

ОСНОВИ ФОРМУВАННЯ ЧИСЕЛЬНОГО СКЛАДУ КОМПЛЕКСНОЇ БРИГАДИ МУЛЯРІВ-МОНТАЖНИКІВ

Олександр МАХИНЯ¹, Ірина ГЛУЩЕНКО², Володимир БАСАРАБ³,

¹²³Київський національний університет будівництва і архітектури,
31, просп. Повітрофлотський, Київ, Україна, 03037

¹makhynia.om@knuba.edu.ua, [http:// http/orcid.org/0000-0001-7167-2857](http://http/orcid.org/0000-0001-7167-2857)

²hlushchenko.iv@knuba.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0001-7325-2629>

³basarab.va@knuba.edu.ua, [https://orcid.org/ 0000-0003-2888-7398](https://orcid.org/0000-0003-2888-7398)

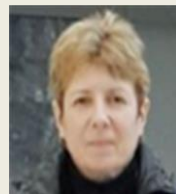
Анотація. Проектування потокового методу зведення багатоповерхового житлового будинку із кам'яними стінами і збірними залізо-бетонними конструкціями перекриття має свої особливості, а саме наявність механізованих та немеханізованих (ручних) процесів, що передбачає значну різницю в кількості виконавців при узгодженні потоків між собою. Враховуючи важливість забезпечення ритмічності виконання будівельних процесів, формування оптимального чисельного складу комплексної бригади є актуальним питанням.

В результаті проведених досліджень комплексний процес зведення кам'яних будинків зі збірними перекриттями було розділено на два потоки: Перший потік – монтажні, транспортні і допоміжні процеси: *перший ярус* – подавання піддонів з цеглою, подавання ящиків з будівельним розчином, замонолічування проміжків між плитами; *другий ярус* – встановлення риштувань, подавання піддонів з цеглою, подавання ящиків з будівельним розчином, монтаж проміжного сходового майданчику і першого сходового маршу; *третій ярус* – підрозування риштувань, подавання піддонів з цеглою, подавання ящиків з будівельним розчином, демонтаж риштувань, монтаж плит перекриття і другого сходового маршу; Другий потік – мурування кам'яних конструкцій *першого, другого і третього ярусів*.

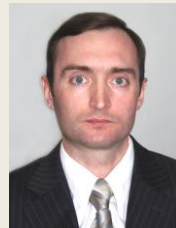
В результаті проведених досліджень встановлені теоретичні залежності чисельного складу комплексної бригади від обсягу робіт на захватці, норм витрат праці та умов виконання робіт. При цьому були враховані обмеження мінімального чисельного складу ланки із умови можли-



Олександр МАХИНЯ
доцент кафедри будівельних технологій
к.т.н., доцент



Ірина ГЛУЩЕНКО
старший викладач кафедри будівельних технологій



Володимир БАСАРАБ
доцент кафедри будівельних технологій
к.т.н., доцент

вості нею виконувати найбільш складний процес із складових потоку, який обумовлює потребу у найбільшій кількості виконавців.

А також враховані обмеження щодо максимальної кількості виконавців із умови забезпечення кожного виконавця достатнім фронтом робіт для виконання його протягом зміни та обмеження щодо завантаженості виконавців в залежності від прийнятої кількості будівельних машин. Отримані результати дозволяють оптимізувати процес технологічного проектування.

Ключові слова. Потоковий метод зведення кам'яних будинків; формування чисельного складу ланок і бригад; тривалість процесу.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Зведення багатоповерхового житлового будинку із кам'яними стінами і збірними залізобетонними конструкціями перекриття характеризується великою трудомісткістю і значними обсягами ручних процесів. Що, в свою чергу, потребує залучення значної кількості виконавців для зведення будинку у встановлені терміни. Збільшення кількості виконавців вимагає ефективної організації будівельних процесів із рівномірним використанням ресурсів та відсутністю необґрунтованих простоїв у роботі. Традиційно, цю проблему вирішують шляхом застосування потокового методу будівництва. Його суть полягає у розчленуванні комплексного будівельного процесу зведення на окремі прості процеси (потoki), для яких призначають окремих виконавців (ланки). При цьому загальний фронт робіт (будинок), також, поділяють на окремі технологічні зони (захватки).

Організацію виконання простих процесів (потоків) здійснюють наступним чином. Кожний окремий потік виконують послідовно переміщуючись від однієї захватки до іншої. При цьому для скорочення простоїв у виконанні робіт використовують суміщення у часі виконання різних потоків на різних захватках, при забезпеченні послідовного виконання окремого потоку від однієї захватки до іншої. Ритмічність виконання будівельних процесів (потоків) забезпечується шляхом встановлення однакової тривалості потоків на різних захватках та узгодження їх виконання у часі. Для цього фронт робіт поділяють на рівновеликі за трудомісткістю захватки зі зміною трудомісткості в межах 20 %.

