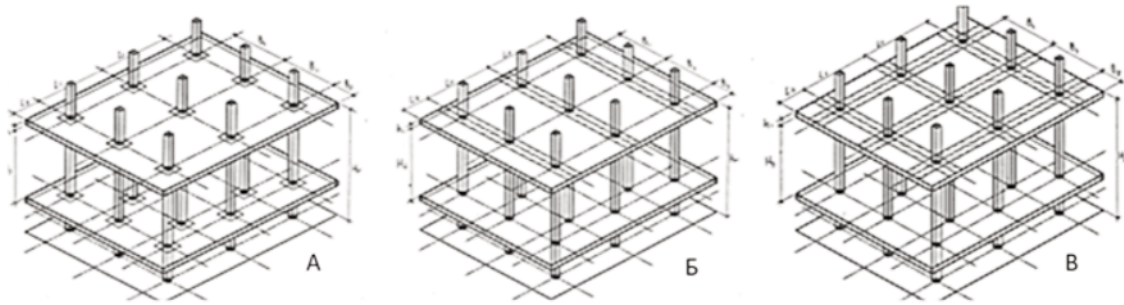


Рис. 1. Схеми конструктивних рішень плоских монолітних плит перекриття: А – без балок з армуванням зон продавлення; Б – з балками в одному напрямку; В – з балками в двох напрямках

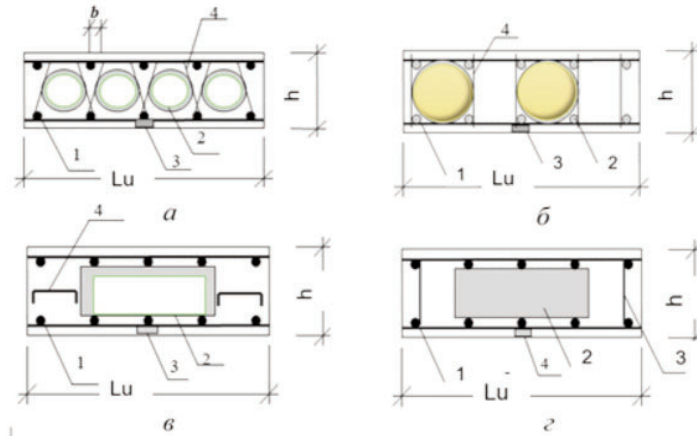


Рис. 2. Варіанти вставок для полегшення монолітних плит перекриттів: а – КТР-2 – вставки-труби; б – КТР-3 – вставки-кульки; в – КТР-4 – вставки-ковпаки; г – КТР-5 – вставки-призми;
1 – армування нижньої зони плити; 2 – вставка; 3 – фіксатори захисного шару бетону; 4 – елементи фіксації вставок

вартість будівлі на 10...15% [17].

Для влаштування плит на сучасному рівні пропонуються різні опалубні системи провідних Європейських фірм PERI, DOKA, MEVA і ін. [18]. Норми, закладені до бази в ЕНиР [1], стосуються зовсім інших опалубних систем. Які норми нам пропонує ця база даних?

Нормами [1] передбачено влаштування лісів висотою до 6 м, що підтримують опалубку перекриттів. Одиницею продукції (роботи) прийнятий показник – 100 метрів погонних стоек.

Норма часу в таблиці бази даних на наведену одиницю роботи становитиме – 7,8 люд-год. По перше, називати норму нормою часу – неправильно тому, що норма часу повинна вимірюватися у годинах, а тут люд-год. Скоріше, це норма витрат праці. По друге, межі, у яких змінюється висота стоек не передбачає градацію по висоті. Очевидно, що процеси зі стойками 3,0 м і 6,0 м різняться принципово. На встановлення однієї стойки висотою 3,0 м норма – 0,234 люд-год, що при визначальному складі ланки у 3 людини дає норму часу – 0,078 год. (4,68 хв.). Якщо зміниться висота стойки на 3,5 м, то – 0,091 (5,46 хв.). Наприклад, для інвентарної стойки PER20-350 фірми PERI діапазон 3...3,5 м з точки зору встановлення принципово немає значення.

