УДК 693.9: 69.057
DOI https://doi.org/10.32782/2664-0406.2023.43.8

Тонкачеєв Г.М.
д.т.н., професор, завідувач кафедри будівельних технологій,
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ
ORCID ID: 0000-0002-6589-8822

Молодід О.С.
д.т.н., професор, кафедри будівельних технологій,
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ
ORCID ID: 0000-0001-8781-6579

Тонкачеєв В.Г.
к.т.н., доцент кафедри металевих і дерев'яних конструкцій,
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ
ORCID ID: 0000-0002-1010-8440

Шандра О.Г.
старший викладач, аспірант кафедри будівельних технологій,
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ
ORCID ID: 0000-0002-2486-0529

МЕТОД ЦІЛОЧИСЛОВОГО НОРМУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РАМ КАРКАСНИХ БУДІВЕЛЬ

Анотація. *Розглядається проблема інженерів-проектувальників у частині проектування технології будівельного виробництва, яка пов'язана з відсутність інструментарію для проведення аналізу і обґрунтування конструктивних і технологічних рішень по підсиленню конструкцій каркасних будівель. Проведено аналіз джерел інформації, присвячених цій проблемі. В Україні заплановано і частково вже виконується робота по розробці збірників Галузевих норм часу. Діють Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтні роботи. Норми цих збірників не враховують особливість процесів підсилення будівельних конструкцій. Відмічений досвід нормування в зарубіжних країнах. Досвід свідчить про масове застосування методу мікроелементного нормування. Для процесів підсилення конструкцій нормування часу долями хвилин ускладнює процедуру. Запропоновано ідею нормування процесів на рівні складових елементів технологічних операцій. Для цього рекомендується вимірювати час виконання елементів цілими числами у хвилинах. Метою цієї статті є удосконалення методу цілочислового нормування часу процесів для підсилення конструкцій залізобетонних рам каркасних будівель і споруд. Конструктивне рішення по підсиленню колон і ригелів залізобетонних поперечних рам це влаштування металевих обойм по колонам і підведення додаткових сталевих конструкцій під балки. Новий метод передбачає розкладання операцій на сукупність дії. Надано приклад визначення трудомісткості процесу підсилення колони сталевою обоймою. Для нового методу потрібно детально розглядати особливості конструювання елементів. Для правильного розчленування операцій використовують специфікації і креслення збиральних одиниць і деталей. Ретельно розглядають дії виконавців і кількість таких дій в комплексі операцій. Відповідно до складності і відповідальності дій вимірюють їх тривалість цілими числами. Електронна матриця методу розрахована на визначення трудомісткості операції. Розраховується питома трудомісткість операції. Одиницею продукції є конструкція що підсилюється. Основна перевага нового методу в аналітичній та синтетичній сутності. Метод дозволяє ретельно аналізувати процес, проєктувати за варіантами. З'являється можливість обґрунтовувати раціональний варіант, покращувати спосіб підсилення конструкцій. Метод цілочислового нормування елементів технологічних операцій показав його придатність для проєктування процесів відновлення конструкцій. Новий метод характеризується достовірністю отриманих результатів у порівнянні з іншими методами.*

Ключові слова: метод нормування, будівельний процес, підсилення рам, нормування часу, затрати праці, трудомісткість.

Постановка проблеми. В умовах військового стану, відновлення пошкоджених будівель і споруд стає актуальною проблемою підсилення та відновлення конструкцій. Рішення з підсилення і відновлення конструкцій дають мінімізацію витрат і прискорення вводу будівель до експлуатації.

Процеси підсилення конструкцій існуючих будівель і споруд за складом та змістом значно відрізняються від типових процесів влаштування нових конструкцій. Потрібно спочатку провести попереднє обстеження пошкоджених конструкцій, виявити характер і обсяги пошкодження, а потім вже прийняти спосіб підсилення та розробити індивідуальне конструктивно-технологічне рішення.

Проект підсилення завершується розробкою технологічних карт, складанням калькуляцій розробкою графіків виконання робіт. Для складання калькуляцій затрат праці по процесах і для розробки графіків виконання робіт потрібні спеціальні норми затрат праці.