Суттєвим чинником, що впливає на забезпечення ритмічності зведення багатоповерхового житлового будинку із кам'яними стінами і збірними залізобетонними конструкціями перекриття є чисельний склад ланок виконавців комплексної будівельної бригади. Цей показник значуще впливає на тривалість потоків на окремих захватках чи ярусах. При цьому процес зведення кам'яних конструкцій є ручним процесом, а

монтаж збірних конструкцій є механізованим процесом, що також суттєво впливає на формування чисельного складу ланок і бригади в цілому. Враховуючи важливість забезпечення ритмічності виконання будівельних процесів, формування оптимального чисельного складу комплексної бригади є актуальним питанням, вирішенням якого були присвячені наступні дослідження.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідженню будівельних операцій при влаштуванні перемичок у кам'яних конструкціях були присвячені роботи [1, 2]. Окремі питання організації технологічних процесів при зведенні кам'яних конструкцій розглянуті в роботах [2, 3, 5, 6, 11, 15].

Загальні принципи організації потокового методу виконання робіт наведені в роботі [9], проектування потокового методу при зведенні кам'яних будинків висвітлено в роботах [9]. Принципи вибору засобів механізації при організації потокового методу виконання робіт наведені в роботі [8]. Дослідженню узгодження потоків при організації потокового методу присвячена робота [7], а формуванню складів ланок – роботи [4, 1, 9]. Нормативні вимоги щодо проектування технології зведення кам'яних конструкцій і монтажу збірних конструкцій наведені в ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015 [10].

Комплексне дослідження австралійських методів кам'яного будівництва в житловому контексті висвітлене в [12, 13]. Методологія «зеленого» будівництва передбачає зменшення споживання енергії від задуму до етапів експлуатації та сприяє екологічно стійкому розвитку (ESD) через продовження традицій каменю в Австралії.

Детальне моделювання мікромоделі стін з кам'яної кладки для отримання двовимірної та тривимірної сітки кінцевих або дискретних елементів для широкого діапазону типологій кам'яної та цегляної кладки розроблено в роботі [14], щоб імітувати робочий процес муляра. Коди Python3.7 генератора мікроструктури та згенеровані сітки, доступні відповідно до умов GNU LGPLv3, дозволяють здійснювати багатомасштабний

аналіз цілих конструкцій, а також для методів гомогенізації.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Метою даної статті є проведення досліджень щодо оптимізації чисельного складу комплексної бригади мулярів-монтажників з метою удосконалення процесу кладки цегляних стін багатопверхового будинку з монтажем залізобетонних плит перекриття.

ОСНОВНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

Комплексний процес зведення кам'яних будинків зі збірними перекриттями складається з таких простих процесів: подавання цегли і розчину; кладка стін із цегли першого ярусу; улаштування інвентарних риштувань; подавання цегли і розчину; кладка стін із цегли другого ярусу; монтаж сходового майданчику і маршу; улаштування другого ярусу риштувань; подавання цегли і розчину; кладка стін із цегли третього ярусу; демонтаж риштувань; монтаж сходового майданчику і маршу; монтаж плит перекриття і балконних плит; заливка швів між плитами.

Для ритмічного виконання робіт будинки у плані поділяють на окремі захватки, а кожний поверх додаткового поділяють на окремі технологічні яруси по висоті. Висоти технологічного ярусу приймають у межах від 0,9 до 1,2 м залежно від товщини стіни з метою забезпечення контролю якості мурування зовнішньої версти стіни. З вимог безпеки виконання робіт рівень мурування попереднього ярусу повинен перевищувати рівень настилу підмошування для наступного ярусу не менше ніж на 2 ряди кладки.

Тривалість виконання процесу (поток) залежить від чисельного складу бригади та змінності виконання робіт. Для встановлення однакової тривалості виконання процесів із різною трудомісткістю, процес з невеликою трудомісткістю виконують мінімальною кількістю робітників, а процес з великою трудомісткістю – пришвидшують за рахунок збільшення виконавців. У випадку відсутності можливості збільшення кількості

виконавців при значній трудомісткості процесу – його можна виконувати у кілька змін за добу, тоді як менш трудомісткий процес виконують в одну зміну за добу.

Якщо поділ комплексного процесу на прості веде до значної різниці між трудомісткостями окремих процесів, то допускається їх об'єднання в один процес з виконанням його робітниками, що мають суміжні професії. Наприклад, муляр-монтажник, може бути використаний не тільки для мурування цегляної кладки, а й для виконання монтажних процесів, тоді як тесля-такелажник може влаштовувати риштування і подавати матеріали для цегляної кладки.

При застосуванні потокового методу процесу варіант 1 були об'єднані у три елементарних потоки:

① кладка стін, установа перемичок, монтаж плит перекриття і балконних плит, сходових майданчиків і маршів, замонолічування швів між плитами перекриття;

② -подавання матеріалів;

③ -встановлення та розбирання риштувань. Чисельний склад бригад призначався через взаємоузгодженість тривалості кладки стін з тривалістю роботи крана.

Виходячи з умови, що подавання матеріалів під час кладки стін та монтаж плит перекриття виконується одним краном, приймають, що тривалість роботи крана не повинна перевищувати модуля циклічності (тривалості елементарного потоку на одній захватці) кладки стін та монтажу збірних залізобетонних конструкцій.

Для забезпечення ритмічності потоків кладку стіни рекомендується виконувати ланками у два, три або чотири виконавця. При цьому приймають наступні ланки: «двійка» - муляр 5-го розряду та муляр-монтажник 4-го розряду; «трійка» - муляр 4-го розряду та 2 муляри-монтажники 3-го розряду; «четвірка» - муляр 5-го розряду, муляр-монтажник 5-го розряду та 2 муляри 4-го розряду. Монтаж перемичок і плит перекриття можуть бути виконані ланкою із чотирьох виконавців, а саме: муляр-монтажник 4-го розряду, муляр-монтажник 5-го розряду та 2 муляри-монтажники 3-го розряду. Таким чином, прості процеси можуть бути

об'єднані в один потік, що можуть виконати робітники з додатковою спеціалізацією для виконання суміжних процесів. У ② і ③ - елементарному потоці призначено 2 тесля-такелажника 2-го розряду, які здійснюють подачу матеріалів, встановлення і розбирання риштувань для кладки другого і третього ярусів.

Для таких самих умов комплексний процес зведення кам'яних і монтаж збірних конструкцій було розділено на шість елементарних потоків варіант 2:

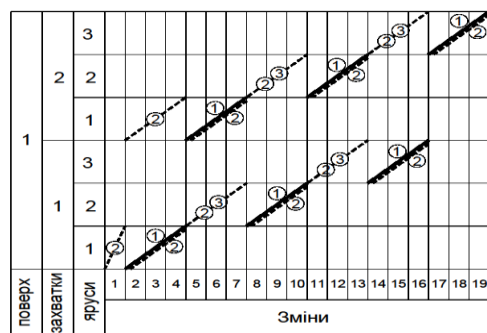
① кладка стін; ② -подавання матеріалів; ③-встановлення риштувань; ④-розбирання риштувань; ⑤ - монтаж сходових майданчиків і маршів та плит перекриття і балконних плит; ⑥ - заливка швів між збірними конструкціями. У даному випадку,

кладку стіни виконують ланки мулярів у два, три або чотири виконавця. При цьому приймають наступні ланки: «двійка» - муляр 4-го розряду та муляр 3-го розряду; «трійка» - муляр 4-го розряду та 2 муляри 3-го розряду; «четвірка» - 2 муляри 4-го розряду та 2 муляри 3-го розряду. Подавання матеріалів, установлення і розбирання риштувань, монтаж сходових майданчиків і маршів, плит перекриття і балконних плит, заливку швів виконують 2 тесля-монтажники 4-го розряду і тесля-монтажник 2-го розряду. Кваліфікаційний склад бригад встановлюють згідно з рекомендаціями нормативних документів з урахуванням того, що робітник вищого розряду може виконувати роботу робітника нижчого розряду.

Графіки виконання робіт у вигляді циклограм, наведені на рис. 1, а і 1, б.



а



б

- ① -кладка стін з установленням перемичок;
 - ② - подавання матеріалів;
 - ③- встановлення риштувань;
 - ④- розбирання риштувань;
 - ⑤-монтаж сходових майданчиків і маршів, плит перекриття і балконних плит;
 - ⑥-заливка швів між збірними конструкціями.
- ① -кладка стін, установлення перемичок, монтаж плит перекриття і балконних плит, сходових майданчиків і маршів, замонолічування швів між плитами перекриття;
 - ② -подавання матеріалів;
 - ③-встановлення і розбирання риштувань.

Рис.1. Циклограми кладки стін і влаштування перекриттів із збірних панелей:

а – трьома ланками мулярів (9 люд.), однією ланкою теслярів-монтажників (3 люд.);

б – трьома ланками мулярів-монтажників (9 люд.), однією ланкою теслярів-такелажників (2 люд.).

Fig.1. Cyclograms for laying walls and arranging floors from prefabricated panels:

a – three units of masons (9 people), one unit of rigger-carpenter-installer (3 people);

b – three units of masons-installers (9 people), one unit of rigger-carpenter (2 people).

Вони відображають розвиток окремих елементарних потоків при виконанні робіт в межах одного поверху.

У дослідженнях за умови проектування ритмічного потоку було прийнято два потоки:

• **Перший потік** – що включає монтажні, транспортні і допоміжні процеси і передбачає:

○ *На першому ярусі* – подавання піддонів з цеглою, подавання ящиків з будівельним розчином, замонолічування проміжків між плитами;

○ *На другому ярусі* – встановлення риштувань, подавання піддонів з цеглою, подавання ящиків з будівельним розчином, монтаж проміжного сходового майданчику і першого сходового маршу;

○ *На третьому ярусі* – підрощування риштувань, подавання піддонів з цеглою, подавання ящиків з будівельним розчином, демонтаж риштувань, монтаж плит перекриття і другого сходового маршу;

• **Другий потік** – що включає мурування кам'яних конструкцій і передбачає: мурування кам'яних конструкцій на всіх ярусах.

Традиційно, тривалість спеціалізованого будівельного потоку (T) зведення цегляних стін і монтаж плит перекриття визначають за наступною формулою

$$T = K(m + n - 1) \quad (1)$$

де n – кількість елементарних потоків, що складають спеціалізований будівельний потік;

m – кількість одиниць будівельної продукції (ярусів, захваток);

K – модуль циклічності, ритм потоку, тривалість виготовлення одиниці будівельної продукції.

Вираз (1) набуває вигляду $T = K(m + 1)$ за наявності двох елементарних потоків.

Кількість виконавців (N) елементарного потоку може бути визначена наступним чином

$$N = \frac{P}{tS} = \frac{P}{mKS} = \frac{Q}{mK} \quad (2)$$

де P – загальний обсяг робіт по всім одиницям продукції (ярусам, захваткам);

t – тривалість виконання елементарного потоку;

S – виробіток за одиницю часу на одного виконавця;

Q – трудомісткість виконання робіт на m ярусах.

При цьому максимальна кількість виконавців на захватці може бути визначена як

$$N_{max} = \frac{Vf_{opt}}{SF} \quad (3)$$

де V – обсяг робіт на захватці;

f_{opt} – осереднений фронт робіт, що приймають для одного виконавця;

F – відкритий фронт робіт на захватці.

Кількість виконавців для елементарного потоку можна визначити як

$$N = \frac{\sum_{m=1}^M V_m H_{wm}}{MKc} \quad (4)$$

де H_{wm} – значення витрат праці складових процесів чи операцій елементарного потоку;

V_m – обсяг робіт елементарного потоку;

$m = 1 \dots M$ – кількість захваток по фронту робіт;

c – тривалість зміни.

За умови розподілу окремого поверху на технологічні яруси вираз (4) набуває вигляду

$$N = \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J V_{mj} H_{wmj}}{MJKc} \quad (5)$$

де $j = 1 \dots J$ – кількість ярусів в межах захватки.

Для прийнятих двох елементарних потоків вираз (5) набуває вигляду

$$\begin{cases} N^1 = \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J V_{mj}^1 H_{wmj}^1}{IJK\gamma} \\ N^2 = \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J V_{mj}^2 H_{wmj}^2}{MJK\gamma} \end{cases} \quad (6)$$

де N^I – кількість виконавців у першому (механізованому) потоці;
 N^{II} – кількість виконавців у другому (немеханізованому) потоці;
 H_{wmj}^I і H_{wmj}^{II} – нормативні значення витрат праці складових процесів і операцій, відповідно, I і II потоків;
 γ – коефіцієнт виконання норм, що приймають для забезпечення узгодженості і ритмічності виконання потоків.

Виконання будівельних процесів передбачає обмеження щодо максимальної і мінімальної чисельної кількості виконавців у спеціалізованих ланках, які залежать від наявного фронту робіт, засобів механізації та мінімізації тривалості організаційних перерв. Враховуючи це вираз (6) набуває вигляду

$$\begin{cases} N^I \approx \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J V_{mj}^I H_{wmj}^I}{MJK\gamma} \\ N_{max}^I \geq N^I \geq N_{min}^I \\ N^{II} \approx \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J V_{mj}^{II} H_{wmj}^{II}}{MJK\gamma} \\ N_{max}^{II} \geq N^{II} \geq N_{min}^{II} \end{cases} \quad (7)$$

де N_{min}^I і N_{min}^{II} – технологічно обумовлена мінімальна кількість виконавців для виконання сукупності операцій, що складають, відповідно, перший та другий потік;
 N_{max}^I і N_{max}^{II} – обмеження максимальної кількості виконавців в ланці, що обумовлено кількістю

будівельних машин, що приймають участь у будівельному потоці, чи обсягами фронту робіт.

У нашому дослідженні при зведенні багатопверхового житлового кам'яного будинку зі збірними плитами перекриття двома потоками вираз (7) набуває вигляду

$$\begin{cases} N^I \approx \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I V_{mji}^I H_{wmji}^I}{MJK\gamma} \\ N^I \geq \max_{[i, I]} N_i^I \\ N^I = N_M^I \max_{[i, I]} N_i^I \\ N^{II} \approx \frac{\sum_{m=1}^M \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I V_{mji}^{II} H_{wmji}^{II}}{MJK\gamma} \\ N^{II} \geq \max_{[i, I]} N_i^{II} \\ \frac{\sum_{i=1}^I V_{mji}^{II} H_{wmji}^{II}}{N^{II}} \geq c \end{cases} \quad (8)$$

де N_M^I – прийнята кількість будівельних машин (кранів) у I потоці;
 $\max_{[i, I]} N_i^I$ і $\max_{[i, I]} N_i^{II}$ – максимальна технологічно рекомендована кількість виконавців у ланці серед складових I-х процесів і операцій, відповідно, першого і другого потоків.

Отримані результати дозволяють узгодити тривалість окремих потоків та прийняти оптимальний чисельний склад комплексної бригади мулярів-монтажників.

Прикладом узгодження потоків може бути наведена циклограма (рис. 2).

В даному випадку процес зведення житлового будинку поділений на наступні потоки:

- ① – кладка стін, встановлення перемичок, монтаж сходового майданчику і маршу на другому і третьому ярусах;
- ② – подавання матеріалів, встановлення рихтувань;
- ③ – розбирання рихтувань;
- ④ – кладка перегородок, установка і розбирання підмостей для кладки перегородок;

- ⑤ - монтаж сходового майданчику, маршу і плит перекриття;
- ⑥ - заливка швів між збірними плитами.

ВИСНОВКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

В результаті проведених досліджень зведення багатоповерхових житлових кам'яних будинків зі збірним залізобетонним перекриттям були встановлені теоретичні залежності щодо формування чисельного складу комплексної бригади мулярів-монтажників. При цьому були враховані обмеження мінімального чисельного складу ланки із умови можливості нею виконувати найбільш скла-

дний процес із складових потоку, який обумовлює потребу у найбільшій кількості виконавців. А також враховані обмеження щодо максимальної кількості виконавців із умови забезпечення кожного виконавця достатнім фронтом робіт для виконання його протягом зміни та обмеження щодо завантаженості виконавців в залежності від прийнятої кількості будівельних машин. Отримані результати дозволяють оптимізувати процес технологічного проектування.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на збільшення формалізації технологічного проектування потокового методу будівництва та оптимізації узгодження технологічних потоків між собою.

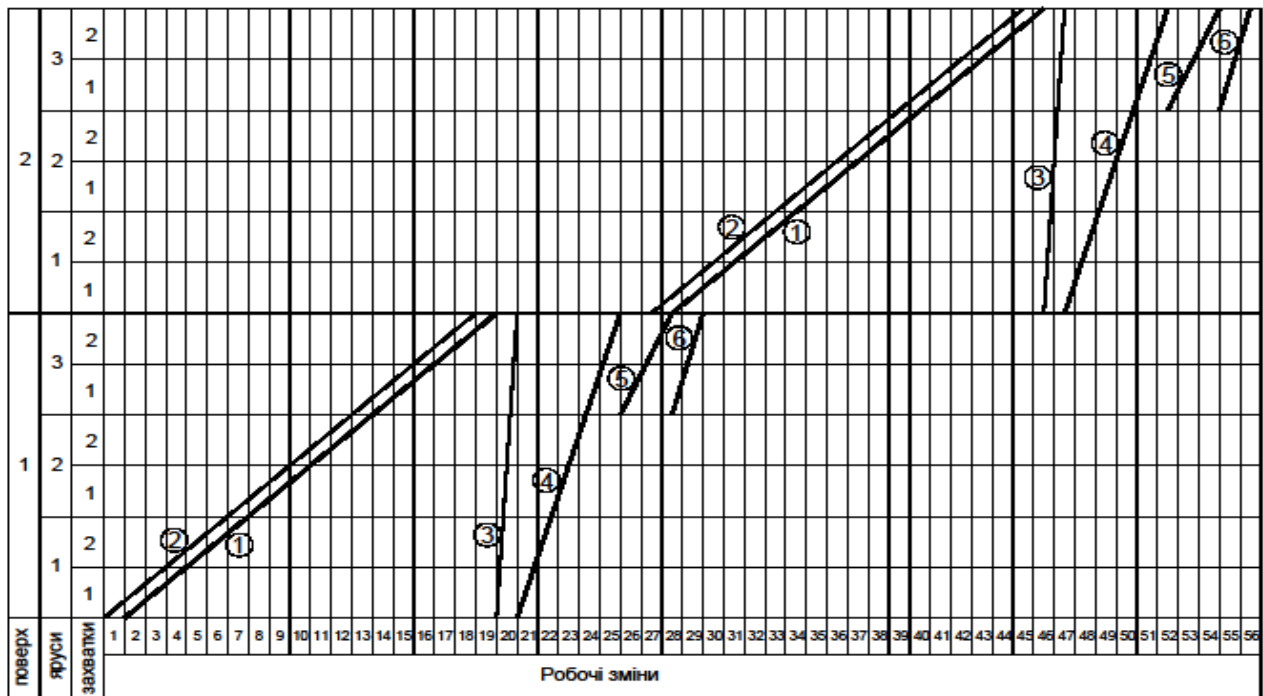


Рис. 2. Циклограма кладки стін і перегородок та монтаж перекриттів із збірних залізобетонних плит.

Fig. 2. Cyclogram of masonry of walls and partitions and installation of floors from prefabricated reinforced concrete slabs

ЛІТЕРАТУРА

1. **Махиня О. М.**, Ратушняк Г. В. Вплив геометричних розмірів дверних отворів на техніко-економічні показники їх влаштування при реконструкції цегляних будинків/ Махиня О. М., Ратушняк Г. В. // *Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. збірник, вип. 72.* – К.: КНУБА.– 2020. – с. 187 - 201.
 2. **Махиня О. М.** Практичний досвід реставрації кам'яних конструкцій /О. М. Махиня // *Ефективні технології в будівництві. Програма та тези доповідей міжнародної науково-технічної конференції. К: «Видавництво Ліра-К».* – 2018. – 208 с.
 3. **Осипов С. О.** Передумови вдосконалення технологічних процесів реставрації кам'яної кладки пам'яток архітектури [Текст] / С. О. Осипов, О. Ф. Осипов, О. В. Слись // *Управління розвитком складних систем: зб. наук праць.* – К. : КНУБА, 2017. – Вип. 29. – С. 192-197.
- Електронний ресурс:*
<http://urss.knuba.edu.ua/zbirnyk-29>
4. **Терновий В. І.**, Молодід О. С., Молодід О. О., Уманець І. М. Вплив об'єму робіт на зарплату різних складів ланок при влаштуванні цем'янової штукатурки/ Терновий, В. І., Молодід О. С., Молодід О. О., Уманець І. М.// *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин: збірник наукових праць.* – Вип. № 29 – К.: КНУБА, 2013 – С. 10-17.
 5. **Молодід О.С.** Дослідження впливу технології підготовки основи цегли на міцність приклеювання до неї елементів підсилення/ Молодід О.С. // *Будівельне виробництво.* – К.: НДІБВ. – 2017. – № 62. – С. 89 – 92.
 6. **Тонкачєв Г.**, Шпакова Г., Шарапа С., Глущенко І Технологія відновлення кам'яної кладки / Г. Тонкачєв, Г. Шпакова, С. Шарапа, І. Глущенко // *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин: збірник наукових праць.* – Вип. № 43 – К.: КНУБА, 2020 – С. 124-133.
 7. **Лучинский С.А.** Организационные факторы возведения одноэтажных промышленных зданий при использовании технологии совмещёного монтажа строительных конструкций и технологического оборудования/ С.А. Лучинский // *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин: збірник наукових праць.* – Вип. № 32 – К.: КНУБА, 2014 – С. 124-131.
 8. **Басараб В.А.**, Уманець І.М., Саушева Л.С. Методика вибору комплекту засобів ущільнення ґрунту пазух котлованів за технічною ознакою/ Басараб В.А., Уманець І.М., Саушева Л.С. // *Основи та фундаменти. - Scientific and Technical Journal «Bases and foundations». Issue 43. Edited by Igor Boyko.* – К.: КНУСА. – 2021. - № 43. – С.67 – 78.
 9. **Ярмоленко М.Г.** Технологія будівельного виробництва: підручник / М.Г. Ярмоленко та ін.; за ред. М.Г. Ярмоленка. – 2-ге вид., допов. і переробл. – К.: Вища шк., 2005. – 34 с.: іл.
 10. **ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015.** Настанова з виконання робіт при виготовленні та монтажі будівельних конструкцій. – Київ: Мінрегіон, 2015. – 62 с.
 11. **Тонкачєв Г.Н.** Эффективность технологий возведения стен малоэтажных зданий/Г.Н. Тонкачєв, В.М. Колыс.// *Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин:зб. наук. праць.* - Київ: КНУБА, 2015.- Вип. 34 .-С. 64-72.
 12. **J. Morel, M. Mesbah, M Oggero, P. Walker** Building houses with local materials: Means to drastically reduce the environmental impact of construction/Jean-Claude Morel, Mahmoud Ali Ali Mesbah, M Oggero, Pete Walker// *Building and Environment* 36 (2001) 1119-1126.
[http://doi.org/10.1016/S0360-1323\(00\)00054-8](http://doi.org/10.1016/S0360-1323(00)00054-8).
 13. **K. Gharehbaghi, F. Rahmani, D. Paterno** Adaptability of Materials in Green Buildings: Australian Case Studies and Review/ Koorosh Gharehbaghi, Farshid Rahmani, David Paterno// *May 2020, IOP Conference Series Materials Science and Engineering* 829(1):012006.
<http://doi.org/10.1088/1757-899X/829/1/012006>
 14. **Mahmoud Shaqfa, Katrin Beyer** A virtual microstructure generator for 3D stone masonry walls/ Mahmoud Shaqfa, Katrin Beyer// *May 2022, European Journal of Mechanics - A/Solids*, 96(2022):104656.
<http://doi.org/10.1016/j.euromechsol.2022.104656>
 15. **О.В. Кічаєва** В ймовірності руйнування цегляних стін будівель, що експлуатуються/ О.В. Кічаєва// *Наука та будівництво*, April 2019.
[http://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v0i1\(15\).17](http://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v0i1(15).17)

REFERENCES

1. **Makhynia O. M.**, Ratushniak H. V. Vplyv heometrychnykh rozmiriv dvernykh otvoriv na tekhniko-ekonomichni pokaznyky yikh

- vlashtuvannia pry rekonstruktsii tsehlianykh budynkiv/ Makhynia O. M., Ratushniak H. V. // *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia: nauk.-tekhn. zbirnyk, vyp. 72. – K.: KNUBA. – 2020. – s. 187 - 201.*
2. **Makhynia O. M.** Praktychnyi dosvid restavratsii kamianych konstruktsii /O. M. Makhynia // *Efektivni tekhnologii v budivnytstvi. Prohrama ta tezy dopovidei mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii. K: «Vydavnytstvo Lira-K». – 2018. – 208 s.*
 3. **Osyppov S. O.** Peredumovy vdoskonalennia tekhnolohichnykh protsesiv restavratsii kamianoi kladky pamiatok arkhitektury [Tekst] / S. O. Osypov, O. F. Osypov, O. V. Slys // *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system: zb. nauk prats. – K.: KNUBA, 2017. – Vyp. 29. – S. 192-197. Elektronnyi resurs: <http://urss.knuba.edu.ua/zbirnyk-29>*
 4. **Ternovyi V. I.,** Molodid O. S., Molodid O. O., Umanets I. M. Vplyv obiemu robit na zarplatu riznykh skladiv lanok pry vlashtuvanni tsemiankovoi shtukaturky/ Ternovyi, V. I., Molodid O. S., Molodid O. O., Umanets I. M.// *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn: zbirnyk naukovykh prats. – Vyp. № 29 – K.: KNUBA, 2013 – S. 10-17.*
 5. **Molodid O.S.** Doslidzhennia vplyvu tekhnolohii pidhotovky osnovy tsehly na mitsnist prykleiuvannia do nei elementiv pidsylennia/ Molodid O.S. // *Budivelne vyrobnytstvo. – K.: NDIBV. – 2017. – № 62. – S. 89 – 92.*
 6. **Tonkacheiev H.,** Shpakova H., Sharapa S., Hlushchenko I Tekhnolohiia vidnovlennia kamianoi kladky / H. Tonkacheiev, H. Shpakova, S. Sharapa, I. Hlushchenko // *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn: zbirnyk naukovykh prats. – Vyp. № 43 – K.: KNUBA, 2020 – S. 124-133.*
 7. **Luchynskiy S.A.** Орhанызатыонные факторы возведения одноэтажных промышленных зданий пры yspolzyvanyu tekhnolohyy sovmeshchënoho montazha stroytelnykh konstruktsiy y tekhnolohycheskoho oborudovanyia/ S.A. Luchynskiy // *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn: zbirnyk naukovykh prats. – Vyp. № 32 – K.: KNUBA, 2014 – S. 124-131.*
 8. **Basarab V.A.,** Umanets I.M., Sausheva L.S. Metodyka vyboru kompletu zasobiv ushchilnennia gruntu pazukh kotlovaniv za tekhnichnoiu oznakoio/ Basarab V.A., Umanets I.M., Sausheva L.S. // *Osnovy ta fundamentey. - Scientific and Technical Journal «Bases and foundations». Issue 43. Edited by Igor Boyko. – K.: KNUCA. – 2021. - № 43. – S.67 – 78.*
 9. **Yarmolenko M.H.** Tekhnolohiia budivelnoho vyrobnytstva: pidruchnyk / M.H. Yarmolenko ta in.; za red. M.H. Yarmolenka. – 2-he vyd., dopov. i pererobl. – K.: Vyshcha shk., 2005. – 34 s.: il.
 10. *DSTU-N B V.2.6-203:2015.* Nastanova z vykonannia robit pry vyhotovleni ta montazhi budivelnykh konstruktsii. // *Kyiv: Minrehion, 2015. – 62 s.*
 11. **Tonkacheiev H.N.** Effektyvnost tekhnolohiyi vozvedeniya sten maloetazhnykh zdanyi/H.N. Tonkacheiev, V.M. Kolys.// *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn:zb. nauk. prats. - Kyiv: KNUBA, 2015.- Vyp. 34 .-S. 64-72.*
 12. **J. Morel, M. Mesbah, M Oggero, P. Walker** Building houses with local materials: Means to drastically reduce the environmental impact of construction/Jean-Claude Morel, Mahmoud Ali Ali Mesbah, M Oggero, Pete Walker// *Building and Environment 36 (2001) 1119-1126. [http://doi.org/10.1016/S0360-1323\(00\)00054-8](http://doi.org/10.1016/S0360-1323(00)00054-8).*
 13. **K. Gharehbaghi, F. Rahmani, D. Paterno** Adaptability of Materials in Green Buildings: Australian Case Studies and Review/ Koorosh Gharehbaghi, Farshid Rahmani, David Paterno// *May 2020, IOP Conference Series Materials Science and Engineering 829(1):012006. <http://doi.org/10.1088/1757-899X/829/1/012006>*
 14. **Mahmoud Shaqfa, Katrin Beyer** A virtual microstructure generator for 3D stone masonry walls/ Mahmoud Shaqfa, Katrin Beyer// *May 2022, European Journal of Mechanics - A/Solids, 96(2022):104656. <http://doi.org/10.1016/j.euromechsol.2022.104656>*
 15. **O.V. Kichaieva** V ymovirnosti ruinuvannia tsehlianykh stin budivel, shcho ekspluatuiutsia/ O.V. Kichaieva// *Nauka ta budivnytstvo, April 2019.. [http://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v0i1\(15\).17](http://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v0i1(15).17)*

**THE FUNDAMENTALS OF FORMING
THE NUMERICAL COMPOSITION OF
THE COMPLEX BRIGADE OF
MASON-INSTALLERS**

*Oleksandr MAKHYNYA,
Iryna HLUSCHENKO,*

Summary. The design of the flow method of the construction of a multi-story residential building with stone walls and prefabricated reinforced concrete floor structures has its own features, namely, the presence of mechanized and non-mechanized (manual) processes, which implies a significant difference in the number of performers when coordinating flows among themselves. Taking into account the importance of ensuring the rhythmic execution of construction processes, the formation of the optimal numerical composition of the complex brigade is an urgent issue.

As a result of the research, the complex process of building stone houses with prefabricated floors was divided into two streams: The first stream - assembly, transport and auxiliary processes: the first tier - delivery of pallets with bricks, delivery of boxes with construction mortar, monotonization of the gaps between the slabs; the second tier – installation of scaffolding, delivery of pallets with bricks, delivery of boxes with construction mortar, installation of the intermediate staircase and the first flight of stairs; the third tier – raising scaffolding, supplying pallets with bricks, supplying boxes with con-

struction solution, dismantling scaffolding, installing floor slabs and the second flight of stairs; The second flow is the masonry of stone structures of the first, second and third tiers.

As a result of the conducted research, the theoretical dependence of the numerical composition of the complex brigade on the volume of work on the fence, the norms of labor costs and the conditions of performance of the work were established. At the same time, the limitations of the minimum numerical composition of the link were taken into account, with the condition of its ability to perform the most complex process from the components of the flow, which determines the need for the largest number of performers.

Also, restrictions on the maximum number of performers are taken into account, provided that each performer is provided with a sufficient front of work to perform it during the shift, and restrictions on the workload of performers depending on the accepted number of construction machines. The obtained results make it possible to optimize the technological design process.

Keywords. Flow method of building stone houses; formation of the numerical composition of units and brigades; duration of the process

Стаття надійшла до редакції 13.12.2022