Нормами [1] передбачена установка щитової опалубки суцільних перекриттів. Склад роботи, який був врахований при визначенні норми, передбачає операції: по встановленню підкреслених дошок (зараз – опорних або головних балок) із закріпленням;

установка кружляв (зараз – другорядних балок); укладання щитів; вивіряння опалубки; укладання фризівих дошок із закріпленням.

При змінах КТР опалубної системи в цілому або по складових процесу, що при постійному розвитку науки і техніки є закономірним процесом, за таким підходом до нормування норма залишається незмінною, що не дозволяє виконувати аналіз і обґрунтування проектних рішень.

Норми часу у базі [1] приведена на 1 м² поверхні опалубки, що стикається з бетоном, що, на наш погляд, теж не є правильним тому, що на практиці багато випадків, коли опалубка встановлюється на площі, що перевищує ту, яка стикається з бетоном.

Ніколи не передбачалося використання зайвих площ для отримання додаткового прибутку, оскільки оренда опалубки є більш впливовим чинником для аргументації дій, а зайві площі опалубки, як правило, потрібні для зручності виконання робіт і дотримання норм охорони праці.

Норма часу з таблиці бази даних [1] на 1 м² поверхні опалубки в залежності від сітки колон – до 5, до 10 і більш 10 м становитиме – 0,7; 0,3; 0,2 люд-год. при складі ланки робітників – 2 люд. По перше, склад ланки замалий, по друге, градація розмірів сітки колон визиває сумнів у вірності прийнятого рішення і, по третє, занадто велика змінність норми до 70% при переході розмірів сітки колон.

Відповідно до конструктивного рішення монолітних плит перекриття слід розглядати три схеми каркасів будівлі (рис. 1). Висота балок плит пере-

криттів для пласких плит, як правило, дорівнює товщині плити, а завширшки – перерізу колон.

Для полегшення плит можуть розглядатися різні варіанти вставок (КТР-2, 3, 4, 5) (рис. 2). Повнотіла плита (базовий варіант) – КТР-1.

За прикладом розглядалися два варіанти КТР плити перекриття:

КТР-1 – варіант з повнотілою залізобетонною плитою (далі – базовий варіант);

КТР-2 – варіант з полегшеною залізобетонною плитою зі вставками у вигляді труб (далі – новий варіант).

За базовий варіант прийнята залізобетонна плита суцільного перерізу і технологічний процес з наступною складовою:

- 1 – установка опалубки з щитів, балок і стоек;
- 2 – укладка і в'язання арматури стержнями;
- 3 – укладка бетонної суміші бетононасосом;
- 4 – витримка бетону до міцності – 60% від R28;
- 5 – розбирання (розпалубка) опалубки.

За новий варіант прийнята плита з вкладишами і технологія з наступною послідовністю процесів:

- 1 – установка опалубки з щитів, балок і стоек;
- 2 – укладка арматури сітками і стержнями;
- 3 – укладка вкладишів (вставок);
- 4 – укладка бетонної суміші бетононасосом;
- 5 – витримка бетону до міцності 60% від R28;
- 6 – демонтаж блоків опалубки.

Очікується отримання ефекту (зменшення витрат праці та прискорення процесу) за рахунок: зменшення кількості елементів опалубки; зменшення витрат арматури і використання арматурних сіток; зменшення витрат бетону полегшенням плит перекриття вкладишами в середині перерізу між арматурними сітками.

Спочатку розроблена схема розміщення елементів опалубки для повнотілої плити (базовий варіант). Використана методика вибору і розміщення елементів опалубки фірми PERI [18]. За рекомендаціями методики в залежності від товщини плити обрано тип головних і другорядних балок, а також прольот і крок розміщення стоек опалубки.

За прикладом для плити завтовшки 0,23 м підібрана балка VT20. Прийнятий крок верхніх (другорядних) балок 0,5 м. методом інтерполяції знайдені розміри сітки стоек – 1.65x1,5 м.

Наступним етапом розроблена схема розміщення елементів опалубки і складена специфікація елементів опалубки базового варіанту (табл. 1).