Станом на сьогодні спеціальні збірники норм затрат праці і часу на процеси підсилення конструкцій будівель не розроблені. Інженери проектувальники вимушені користуватися існуючою системою нормування для типових будівельних процесів, користуючись методом аналогії.

Проведення хронометражних спостережень на реальних об'єктах при великій різноманітності варіантів це дуже довгий і трудомісткий процес, тому використання аналітичних методів нормування стає на сьогодні актуальним питанням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні заплановано і частково вже виконується робота по розробці збірників Галузевих норм часу [1]. Перелік запланованих збірників Галузевих норм часу на будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи (ГН) не передбачає розробку норм часу на процеси підсилення будівельних конструкцій.

Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтні роботи (РЕКНр) [2] містять деякі норми на процеси, які зустрічаються при підсиленні конструкцій. До таких відносяться роботи по влаштуванню інвентарних риштувань, очищення поверхонь конструкцій, прибирання сміття, влаштування отворів і борозен у дерев'яних та бетонних конструкціях тощо.

Є застарілі норми, які увійшли до збірників єдиних норми і розцінок (ЄНіР) [3], які скоріш мають інформативний характер. За складом нормованих робіт збірники ЄНіР мало чим різниться від РЕКНр.

Років 30 тому для розробки карт трудових процесів (КТП) була створена система аналітичного нормування [4]. Ідея гарна, але ж до процесів підсилення черга так і не дійшла.

Закордонний досвід свідчить про масове застосування аналітичного методу нормування в промисловості, який отримав назву «метод мікроелементного нормування» [5]. За цим методом передбачається розчленування елементів праці на рухи пальців, кистей, рухи руки, голови, очей та інших органів тіла людини.

Для нормування будівельних процесів, до яких відносяться процеси підсилення конструкцій, це дуже дрібна задача, тому було запропоновано ідею нормування процесів на рівні комплексів дій та операцій, застосовуючи нормування часу цілими числами [6, 7, 8].

Постановка завдання. Авторами статті раніше були проведені відповідні дослідження, які базувалися на новій системі (методології) розчленування операцій та на створенні нового методу цілочислового нормування часу виконання елементів процесу [6, 7, 8].

Попередні дослідження авторів і вивчення процесів підсилення будівельних конструкцій стали підставою для розширення методу цілочислового нормування у відповідному напрямку, тому метою цієї статті є удосконалення методу цілочислового нормування часу процесів підсилення конструкцій залізобетонних рам каркасних будівель і споруд.

Виклад основного матеріалу дослідження. Основними несучими елементами каркасних багатоповерхових будівель є рами. За минулий період часу побудовано багато каркасних будівель за збірною технологією. Для проектування таких будівель були розроблені типові серії конструкцій для цивільного, промислового та комбінованого призначення. При обстеженні таких будівель найчастіше зустрічалися залізобетонні конструкції за серіями ИИ-20, ИИ-04, 1.020 та інші [9].

Характерними пошкодженнями були часткові руйнування тіла конструкцій колон і ригелів з різних причин (вплив середовища, пожежі, динамічні навантаження тощо). Прикладом є пошкодження від пожежі відомого будинку профспілок на майдані Незалежності в м. Києві [10]. Будівля каркасна, запроєктована за серією ИИ-04.

Перекриття 9-поверхової каркасної будівлі отримали від пожежі найбільше пошкодження і потребували повної заміни. Колони і ригелі частково втратили несучу здатність і потребували підсилення.

Конструктивне рішення по підсиленню колон і ригелів залізобетонних поперечних рам включає, як правило, влаштування металевих обойм по колонам і підведення додаткових металевих балок під ригелі або з боків ригелів в залежності від вимог по забезпеченню вільного простору приміщень (рис. 1).

Процес проектування технології підсилення конструкцій ускладняється тим, що потрібна повна інформація про складальні елементи конструкції підсилення з наявністю їх повної специфікації.

