

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до проведення практичного заняття та організації самостійної роботи на тему

**«Розрахунок потокової організації робіт із цегляної кладки стін
житлового будинку»**

з навчальної дисципліни

«ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної
форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2025

Методичні рекомендації до проведення практичного заняття та організації самостійної роботи на тему «Розрахунок потокової організації робіт із цегляної кладки стін житлового будинку» з навчальної дисципліни «Технологія будівельного виробництва» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. С. В. Бутнік, І. В. Говоруха, А. І. Алейнікова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 14 с.

Укладачі: канд. техн. наук, доц. С. В. Бутнік,
канд. техн. наук, доц. І. В. Говоруха,
д-р техн. наук, доц. А. І. Алейнікова

Рецензент

М. Н. Джалалов, кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівельного виробництва Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою технології та організації будівельного виробництва, протокол № 14 від 22.11.2024.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 ВИХІДНІ ДАНІ.....	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ.....	5
3 РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧ.....	5
3.1 Розрахунок обсягів робіт.....	5
3.2 Визначення трудомісткості робіт.....	6
3.3 Визначення ритму потоку цегляної кладки.....	6
3.4 Розбивка захватки на ділянки.....	8
3.5 Графік потокового виконання робіт.....	9
3.6 Техніко-економічні показники.....	10
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	13

ВСТУП

Мета заняття – визначення обсягу, трудомісткості робіт із цегляної кладки стін житлового будинку, складання графіка потокового виконання робіт щодо зведення п'ятого поверху будинку.

Кам'яні роботи – давня будівельна технологія, яка супроводжує людство тисячі років. Від первісного житла до величних пірамід і сучасних будівель – камінь завжди був основним матеріалом будівництва.

На сьогодні близько 40 % будівель і споруд зводяться з традиційних дрібноштучних кам'яних матеріалів, насамперед, із цегли. Для виробництва цегли використовується доступна місцева сировина.

Цегла досить міцна, довговічна, має високі технологічні властивості, із цегли можна зводити різноманітні за архітектурною виразністю будівлі.

Основна особливість зведення багатоповерхових будинків і будівель з цегляними стінами полягає у поєднанні виконання монтажних та кам'яних робіт. Обидва ці процеси тісно пов'язані і можуть виконуватися паралельно або з деяким інтервалом у часі.

Зведення цегляних будівель потрібно здійснювати лише потоковим методом, що передбачає розподіл будівлі на кілька однакових за трудомісткістю захваток.

1 ВИХІДНІ ДАНІ

1. Кількість поверхів будинку – 5.
2. Кількість секцій – 4 (рис. 3,1).
3. Поверх, що зводиться – 5-й.
4. Висота поверху (від підлоги до підлоги) – $H = 3$ м.
5. Кладка стін під штукатурку.
6. Товщина стін: зовнішньої (середньої складності) – 2 цегли (51 см); внутрішніх (проста кладка) – 1,5 і 1 цегла (38 і 25 см)
7. Для подачі матеріалів встановлений баштовий кран вантажопідйомністю 1,5–3 т.
8. Розчин вапняно-цементний.

2 ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Під час розв'язання задачі необхідно:

1. Розрахувати обсяги робіт.
2. Визначити трудомісткість робіт.
3. Визначити ритм потоку цегляної кладки.
4. Визначити розміри ділянок та їх положення на захватці.
5. Скласти графік потокового виконання робіт щодо зведення п'ятого поверху.

3 РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ

3.1 Розрахунок обсягів робіт

Обсяг цегляної кладки розраховується окремо для кладки простої та середньої складності. Із усього обсягу кладки вилючають віконні та дверні прорізи. Розрахунок обсягів робіт рекомендується вести у вигляді відомості за такою формою (табл. 3.1).