Таблиця 1
Специфікація елементів опалубки (базовий варіант)

Найменування елементів	Марка	Кіл-ть шт
Стойка	PER30	104
Тринога		36
Балка головна	VT20	27
Балка другорядна	VT20	94
Лист фанери	21	72
Торцевий щит	21	24
Опора трикутна		60
Огорожа	1	30

Для визначення норм не обов'язково креслити схему опалубки на всю плиту, достатньо розробити фрагмент опалубки приблизно на 4-6 чарунок колон. У прикладі фрагмент опалубки (табл. 1) побудовано в межах чотирьох чарунок колон площиною 224 м².

Для визначення параметрів сітки стоек та розробки схеми розміщення елементів опалубки для нового варіанта спочатку була розроблена схема розміщення вставок-труб.

Вставки діаметром 120 мм у тілі плити розміщені всередині, забезпечивши у зоні нижньої армосітки 60 мм і у зоні верхньої армосітки 50 мм. Між трубами для можливості ущільнення бетонної суміші прийнятий розмір – 6,0 см (рис. 3).

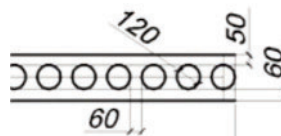


Рис. 3. Схема розміщення вставок-труб в тілі плити завтовшки 230 мм.

Економія бетону при витисненні бетону вставками становитиме 0,0628 м³/м². Наведена товщина плити з урахуванням економії бетону становитиме 16,8 см. Для розробки схеми розташування елементів опалубки нового варіанту прийнята плита з наведеною товщиною 17 см.

За рекомендаціями методики [18] в залежності від товщини плити обрано тип головних і другорядних балок, а також прольот і крок розміщення стоек опалубки. Прийнятий крок верхніх балок 0,75 м, а сітки стоек – 1.8x1,7 м.

Розроблена схема розміщення елементів опалубки для полегшеної плити і складена специфікація елементів опалубки для нового варіанту для фрагменту площиною 240 м² (табл. 2).

Таблиця 2
Специфікація елементів опалубки (новий варіант)

Найменування елементів	марка	Кіл-ть на фрагмент шт
Стойка	PER30	90
Тринога		36
Балка головна	VT20	28
Балка другорядна	VT20	60
Лист фанери	21	77
Торцевий щит	21	26
Опора трикутна		60
Огорожа	1	32

Якщо розкласти процес на сукупність дій монтажників, а дії вимірювати цілими хвилинами залежно від складності цих дій, можна визначити сумарний час виконання дії (табл. 3) за формулою:

$$T_w = W_i * r_j, \quad (1)$$

де T_w – норма часу на виконання комплексу дій, год.;

W_i – кількість дій у i -му комплексі;

r_j – коефіцієнт складності та відповідальності дій, виражений цілими числами від 1 до 8 хвилин.

Ступінь відповідальності пов'язана із забезпеченням точності позиціонування предметів праці щодо заданих осей та розмірів, а також із забезпеченням надійності з'єднань за заданими зусиллями.

Трудомісткість комплексу дій W_i визначається у відповідності до кількості виконавців:

$$Q_{wi} = T_{wi} * N_{wi}, \text{ люд-хв} \quad (2)$$

Норма витрат праці на весь процес розраховується за формулою:

$$Q_{TP} = 0,0167 * (\sum_1^n Q_{wi}) * K_r / V_e, \text{ люд-год} \quad (3)$$

де K_r – коефіцієнт, враховуючий потреби на вільний час та власні потреби виконавців процесу, витрати часу на підготовчі та завершальні дії а також на можливі технологічні перерви, $K_r = 1,15$;

V_e – обсяг фрагменту продукції в одиницях виміру для визначення норми витрат праці. Для процесів монтажу та демонтажу опалубки плит перекриття одиниця виміру один метр квадратний;

0,0167 – коефіцієнт переведення люд-хв у люд-год.