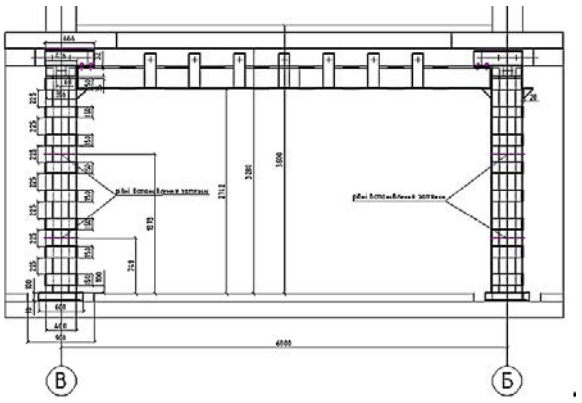

Рис. 1. Схема конструктивного рішення по підсиленню колон і ригелів залізобетонних рам

За правилами конструювання сталевих конструкцій [11] виконується розділення обойми на збиральні одиниці і відправні марки. Крупність елементів залежіть від варіантів механізації процесів переміщення, підйому і встановлення, а також від фізичних можливостей виконавців процесу. Крім того на розміри елементів впливають геометричні розміри простору, у якому виконується процес.

За одним із методів колони підсилюють обоймами з 4-х сталевих кутиків і накладок з листів. Стискання кутиків здійснюється термічними діями, приварювання розігрітих планок до кутиків з подальшим відпуском.

Нормувати процес підсилення колон обоймою виконується за методикою [9] зі змінами деяких моментів в залежності від особливостей виконання робіт по підсиленню конструкцій.

Процес розкладається на сукупність дії виконавців, а дії вимірюють цілими хвилинами залежно від складності і відповідальності цих дій (табл. 1).

Сумарний час виконання дії визначається за формулою:

$$T_w = N_i * H_h, \text{ хв}, \quad (1)$$

де T_w – час на виконання комплексу дії, хв.;
N_i – кількість дій у $i-му$ комплексі W_i;
H_h – норма часу відповідно до складності та відповідальності дій, H_h = від 1 до 8 хвилин.

Трудомісткість комплексу $i-x$ дій за кількістю виконавців:

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

Норма витрат праці на весь процес розраховується за формулою:

$$H_{hw} = 0,01667 * \left(\sum_{1}^{n} Q_{wi}\right) * \frac{K_r}{V_e}, \text{ люд-год} \quad (3)$$

де Kr – коефіцієнт, враховуючий потреби на вільний час та власні потреби виконавців, а також частку витрат часу на підготовчі та завершальні дії, Kr = 1,15...1,25;
V_e – одиниця виміру продукції. Для підсилення конструкцій – одна конструкція;
0,0167 – коефіцієнт переведення люд-хв у люд-год.

Нормування витрат праці процесів підсилення розглядається по кожній складовій, що були визначені у попередньому етапі проектування.

Таблиця 1. Матриця складових затрат праці

№ пр.	Найменування операції (комплексу дій)	Кількість дій N_i за нормою часу, H_h хв								Twi, хв	Nwi, люд	Qwi, люд-хв
		1	2	3	4	5	6	7	8			
1	*W1*											
n	*Wn*											
$H_{hw} = 0,01667 * \left(\sum_{1}^{n} Q_{wi}\right) * \frac{K_r}{V_e} =$												∑Qwi

Приклад визначення трудомісткості процесу підсилення колони обоймою з 4-х сталевих кутиків наведено в матриці (табл. 3). Розчленування процесу на комплекси дій відбувалося відповідно до конструктивного рішення (рис. 2).

Процес було розчленовано на такі операції:

1. підготовка колони і основи;
2. виготовлення опорної рами;
3. фарбування опорної рами;
4. встановлення опорної рами;
5. влаштування обойми колони;
6. фарбування обойми колони;
7. влаштування верхньої опори;
8. фарбування верхньої опори.

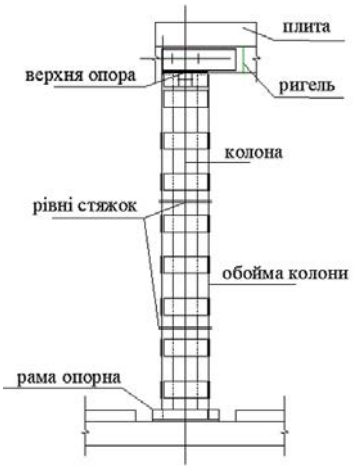

Рис. 2. Конструктивне рішення підсилення колони

Далі, виходячи зі специфікацій і креслень відправних марок, збиральних одиниць і деталей, операції розчленовувались на дії і їх комплекси.