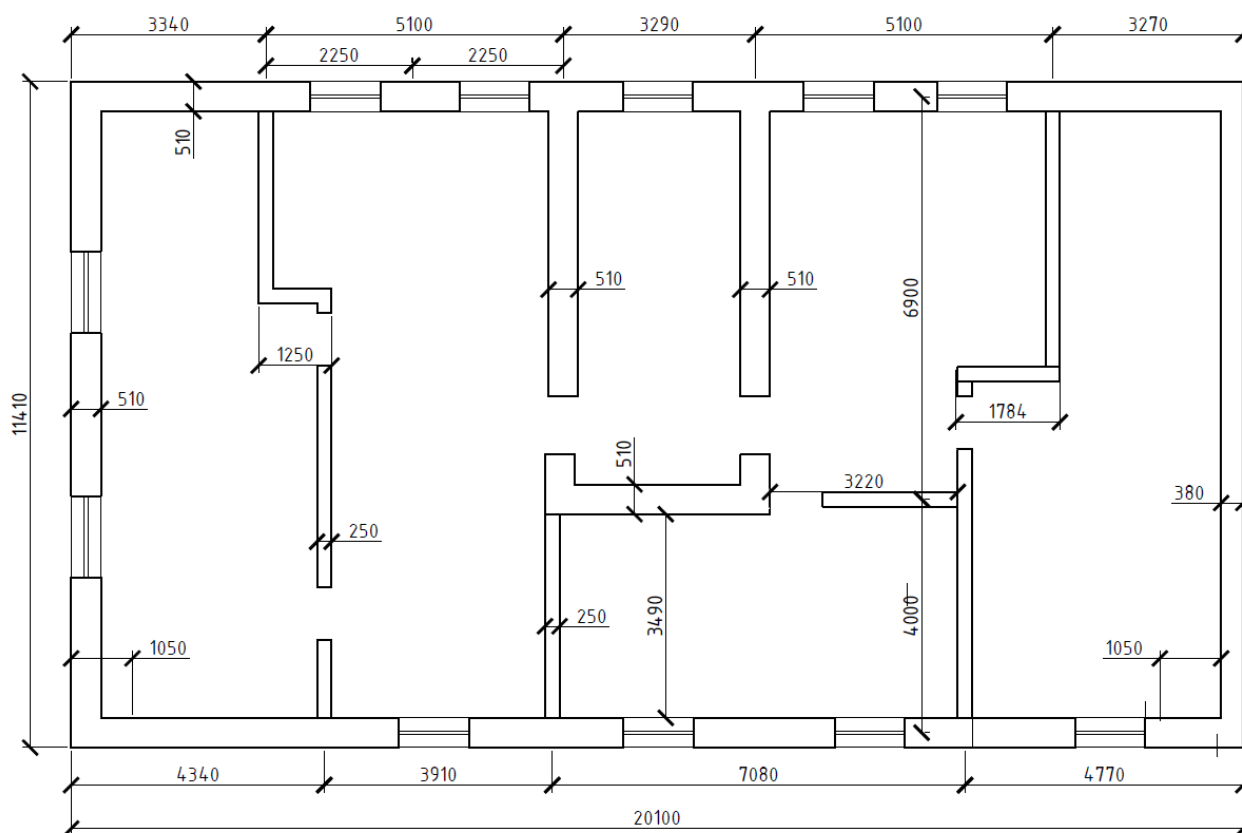


Рисунок 3.1 – План захватки

Таблиця 3.1 – Обсяги робіт

Найменування та характеристика робіт	Площа стін, м ²	Площа прорізів, м ²		Площа стін, крім прорізів, м ²	Обсяг кладки, м ³
		вікна	двері		
Кладка зовнішніх стін (51 см)					223,80
Кладка внутрішніх стін (38 см)					123,87
Кладка внутрішніх стін (25 см)					58,60
Всього					406,27

3.2 Визначення трудомісткості робіт

Хід роботи:

а) монтаж збірних залізобетонних конструкцій (плити перекриття, сходові майданчики і марші) на один поверх; трудомісткість – 68 люд.-зм., машиномісткість – 10,2 маш.-зм. (умовно);

б) монтаж віконних перемичок на один поверх; трудомісткість – 4,6 люд.-зм.; машиноємність – 0,7 маш.-зм.;

в) заливання швів між плитами перекриття на один поверх – 3,8 люд. -зм.;

г) трудомісткість кладки для стін товщиною 25 см, звичайна під штукатурку (ГН 3-3.1 табл. 3), $N_{ч} = 5,6$ люд.-год/м³; те саме для стін товщиною 38 см, звичайна під штукатурку – 4,1 люд.-год/м³, для стін товщиною 51 см, середньої складності під штукатурку – 4,4 люд.-год./м³.