Таблиця 3

Таблична форма для визначення норми витрат праці

№ дії W_i	Кількість дій W_i за ступенем відповідальності, r_j хв.								T_{wi} , хв	N_{wi} , люд	Q_{wi} , люд-хв
	1	2	3	4	5	6	7	8			
W_1											
W_n											
$\sum_1^n Q_{wi}$											

Процес монтажу опалубки за варіантами розкла-

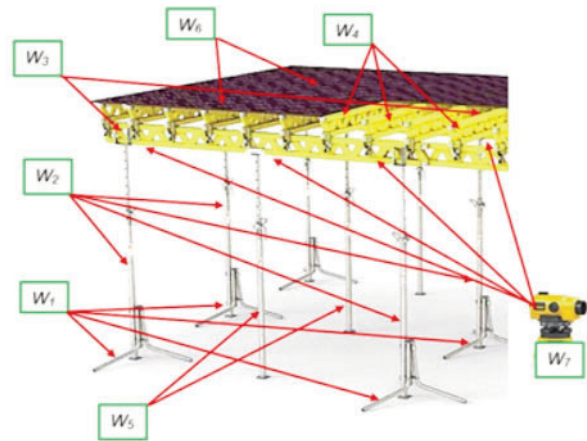


Рис. 4. Схема до визначення складових комплексів дій процесу монтажу опалубки перекриття

дається на сукупність комплексів дій монтажників (рис. 4). Дії слід заносити в таблицю розрахунків у відповідності до послідовності їх виконання (табл. 4).

Процес монтажу опалубки розкладається на такі комплекси дій: W_1 – дії встановлення триног; W_2 – дії встановлення опорних стоек; W_3 – дії вкладання головних балок; W_4 – дії вкладання другорядних балок; W_5 – дії встановлення проміжних стоек; W_6 – дії вкладання листів фанери; W_7 – дії вивірення опалубки; W_8 – дії встановлення кронштейнів; W_9 – дії встановлення бокових щитів; W_{10} – дії встановлення огорожі.

Норма витрат праці на весь процес монтажу опалубки за базовим варіантом становитиме:

$$Q_{TPm}^b = 0,0167 * 3765 * 1.15 / 224 = 0,323 \text{ люд-год} / \text{м}^2.$$

Процес демонтажу опалубки розкладається на сукупність комплексу дій, в якій складовою W_7 не буде, а назви складових «розбирання, демонтаж». Послідовність демонтажу елементів опалубки протилежна діям монтажу, тому комплекси дій записані відповідно до послідовності розбирання: W_9 – дії розбирання бокових щитів; W_8 – дії зняття кронштейнів; W_{10} – дії демонтажу огорожі; W_6 – дії зняття листів фанери; W_4 – дії зняття другорядних балок;

Таблиця 4

Складові норми витрат праці процесу монтажу опалубки (базовий варіант)

№ дії W_i	Кількість дій W_i за ступенем відповідальності, r_j хв.								T_{wi} , хв	N_{wi} , люд	Q_{wi} , люд-хв
	1	2	3	4	5	6	7	8			
W_1					36				180	1	180
W_2				36					144	2	288
W_3			27						81	3	243
W_4		103							206	3	618
W_5			68						204	2	408
W_6				72					288	3	864
W_7						36			216	3	648
W_8			60						180	1	180
W_9		24							48	2	96
W_{10}				30					120	2	240
Загальна трудомісткість складових процесу, люд-хв											3765

Складові норми витрат праці процесу демонтажу опалубки (базовий варіант)

№ дії W_i	Кількість дій W_i за ступенем відповідальності, r_j хв.								T_{wi} , хв	N_{wi} , люди	Q_{wi} , люди-хв
	1	2	3	4	5	6	7	8			
W_9		24							48	2	96
W_8		60							120	1	120
W_{10}			30						90	2	180
W_6					72				360	3	1080
W_4			103						309	3	927
W_5		68							136	2	272
W_3		27							54	3	162
W_2		36							72	2	144
W_1	36								36	1	36
Загальна трудомісткість складових процесу, люд-хв											3017

W_5 – дії зняття проміжних стоек; W_3 – дії демонтажу головних балок; W_2 – дії зняття опорних стоек; W_1 – дії прибирання тринго (табл. 5).

Норма витрат праці на весь процес демонтажу опалубки за базовим варіантом становитиме:

$$Q_{TRd}^b = 0,0167 * 3017 * 1.15 / 224 = 0,259 \text{ люд-год} / \text{м}^2.$$

Нормування процесів монтажу і демонтажу опалубки за новим варіантом виконується аналогічно розрахункам норм за базовим варіантом. Відмінність у тому, що кількість дій у комплексах зменшується, а відповідно зменшуються норми часу.

Норма витрат праці на процес монтажу опалубки за новим варіантом становитиме:

$$Q_{TRm}^N = 0,0167 * 3580 * 1.15 / 240 = 0,286 \text{ люд-год} / \text{м}^2.$$

Норма витрат праці на процес демонтажу опалубки за новим варіантом становитиме:

$$Q_{TRd}^N = 0,0167 * 2709 * 1.15 / 240 = 0,217 \text{ люд-год} / \text{м}^2.$$

Висновок

Аналітичний метод мікроелементів з нормами часу у цілих числах в межах 1-8 хвилин при визначенні витрат праці процесів монтажу і демонтажу опалубки плити перекриття суцільного перерізу і зі вставками-трубами, показав його придатність для оцінки КТР і достатню достовірність отриманих результатів у порівнянні з нормами [1]

Література

1. ЕНиР Сб. Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных и бетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения. – М.: Стройиздат, 1987. – 65 с.
2. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи бетонні та залізобетонні конструкції монолітні. Збірник і розбирання опалубки (збірник 6): ДСТУ Б Д.2.2-1-2008 (чинний з 1.08.2008 р.). - Київ: Мінінформаційний центр України, 2008. – 35 с.
3. 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.
4. Микроэлементное нормирование – метод исследования и проектирования трудовых процессов, его сущность; этапы развития / URL [https://studfile.net/preview/9152934/page:\(дата звернення 12.02.2023\)](https://studfile.net/preview/9152934/page:(дата звернення 12.02.2023)).
5. Микроэлементное нормирование / URL: https://studref.com/445982/ekonomika/mikroelementnoe_normirovanie (дата звернення: 12.02.2023).
6. Maynard H.B., Stegmen G.J., Schwab J.L. Methods-time measurement. New York: McGraw-Hill Book Co., 1948. 292 с.
7. Zandin B. MOST Work Measurement Systems. 3rd Editio. CRC Press, 2002. 552 с.
8. Carey P. и др. Heude's MODAPTS: A Language of Work. Brighton, Victoria: Heude Dynamics Pty, Limited, 2001. 218 с.
9. Развитие систем нормирования труда за рубежом / М.Ю. Матвеев, М.Н. Сборщикова, С.Б. Сборщиков // Вестник МГСУ, 2011. №3. С. 68-74.
10. Совершенствование микроэлементного нормирования за счет применения инновационных технологий / URL: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/48706/Sovershenstvovanie_mikroelementnogo_normirovaniya_za_schet_prim_eneniya_innovacionnyh_tekhnologij.pdf?sequence=1&isAllowed=y (дата звернення: 12.02.2023).
11. Методы нормирования, применяемые в зарубежных странах / URL: https://studbooks.net/1507181/tenedzhment/metody_normirovaniya_primenyaemye_zarubezhnyh_stranah (дата звернення: 12.02.2023).
12. Осипов, В. Ю. Рекуррентная нейронная сеть с управляемыми синапсами: Информационные технологии. 2010. № 7. С. 43-47.
13. Тонкачев Г.М. Система обґрунтування технологічних параметрів монтажної оснастки для обмеження та фіксації конструкцій, що монтуються / Г.М. Тонкачев, Л.А. Лепська, С.П. Шарана // Містобудування та територіальне планування: зб. наук. пр. - К.: КНУБА, 2014. Вип. 52. С. 418-426.
14. Тонкачев Г.М. Визначення тривалості процесу монтажу та демонтажу опалубки за методом цілочисленого нормування / Г.М. Тонкачев, В.Г. Тонкачев // Будівельне виробництво №67/2019. – НДІБВ, К.: 2019. - С. 31-36.
15. Тонкачев Г.М., Тонкачев В.Г., Носач К.В. Відбір опалубних систем для влаштування монолітних колон за

методикою цілочислового нормування трудомісткості та тривалості процесів // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин: Зб. наук. праць. К.: КНУБА, 2021. Вип. 47. Ч. 1. С. 96-107. DOI:10.32347/2707-501x.2021.47(1).96-107.

16. Prerequisites for the creation of lifting and collecting technological module for the installation of structural blocks of the coating / HENNADII TONKACHEIEV, VOLODYMYR RASHKIVSKYI, LIUBOV LEPSKA, SERHII SHARAPA, YURI SOBKO // AD ALTA JOURNAL OF INTERDISCIPLINARY RESEARCH. 2022, vol. 12. P 199-203. URL: <http://www.magnanimitas.cz/ADALTA/120127/PDF/120127.pdf>. (дата звернення: 19.02.2023)

17. Артюх В.Г. Практика проектирования и устройства большепролетных монолитных многопустотных плит перекрытий / В.Г. Артюх, Г.Н. Тонкачев // Современное промышленное и гражданское строительство. ДНАСА, Makeevka, 2005. Том 1, №1. URL: http://donnasa.ru/publish_house/journals/spgs/2005-1/01_artjuh_tonkacheev.pdf

18. PERI. Formwork Component Catalogue [Електронний ресурс]. - 2009. - 648 с. - Режим доступу: http://www.peri.lt/files/pdf3/Component_Catalogue_Formwork_2009_en.pdf (дата звернення: 19.02.2023).

References

1. ENyR Sat. E4. Assembly and installation of monolithic reinforced concrete and concrete structures. issue 1. Buildings and industrial structures. - M.: Stroyizdat, 1987. - 65 p.
2. Resource elemental estimate standards for construction works of concrete and reinforced concrete monolithic structures. Assembly and disassembly of formwork (collection 6): DSTU B D.2.2-1-2008 (effective from 08.1.2008). - Kyiv: Ministry of Regional Development of Ukraine, 2008. - 35 p.
3. Balova E.F. Standardization of workers' work in construction / E.F. Balova, R.S. Beckerman, N.N. Evtushenko et al.: Ed. E.F. Balovoy - M.: Stroyizdat, 1985. - 440 p.
4. Microelement standardization – method of research and design of labor processes, its essence; Development stages / URL <https://studfile.net/preview/9152934/page>: (access date 02/12/2023).
5. Mikroelementnoe normirovanie / URL: https://studref.com/445982/ekonomika/mikroelementnoe_normirovanie (access date: 02/12/2023).
6. Maynard H.B., Stegmen G.J., Schwab J.L. Methods-time measurement. New York: McGraw-Hill Book Co., 1948. 292 p.
7. Zandin B. MOST Work Measurement Systems. 3rd Edition. CRC Press, 2002. 552 p.
8. Carey P. et al. Heyde's MODAPTS: A Language of Work. Brighton, Victoria: Heyde Dynamics Pty, Limited, 2001. 218 p.
9. Development of labor standardization systems abroad / M.Yu. Matveev, M.N. Sborshchikova, S.B. Sborshchikov // Vestnik MGSU, 2011. No. 3. P. 68-74.
10. Improvement of micro-element standardization due to the application of innovative technologies / URL: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/48706/Sovershenstvovanie_mikroelementnogo_normirovaniya_za_schet_prim_eneniya_innovacionnyh_tekhnologij.pdf?sequence=1&isAllowed=y (access date: 12.02.2023).
11. Standardization methods used in foreign countries / URL: https://studbooks.net/1507181/menedzhment/metody_normirovaniya_primenyaemye_zarubezhnyh_stranah (access date: 12.02.2023).
12. Osypov, V. Yu. Recurrent neural network with controlled synapses: Information technologies. 2010. No. 7. P. 43-47.
13. Tonkacheev H.M. The system of substantiation of technological parameters of assembly equipment for limiting and fixing the structures being mounted / H.M. Tonkacheev, L.A. Lepka, S.P. Sharapa // Urban planning and territorial planning: coll. of science pr. - K.: KNUBA, 2014. Issue 52. P. 418-426.
14. Tonkacheev H.M. Determination of the duration of the process of assembly and disassembly of formwork by the method of integer normalization / H.M. Tonkacheev, V.G. Tonkacheev // Construction production #67/2019. – NDIBV, K.: 2019. - P. 31-36.
15. Tonkacheev H.M., Tonkacheev V.G., Nosach K.V. Selection of formwork systems for the arrangement of monolithic columns by the method of integer normalization of labor intensity and duration of processes // Ways of increasing the efficiency of construction in the conditions of the formation of market relations: Collection. of science works K.: KNUBA, 2021. Issue 47. Part 1. P. 96-107. DOI:10.32347/2707-501x.2021.47(1).96-107.
16. Prerequisites for the creation of lifting and collecting technological module for the installation of structural blocks of the coating / HENNADII TONKACHEIEV, VOLODYMYR RASHKIVSKYI, LIUBOV LEPSKA, SERHII SHARAPA, YURI SOBKO // AD ALTA JOURNAL OF INTERDISCIPLINARY RESEARCH. 2022, vol. 12. P 199-203. URL: <http://www.magnanimitas.cz/ADALTA/120127/PDF/120127.pdf>. (date of application: 19.02.2023)
17. Artyukh V.G. Practice of design and construction of large-span monolithic multi-hollow slabs / V.G. Artyukh, G.N. Tonkacheev // Contemporary industrial and civil construction. DNASA, Makeevka, 2005. Volume 1, No. 1. URL: http://donnasa.ru/publish_house/journals/spgs/2005-1/01_artjuh_tonkacheev.pdf
18. PERI. Formwork Component Catalog [Electronic resource]. - 2009. - 648 p. - Access mode: http://www.peri.lt/files/pdf3/Component_Catalogue_Formwork_2009_en.pdf (access date: 19.02.2023).