Для цілочислового нормування потрібно більш детально розглядати особливості конструювання елементів і виконання робіт.

Так, обойма для колони складається з 4-х рівнобічних кутиків (рис. 2). За сортаментом приймається кутик з розміром полиць 1/4...1/5 від розміру перерізу колони. Завтовшки полиця кутика повинна бути в межах 6...8 мм.

Розміри накладок приймаються завширшки 1,5...2,0 від розміру полиці кутика. Завдовжки вона повинна бути коротше проектного розміру кутиків на колоні на 20 мм, з відстанню від країв кутика на 10 мм. Завтовшки накладка повинна бути не меншої товщини полиці кутика.

Крок встановлення накладок на кутиках приймається 1,5...2,0 від висоти планки. Перший і останній крок планок на обоймі можуть бути меншими від середніх. Прив'язка планок до нижніх і верхніх опор проектуються виходячи зі зручності виконання ручного накладання зварних швів.

Планки приварюють до кутиків зварними швами з катетом за товщиною з'єднувальних елементів.

До конструкції обойми входить опорна металева рама, до якої приварюють кутики обойми. Рама складається з 4 балочок. Опорна рама проектується за розмірами перерізу колони. Від боків колони елементи рами повинні відставати на 4...5 мм для забезпечення можливості підйому рами повздовж колони для зручності виконання інших процесів.

Результати нормування комплексу дій і результат визначення затрат праці на влаштування обойми колони наведені в табл. 2.

Операції «влаштування обойми колони» розкладалися на наступні дії і їх комплекси:

$W_{5.1}$ – доставка елементів до місця встановлення;

$W_{5.2}$ – приготування розчину;

$W_{5.3}$ – нанесення розчину на поверхню колони;

$W_{5.4}$ – встановлення і закріплення кутиків;

$W_{5.5}$ – встановлення і закріплення накладок;

$W_{5.6}$ – контроль якості.

Таблиця 2. Матриця затрат праці влаштування обойми колони

№ пр.	Операція. Влаштування обойми колони № дії (Wij)	Кількість дій Ni за нормою часу, Hh хв.								Twi, хв	Nwi, люд	Qwi, люд-хв
		1	2	3	4	5	6	7	8			
1	$W_{5.1}$				8					*32*	*2*	*64*
2	$W_{5.2}$								*1*	*8*	*1*	*8*
3	$W_{5.3}$				4					16	1	16
4	$W_{5.4}$								*4*	*32*	*2*	*64*
5	$W_{5.5}$		32			192				*1024*	*3*	*3072*
6	$W_{5.6}$						4			*24*	*2*	*48*
$H_{hw} = 0{,}01667 * \Sigma Q_{wi} * K_r / V_e = 65{,}45$ люд-год/ колону												3272

Таблиця 3. Калькуляція витрат праці на виконання процесу

№ операції	Підсилення колони обоймою (процес). Найменування операцій	Затрати праці, люд-год на колону
1	Підготовка колони і основи	1,74
2	Виготовлення опорної рами	0,64
3	Фарбування опорної рами	0,64
4	Встановлення опорної рами	0,3
5	Влаштування обойми колони	65,45
6	Фарбування обойми колони	1,12
7	Влаштування верхньої опори	7,84
8	Фарбування верхньої опори	0,64

Аналогічним чином було нормовано інші операції процесу «підсилення колони обоймою» і отримані наступні результати (табл. 3).

Для побудови графіку виконання процесу підсилення декількох залізобетонних рам у будівлі слід згрупувати операції в технологічні потоки. Для цього в таблиці 3 не обов'язково визначати загальну трудомісткість процесу.

Операції за п. 1 і за пп. 3,6,8 рекомендується проєктувати окремими потоками для більшого суміщення і прискорення темпів виконання робіт по підсиленню всіх пошкоджених рам.

Як правило, слід формувати наступні потоки:

потік №1 – роботи підготовчого характеру;

потік №2 – виготовлення і монтаж елементів підсилення опор і обойм колон;

потік №3 – виготовлення і монтаж балок підсилення ригелів;

потік №4 – влаштування захисних покриттів поверхонь металевих елементів.