Загальна трудомісткість.

$$Q = (223,8 \times 4,4) + (123,87 \times 4,1) + (58,6 \times 5,6) = 984,72 + 507,87 + 328,16 = 1\,820,75 \text{ люд.-год.}$$

При восьмигодинній робочій зміні

$$Q = 1\,820,75 / 8,2 = 222,04 \text{ люд.-зм.};$$

д) трудомісткість установки риштування (ГН 3-21.1, табл. 2):

– для стін завтовшки 25 і 38 см $N_{ч} = 1,74$ люд.-год та $N_{чм} = 0,58$ маш.-год;

– для стін завтовшки 51 см 1,44 люд.-год. та $N_{чм} = 0,48$ маш.-год. Норми надані із розрахунку на 10 м³ кладки.

$$Q = (22,38 \times 1,44) + (12,387 \times 1,74) + (5,86 \times 1,74) = 32,22 + 21,55 + 10,19 = 63,96 \text{ люд.-год.} = 7,8 \text{ люд.-зм.}$$

3.3 Визначення ритму потоку цегляної кладки

Для подавання матеріалів (цегли, розчину і збірних конструкцій) застосовують баштовий кран. Коли процес механізований, то ритм потоку визначається за машиноємністю.

Ритм потоку визначається продуктивністю прийнятого баштового крана вантажопідйомністю 1,5–3,0 т при зведенні поверху.

1 м³ цегляної кладки вміщує 380 шт. цегли і 0,25 м³ розчину. Знаючи загальний обсяг цегляної кладки (табл. 3.1), можна визначити загальну потребу у цеглі та розчині.

Для зведення стін 5-го поверху потрібно підняти: цегли – $406,2 \times 380 = 154\,382$ шт., розчину – $406,2 \times 0,25 = 101,5$ м³.

Баштовий кран за один підйом подає два піддони по 200 шт. у кожному, що становить $2 \times 200 \times 3,5 = 1\,400$ кг = 1,4 т.

Розчин подається в бункері ємністю 0,75 м³, об'ємна маса розчину – $2\,000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, тоді маса одного підйому

$$P = 0,75 \times 2\,000 = 1\,500 \text{ кг} = 1,5 \text{ т.}$$

Підйом матеріалів на висоту 14 м нормується згідно з [2].

Підйом розчину в бункері ємністю 0,75 м³ на висоту до 12,0 м потребуватиме 0,11 маш.-год. та на наступні 2,0 м – 0,019 маш.-год, всього $0,11 + 0,019 = 0,129 \sim 0,13$ маш.-год. (ЕНіР п.1 б: табл. 2, № 22 а, б).

Підйом цегли (у двох піддонах за один підйом по 200 шт. цегли в кожному) на 1 тис. шт, на висоту 12,0 м – 0,22 маш.-год. і на наступні 2 м – 0,029 маш.-год.

Загальні витрати маш.-год. на підйом 1 тис. шт. цегли складають $0,22 + 0,029 = 0,249$ маш.-год.

Загальна машиноємність підйому матеріалів (цегли та розчину) на 5-й поверх складе:

$$M_{\text{заг}} = M_{\text{ц}} + M_{\text{р}} = 154,382 \times 0,249 + 101,5 \times 0,13 = 56,885 \text{ маш.-год.}$$

Потрібно додати витрати машинного часу на підйом перемичок 0,7 маш.-год і 20 % від загальної машиноємності на підйом підмосток, що складе $56,885 \cdot 0,2 = 11,38$ маш.-год, тоді повна машиноємність складатиме:

$$M_{\text{пов}} = 56,885 + 0,7 + 11,38 = 68,965 \text{ маш.-зм. або } 8,62 \text{ маш.-зм.}$$

$$M_{\text{пов}} = 57,2 + 0,7 + 11,44 = 69,34 \text{ маш.-год. або } 8,67 \text{ маш.-зм.}$$

Приймаємо $M_{\text{пов}} = 8$ маш.-зм., а при однозмінній роботі – 8 днів.

На поверсі чотири секції, кладка ведеться у два яруси, за захватку приймаємо ярус секції, тоді ритм потоку

$$K = \frac{M_{\text{пов}}}{m_c \cdot \alpha} = \frac{8}{4 \cdot 2} = 1 \text{ дн. (зміна),}$$

де K – ритм потоку цегляної кладки (тривалість кладки на захватці);

m_c – кількість секцій на поверсі;

α – кількість ярусів.

При однозмінній організації цегляних робіт ритм дорівнює одній зміні.

3.4 Розбивка захватки на ділянки

Ділянка розраховується за умови безперервності роботи ланки протягом усього ритму (в цьому завданні $K = 1$ зміна).

Ланкою «двійка» доцільно вести цегляну кладку стін з великою кількістю архітектурних деталей або отворів, кладку стовпів, стін завтовшки 250–120 мм та перегородок. Ланкою «трійка» зручно вести цегляну кладку стін завтовшки в 2 цеглини (510 мм).

Розрахунок однорідних ділянок проводиться за умови рівності трудомісткості та фонду часу ланки, тобто за рівнянням

$$l \cdot b \cdot h_{\text{пр}} \cdot N_{\text{вр}} = N \cdot T_{\text{см}} \cdot K \cdot K_{\text{п}}$$

або

$$l = \frac{N \cdot T_{\text{зм}} \cdot K \cdot K_{\text{п}}}{b \cdot h_{\text{пр}} \cdot N_{\text{ч}}}$$

де N – склад ланки мулярів;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, год;

b – товщина стіни, см;

$h_{\text{пр}}$ – приведена висота ярусу;

$N_{\text{вр}}$ – норма часу, люд.-год.

Для стін у дві цеглини (51 см) із прорізами під штукатурку довжина ділянки

$$l_1 = \frac{3 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1,2}{0,51 \cdot 1,0 \cdot 4,4} = 12,83 \text{ м}$$

де $h_{\text{пр}}$ – наведена висота ярусу 1,0 м, кладка ведеться у два яруси із застосуванням риштовань. Склад ланки мулярів – 3 людини.

Для стін у півтори цеглини (380 см) склад ланки – 2 людини.

$$l_2 = \frac{2 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1,2}{0,38 \cdot 1,0 \cdot 4,1} = 12,32 \text{ м}$$

Для стін в одну цеглину (250 мм) склад ланки – 2 людини.

$$l_3 = \frac{2 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 1,2}{0,25 \cdot 1,0 \cdot 5,6} = 13,71 \text{ м}$$

Розбивка захватки на ділянки (див. рис. 3.2):

1-ша ділянка $l = 13,0$ м ($b = 51$ см, склад ланки – 3 людини).

2-га ділянка $l = 13,0$ м ($b = 51$ см, склад ланки – 3 людини).

3-тя ділянка $l = 13,0$ м ($b = 51$ см, склад ланки – 3 людини).

4-та ділянка $l = 13,0$ м ($b = 51$ см, склад ланки – 3 людини).

5-та ділянка $l = 13,0$ м ($b = 51$ см, склад ланки – 3 людини).

6-та ділянка $l = 13,0$ м ($b = 38$ см, склад ланки – 2 людини).

7-ма ділянка $l = 13,0$ м ($b = 25$ см, склад ланки – 2 людини).

8-ма ділянка $l = 13,0$ м ($b = 25$ см, склад ланки – 2 людини).

Таким чином, кількість мулярів у бригаді становитиме 21 людину.

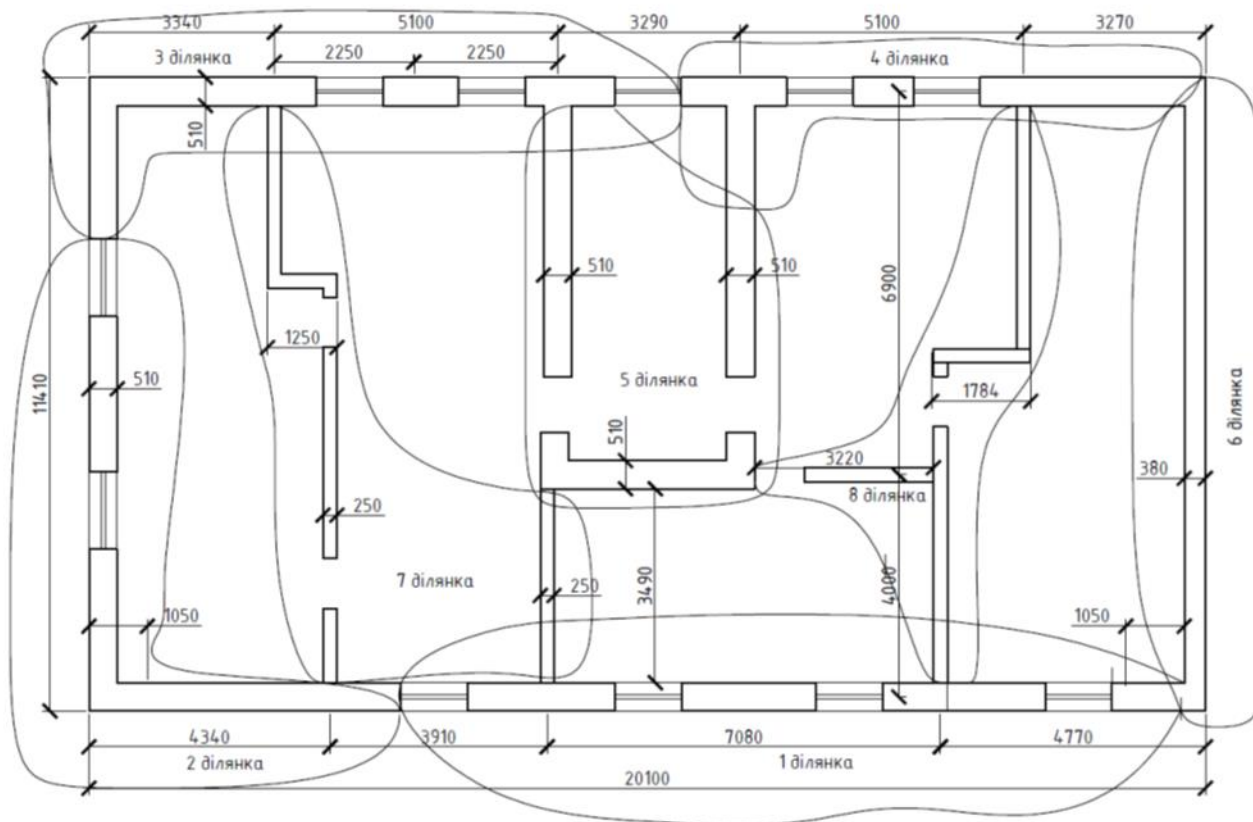


Рисунок 3.2 – Розбивка захватки на ділянки

У разі появи змішаної ділянки її розмір визначається з рівняння

$$l_1^{\text{ЗМ}} \cdot b_1 \cdot h_{\text{пр}} \cdot N_{\text{ч1}} + l_2^{\text{ЗМ}} \cdot b_2 \cdot h_{\text{пр}} \cdot N_{\text{ч2}} = N \cdot T_{\text{ЗМ}} \cdot K \cdot K_{\text{п}}$$

У такому випадку один зі складників рівняння під час розбивки захватки на ділянці завжди буде відомий.

3.5 Графік потокового виконання робіт

Графік потокового виконання цегляної кладки стін 5-го поверху чотирьохсекційного житлового будинку розробляється на підставі прийнятих рішень і проведених розрахунків (табл. 3.2).

Зведення стін поверху може здійснюватися шляхом застосування чотирьох елементарних потоків:

- 1 – цегляна кладка стін;
- 2 – влаштування риштовань та встановлення віконних блоків;
- 3 – транспортування матеріалів (піднімання цегли та розчину);
- 4 – монтаж плит перекриття, сходових маршів і майданчиків.

Можна поєднати 2-й і 3-й потоки.

Як захватка використовується ярус секції і ритм потоку, при однозмінній роботі дорівнює одному дню.

У першу зміну виконуються 1–3-й елементарні потоки, а монтаж конструкції ведеться у другу та третю зміни.

Зведення стін поверху здійснюється рівноритмічним спеціалізованим потоком, у якому провідним елементарним потоком є цегляна кладка. Ритму цегляної кладки підпорядковані тривалості всіх складових потоків.

Кількість робітників за зміну для виконання елементарних потоків визначається під час розроблення графіка зі співвідношення їх трудомісткості та тривалості при рівноритмічному виконанні на захватках:

$$N = \frac{Q_{\text{пов}}}{T_{\text{пов}} \times K_{\text{п}}} \text{ або } N = \frac{Q_{\text{захв}}}{K \times K_{\text{п}}},$$

де $Q_{\text{пов}}$, $Q_{\text{захв}}$ – трудомісткості елементарного потоку відповідно до поверху й захватки, люд.-змін;

$T_{\text{пов}}$ – тривалість зведення поверху ($M_{\text{пов}}$);

K – ритм потоку, змін;

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт скорочення норм часу.

Використовуючи ці залежності під час побудови графіка визначають кількість робітників кожної спеціальності.

На підставі розрахунків визначили такий склад комплексної бригади для зведення стін житлового будинку:

мулярі – 21 людина;

теслярі – 2 людини;

такелажники – 2 людини;

машиністи – 3 людини;

монтажник – 16 людей.

Усього – 44 людини.

Ув'язка елементарних потоків може бути здійснена за допомогою лінійного графіка або циклограми.

3.6 Техніко-економічні показники

Для оцінки запроєктованого потокового виконання робіт із цегляної кладки визначаються такі техніко-економічні показники:

1. Тривалість робіт.
2. Питома трудомісткість.
3. Виробіток.

Тривалість робіт визначають із графіка виконання робіт (табл. 3.2).
 $T = 10$ дн.

Таблиця 3.2 – Графік виконання робіт для зведення однієї секції

Найменування елементарних потоків	Од. виміру	К-ть на поверсі	Трудомісткість, люд.-зм.		Тривалість, дн.	Ланки робітників		Робочі дні											
			норм.	прийн.		Спеціальність	К-ть людей на один день	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Цегляна кладка стін	м ³	406,3	168,6	112	8	Мулярі	14												
2. Влаштування риштовань і установка віконних блоків	м ³	406,3	21,8 (6,8 + + 15,0)	16	8	Теслярі	2												
3. Транспортування матеріалів (підйом цегли та розчину	тис. шт., м ³	154,382 101,5	26 (8,67+ + 3)	24	8	Машиністи-такелажники	12												
4. Монтаж будівельних конструкцій	люд.-зм., маш.-зм.		68 10,2	64 8	4 (2-га і 3-тя зміни)	Машиністи-монтажники	16												
Σ = 224 люд.-зм.																			

Питому трудомісткість розраховують за формулою

$$q = \frac{\sum Q}{V}, \quad (3.1)$$

де $\sum Q$ – загальні витрати праці, люд.-зм.;

V – обсяг робіт (залізобетону в ділі), м³.

$$q = \frac{224}{406,27} = 0,551 \text{ люд. -зм/м}^3$$

До обсягу робіт входить об'єм цегляної кладки (табл. 3.1).

Загальні витрати праці $\sum Q$ визначаються за таблицею 3.2 (колонка б) з урахуванням заданої кількості поверхів:

– виробіток (B) на одного робітника за зміну у фізичному вираженні, м³/люд.-дні;

$$B = \frac{V}{\sum Q} \quad (3.2)$$

$$B = \frac{406,27}{224} = 1,81 \frac{\text{м}^3}{\text{люд. -зм.}}$$

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Технологія будівельного виробництва : підручник / В. К. Черненко, М. Г. Єрмоленко, Г. М. Батура та ін. ; за ред. В. К. Черненка, М. Г. Єрмоленка. – Київ : Вища школа, 2002. – 430 с.

2. Галузеві норми часу на будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи : збірник ГНЗ «Кам'яні роботи». – Чинний від 2005– 12–02. – Київ : УкрНДЦ «Екобуд», 2006. – 68 с.

Електронне навчальне видання

Методичні рекомендації
до проведення практичного заняття та організації самостійної роботи на тему
**«Розрахунок потокової організації робіт із цегляної кладки стін
житлового будинку»**

з навчальної дисципліни

«ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА»

*(для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної та заочної
форм навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія)*

Укладачі: **БУТНІК** Світлана Володимирівна,
ГОВОРУХА Інна Вікторівна,
АЛЕЙНІКОВА Алевтина Ігорівна

Відповідальний за випуск *І. В. Шумаков*

Редактор *О. А. Норик*

Комп'ютерне верстання *І. В. Говоруха*

План 2025, поз. 77М

Підп. до друку 30.06.2025. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 0,8.

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Черноглазівська (Маршала Бажанова), 17, Харків, 61002.
Електронна адреса: office@kname.edu.ua.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 5328 від 11.04.2017.