¹ **H.M. Tonkacheiev**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Construction Technologies, ORCID 0000-0002-6589-8822;

² **V.H. Tonkacheiev**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Metal and Wood Structures, ORCID 0000-0002-1010-8440;

³ **V. P. Rashkivskyi**, Candidate of Technical Sciences, associate professor, head of the Department of Construction Machinery, ORCID 0000-0002-5369-6676;

⁴ **O.H. Shandra**, Senior teacher of the Department of Construction Technologies, ORCID 0000-0002-2485-0529;
1, 2, 3, 4 Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

THE LABOR COSTS RATE ANALYTICAL DETERMINATION'S SYSTEM FOR CONSTRUCTION'S PROCESSES PERFORMANCE

Abstract. *The article deals with the problem that design engineers faces when designing construction production technology, which is associated with the lack of tools for analyzing and substantiating design and technological solutions. The information sources analysis devoted to this problem was carried out. The existing systems of technical processes standardization advantages and disadvantages were indicated. A very large rationing experience in foreign countries was noted. It is pointed out that in construction, the most processes duration, in contrast to mechanical engineering, is measured in hours, not minute's fractions. In addition, using time standards for labor movements of human body organs (finger and hand movements, hand movements, etc.) when standardizing construction processes is a very complicated procedure that is practically impossible to solve. It is noted that the main trace element standards' advantage is their analytical and synthetic essence, which allows for a thorough process' analysis, as well as for designing, justifying a rational option, improving the work method, which is the reason to use the main provisions of these methods to create a new standardization system. All microelement standards systems main disadvantages for the construction industry are the high complexity and time-consuming time standards calculations, the methodology lack for the microelements use, and the unreasonableness of the time standards systems themselves, which complicates their implementation process. The greatest difficulty in creating such databases lies in the dismembering construction processes methods into the sets of actions, therefore this research main task is, together with the new microelement rationing method, the time rationing principles and methods creation for various actions and their complexes. This article is devoted to a new approach to determining labor cost norms, which is accompanied by a determining labor cost norms example for various options for monolithic slabs structural and technological solutions for the frame buildings floor. The analytical method of microelements with time norms in whole numbers within 1-8 minutes when determining processes labor costs showed its suitability and the obtained results sufficient reliability in comparison with other norms.*

Keywords: labor regulation; construction process; assembling; dismantling; decking