Тривалість технологічних потоків та склад бригад визначається у відповідності до загальних витрат праці процесів, включених до потоку.

Приклад графіка виконання процесу підсилення 12 залізобетонних рам багатоповерхової будівлі наведено на рис. 3.

Висновок. Метод цілочислового нормування елементів технологічних операцій нормами часу у цілих числах в межах 1-8 хвилин при визначенні витрат праці процесів підсилення залізобетонних рам каркасних будівель показав його придатність для оцінки КТР і достатню достовірність отриманих результатів у порівнянні з іншими методами.

Рис. 3. Графік виконання процесів підсилення залізобетонних рам каркасної будівлі

Література

1. Галузеві норми часу на будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи. Загальна частина. Київ: УкрНДЦ „Екобуд". 2006 36 с.

2. Ресурсні елементні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи Збірник 20 «інші ремонтно-будівельні роботи». Міністерства розвитку громад та територій України. 2021. 37 с.

3. ЕНиР Сб. 20. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтные работы. Ремонтно-строительные работы. М: Стройиздат, 1987. – 122 с.

4. Рекомендации по составлению карт трудовых процессов строительного производства / Всесоюзн. н-и. и проект, ин-т труда в стр-ве Госстроя СССР. М.: Стройиздат, 1983. 23 с.

5. Микроэлементное нормирование – метод исследования и проектирования трудовых процессов, его сущность; этапы развития / URL https://studfile.net/preview/ 9152934/page:(дата звернення 12.11.2023).

6. Тонкачеєв Г.М., Тонкачеєв 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. http://dsr.univ.kiev.ua.

7. Features of standard time formation to implement construction processes: a case study / H.M. Tonkacheiev, I.M. Rudnieva, V.H. Tonkacheiev, Yu.M. Priadko. // Опір матеріалів і теорія споруд / Strength of Materials and Theory of Structures. 2022. № 109. С. 141-149. DOI: 10 32347/2410-2547.2022.109.141-151.
8. Система аналітичного визначення норм витрат праці на виконання будівельних процесів / Г.М. Тонкачеєв, В.Г. Тонкачеєв, В.П. Рашківський, О.Г. Шандра // Будівельне виробництво. К.: НДІБВ, 2022. № 74. С. 3–9.
9. Технологические схемы монтажа сборных железобетонных кострукций унифицированных каркасов снрий ИИ-04 / Р.А. Каграманов, В.И. Привин, В.С. Пикалов и др.; ЦНИИОМТП. М.: 1980. 148 с.
10. Білик С.І., Тонкачеєв Г.М. Видалення плит перекриття в каркасних будівлях / Будівельні конструкції. Теорія і практика: зб. наук. праць. Вип. 2. Київ. КНУБА, 2018. С.67-72.
11. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування. Київ. Мінрегіонбуд. 2014. 205 с.

References

1. Galuzevi normi chasu na budivelni, montazhni ta remontno-budivelni roboti. Zagalna chastina. KiYiv: UkrNDTs „Ekobud". 2006 36 s.
2. Resursni elementni koshtorisni normi na remontno-budivelni roboti Zbirnik 20 «Inshi remontno-budivelni roboti». Ministerstva rozvitku gromad ta teritoriy Ukrayini. 2021. 37 s.
3. ENiR Sb. 20. Edinyie normyi i rastsenki na stroitelnyie, montazhnyie i remontnyie rabotyi. Remontno-stroitelnyie rabotyi. M: Stroyizdat, 1987. – 122 s.
4. Rekomendatsii po sostavleniyu kart trudovyih protsessov stroitelnogo proizvodstva / Vsesoyuzn. n-i. i proekt, in-t truda v str-ve Gosstroya SSSR. M.: Stroyizdat, 1983. 23 s.
5. Mikroelementnoe normirovanie – metod issledovaniya i proektirovaniya trudovyih protsessov, ego suschnost; etapyi razvitiya / URL https://studfile.net/preview/ 9152934/page:(data zvernennya 12.11.2023).
6. Tonkacheiev G.M., Tonkacheiev V.G., Nosach K.V. Vidbir opalubnih sistem dlya vlashtuvannya monolitnih kolon za metodikoyu tsilochislovogo normuvannya trudomistkosti ta trivalosti protsesiv // Shlyahi pidvischennya efektivnostsi budivnitstva v umovah formuvannya rinkovih vidnosin: Zb. nauk. prats. K.: KNUBA, 2021. Vip. 47. Ch. 1. S. 96-107. DOI:10.32347/2707-501h.2021.47(1).96-107. http://dsr.univ.kiev.ua.
7. Features of standard time formation to implement construction processes: a case study / H.M. Tonkacheiev, I.M. Rudnieva, V.H. Tonkacheiev, Yu.M. Priadko. // Opir materialiv i teoriya sporud / Strength of Materials and Theory of Structures. 2022. # 109. S. 141-149. DOI: 10 32347/2410-2547.2022.109.141-151.
8. Sistema analitichnogo viznachennya norm vitrat pratsi na vikonannya budivelnih protsesiv / G.M. Tonkacheiev, V.G. Tonkacheiev, V.P. Rashkivskiy, O.G. Shandra // BudIvelne virobnitstvo. K.: NDIBV, 2022. # 74. S. 3–9.
9. Tehnologicheskie shemyi montazha sbornyih zhelezobetonnyih kostruktsiy unifitsirovannyih karkasov snriy II-04 / R.A. Kagramanov, V.I. Privin, V.S. Pikalov i dr.; TsNIIOMTP. M.: 1980. 148 s.
10. Bilik S.I., Tonkacheiev H.M. Vidalennya plit perekrittya v karkasnih budivlyah / Budivelni konstruktsiyi. Teoriya I praktika: zb. nauk. prats. Vip. 2. Kiyiv. KNUBA, 2018. S.67-72.
11. DBN V.2.6-198:2014 Stalevi konstruktsiyi. Normi proektuvannya. Kiyiv. Minregionbud. 2014. 205 s.

THE FERROCONCRETE FRAMES REINFORCING PROCESS' INTEGER RATIONING METHOD FOR FRAME BUILDINGS

Abstract. *The problem for design engineers in terms of building technology designing was considered, which is associated with the lack of tools for analyzing and justifying technological and design solutions for strengthening the frame buildings' structures. An information sources' analysis of devoted to this problem was carried out. In Ukraine, work has been planned and is partially already being carried out to develop collections of Industry time standards. Resource elemental estimate standards for repair work are in effect. These collections' standards do not take into account the reinforcing processes' peculiarities for building structures. The standardization experience in foreign countries was noted. Experience indicates the widespread use of the microelement rationing method. For reinforcing structures processes, standardizing time in minutes' fractions complicates the procedure. The standardizing processes idea at the level of technological operations constituent elements was proposed. To do this, it is recommended to measure the execution time of elements in whole numbers in minutes. This article purpose is to improve the processes integer time normalization method for strengthening the ferroconcrete frames structures for frame buildings and structures. A constructive solution for strengthening columns and crossbars for ferroconcrete transverse frames is the metal clips installation along the columns and the additional steel structures installation under the beams. The new method involves the operations decomposing into a set of actions. An example of strengthening process labor intensity determining for a column using a steel cage was given. For the new method, the elements' design features should be considered in detail. For the correct operations' decomposing the assembly, units and parts specifications and drawings are used. The performers' actions and the number of such actions in the operations' complex are carefully considering. According to the*

actions' complexity and responsibility, their duration is measured in whole numbers. The method's electronic matrix is designed to determine the operation labor content. The specific labor operation intensity is calculated. The unit of production is the structure that was reinforced. The new method main advantage is its analytical and synthetic nature. The method allows you to carefully analyze the process and design according to options. It becomes possible to justify a rational option and improve the strengthening structures method. The technological operations elements integer standardization method has shown its suitability for designing processes for restoring structures. The new method is characterized by the reliability of the results obtained in comparison with other methods.
Key words: normalization method, construction process, frame reinforcement, rationing of time, labor costs, labor intensive.

Tonkacheiev H.M.
Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department
of Construction Technologies,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Molodid O.S.
Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Construction Technologies,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Tonkacheiev V.H.
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Metal
and Wood Structures,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv

Shandra O.H.
Senior teacher, post graduate student of the Department of Construction Technologies,
Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv