

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

**ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЕТОНУВАННЯ
ВЕРТИКАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ
МОНОЛІТНОГО БУДИНКУ**

Методичні вказівки
до виконання розрахунково-графічної роботи
з дисципліни «Інноваційні технології інженерного проектування»
для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Київ 2020

УДК 693.54

П78

Укладачі: Є. Г. Романушко, канд. техн. наук, професор;

В. А. Басараб, канд. техн. наук, доцент

Рецензент О. Ф. Осипов, д-р. техн. наук, професор

Відповідальний за випуск Г. М. Тонкачєєв, д-р техн. наук,
професор

*Затверджено на засіданні кафедри технології будівельного
виробництва, протокол № 9 від 20 березня 2019 року.*

В авторській редакції.

Проектування технології бетонування вертикальних
П78 конструкцій монолітного будинку: методичні вказівки до виконання
розрахунково-графічної роботи / уклад. : Є. Г. Романушко,
В. А. Басараб. – Київ: КНУБА, 2020. – 20 с.

Наведено методику використання програмного забезпечення для
проектування технологічного процесу виконання бетонних робіт.

Призначено для студентів спеціальності 192 «Будівництво та
цивільна інженерія».

© КНУБА, 2020

ЗМІСТ

Загальні положення.....	4
1. Характеристика конструкції будівлі та аналіз даних	4
2. Постановка завдання.....	5
3. Розробка обчислювальних програм	6
4. Побудова графіків залежності технологічних параметрів.....	13
5. Вказівки до виконання робіт.....	15
Список літератури	16
Додатки.....	17

Загальні положення

Методичні вказівки призначені для виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Інноваційні технології інженерного проектування», яку виконують в 10-му (денна форма навчання) та 12-му (заочна форма навчання) семестрі студенти (магістри) спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

Мета розрахунково-графічної роботи – ознайомлення студентів з визначенням раціональних технологій багатоваріантного технологічного процесу на основі застосування програмного забезпечення технологічного проектування на прикладі бетонування вертикальних конструкцій монолітного будинку.

У рекомендаціях викладено необхідну інформацію про склад роботи та методику її виконання, вимоги щодо оформлення, наведено довідкову та нормативну інформацію.

Розрахунково-графічну роботу виконують у вигляді рукопису (формату А-4) на основі виданого та затвердженого викладачем «Завдання» (див. дод. 1). Заповнювати бланк завдання студент може самостійно за номером залікової книжки та номером у списку групи, використовуючи вихідні дані, що наведені в дод. 2. Керівник за необхідності вносить корективи та доповнення до завдання.

Розрахунково-графічна робота включає наступні розділи:

1. Характеристика конструкції будівлі та аналіз даних.
2. Постановка задачі.
3. Розробка обчислювальних програм.
4. Побудова графіків залежностей технологічних параметрів.
5. Висновки та рекомендації.
6. Список використаних джерел.

Зразок оформлення титульного листа наведено в дод. 3.

1. Характеристика конструкції будівлі та аналіз даних

До початку виконання технологічного проектування вивчають об'єкт і умови виконання робіт, можливості застосування тих чи інших методів та засобів їх виконання. Для цього згідно із завданням наводять схему захватки бетонування вертикальних конструкцій будинку.

У процесі будівельно-технологічного аналізу визначають розміри колон, стін монолітних конструкцій та їх кількість на захватці, можливості застосування видів опалубки та підмостків, метод бетонування та ущільнення бетонної суміші.

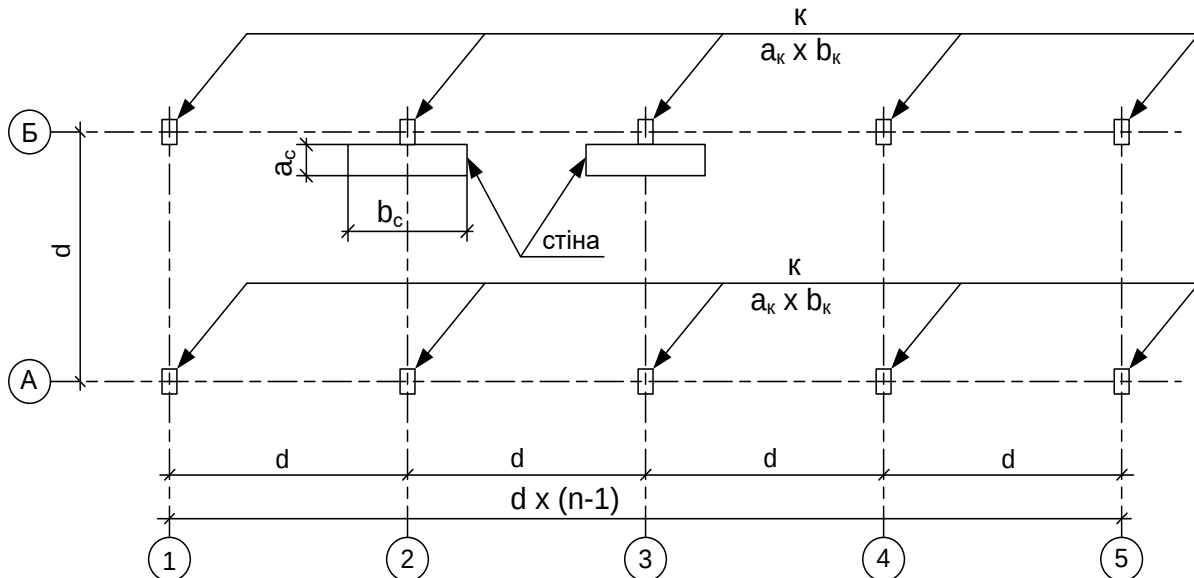


Рис. 1. Схема захватки

2. Постановка завдання

Метою поданої роботи є визначення раціональної кількості робітників та засобів підмощування під час бетонування вертикальних монолітних конструкцій, порівнянням таких критеріїв як собівартість будівництва та його трудомісткість.

На основі об'ємно-планувальних і конструктивних рішень будівлі вибирають технологічні рішення щодо виконання бетонних робіт, які включають питання організації, механізації, послідовності, параметрів і режимів виконання окремих процесів та операцій. Водночас необхідно керуватись вимогами, що викладені у ДБН А.3.1-5:2016 [1] та ДБН А.3.2-2-2009 [2].

Під час вибору методів зведення несучих і огорожувальних конструкцій враховують дотримування наступних принципів організації робіт:

- будівельні процеси виконують потоковим методом за допомогою комплекту машин і механізмів, що узгоджені між собою за продуктивністю;
- ухвалені методи зведення відповідають вимогам з охорони праці та навколишнього середовища;
- під час зведення монолітних вертикальних конструкцій застосовують щитову опалубку;
- риштування для розташування робітників під час бетонування конструкцій переставні або навісні;
- укладання бетонної суміші виконують традиційним методом – пошарово;
- засоби для ущільнення бетонної суміші – глибинні ручні вібратори;
- для подавання та укладання бетонної суміші застосовують кран-башню.

3. Розроблення обчислювальних програм

Для проведення вирахування параметрів багатоваріантних технологічних задач застосуємо сучасне програмне забезпечення Fortran.

З метою вивчення написання обчислювальних технологічних програм складаємо послідовно, зі зростанням складності, програми: для визначення обсягів монолітних робіт; обсягів робіт та часу для бетонування конструкцій; визначення трудомісткості та собівартості бетонування; для визначення загальних характеристик процесу бетонування.

Для вирішення поставленої задачі визначаємо умовні позначення:

V_k – товщина колони, (м);

D_k – ширина колони, (м);

V_c – ширина стіни, (м);

D_k – довжина стіни, (м);

H_k – висота конструкції, (м);

N_k – кількість колон, (шт);

N_c – кількість стін, (шт);

V_k – об'єм колон, (м³);

V_c – об'єм стін, (м³);

V_{kc} – об'єм стін і колон разом, (м³);

T_1 – час завантаження бадді, (хв);
 T_2 – час розвантаження бадді, (хв);
 T_3 – час вібрування, (хв);
 T_4 – час переміщення бадді, (хв);
 T_5 – час переміщення підмостей, (хв);
 T_6 – час бетонування, (хв);
 V_b – об'єм бадді, (м³);
 H_b – товщина шару бетонування, (м);
 NZR – кількість робітників які задіяні на розвантаженні, (чол);
 NR – кількість робітників на ланці бетонування, (чол);
 $NRZB$ – кількість ланок, (шт);
 NR_b – кількість робітників на об'єкті, (чол);
 Zp_1 – заробітна плата, (грн);
 D_{ok} – вартість продукції, (грн);
 P_m – зміна собівартості;
 Q_p – трудомісткість виконання роботи, (люд·год);
 C_p – собівартість продукції, (грн).

Формалізуємо визначення обчислювальних параметрів:

- визначаємо об'єм бетонної суміші для колон

$$V_k = B_k \cdot D_k \cdot H_k \cdot N_k; \quad (3.1)$$

- визначаємо об'єм бетонної суміші для стін

$$V_c = B_c \cdot D_c \cdot H_c \cdot N_c; \quad (3.2)$$

- загальний об'єм бетонної суміші (стін і колон)

$$V_{kc} = V_k + V_c; \quad (3.3)$$

- час бетонування всіх вертикальних елементів (год)

$$T_k = (T_1 \cdot (V_{kc} / V_b) + (T_2 + T_3 + T_4) \cdot N_k \cdot H_k / H_b + T_5 \cdot N_k + (T_2 + T_6 + T_4) \cdot N_c \cdot H_c / H_b + (T_5 \cdot N_c)) / 60; \quad (3.4)$$

- трудомісткість процесу

$$Q_p = T_k \cdot NZR \cdot NR; \quad (3.5)$$

- собівартість процесу

$$C_p = Q_p \cdot Zp_1 / (24 \cdot 8) + NRZB \cdot D_{ok} \cdot P_m. \quad (3.6)$$

Складаємо алгоритм виконання розрахунків (рис. 2).

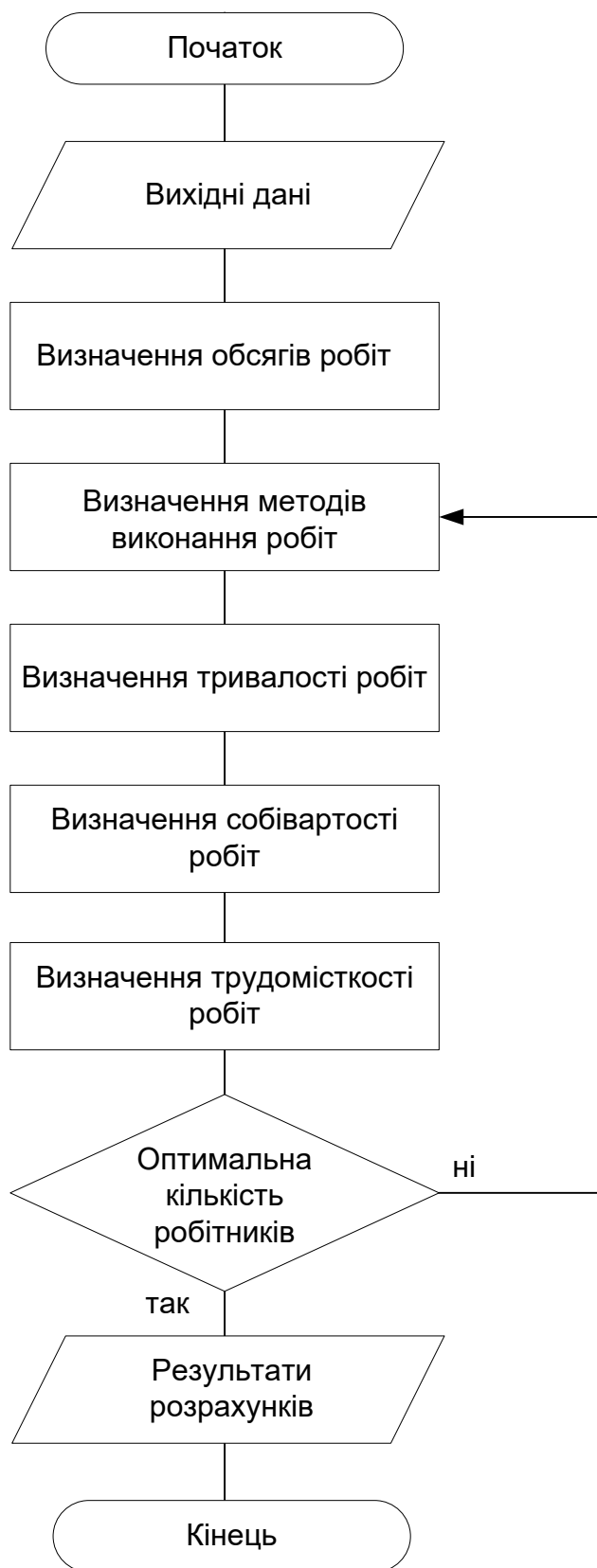


Рис. 2. Алгоритм виконання розрахунків

Зразок програми для визначення необхідних обсягів матеріалу (бетонної суміші) для виконання монолітних робіт, а також результати розрахунку показано на рис. 3, 4.

Програму для визначення обсягів монолітних робіт і часу, необхідних для бетонування всіх вертикальних елементів, а також результати розрахунку наведено на рис. 5, 6.

```

1 PROGRAM MONOLIT
2
3 REAL Bk, Dk, Bc, Dc, HK, Vk, Vc
4 INTEGER Nk, Nc
5 Bk=0.4
6 Dk=0.5
7 Bc=0.8
8 Dc=4.0
9 HK=3.9
10 Nk=14
11 Nc=2
12 Vk=Bk*Dk*HK*Nk
13 Vc=Bc*Dc*HK*Nc
14 Vkc=Vk+Vc
15
16 OPEN(5, FORM='FORMATTED', FILE='REZ1.txt')
17 WRITE(5, 10) Vk, Vc, Vkc
18 10 FORMAT('Vk=', F6.2, 1x, 'Vc=', F6.2, 1x, 'Vkc=', F6.2 )
19
20 end PROGRAM MONOLIT
21

```

Рис. 3. Програма для визначення обсягів монолітних робіт

```

Vk= 10.92 Vc= 24.96 Vkc= 35.88

```

Рис. 4. Результати розрахунку

```

1 PROGRAM MONOLIT
2 DIMENSION REZ (2)
3 REAL Bk,Dk,Bc,Dc,HK,Vk,Vc,T1,T2,T3,T4,T5,T6,Vkc,TK
4 INTEGER Nk,Nc
5 Bk=0.4
6 Dk=0.5
7 Bc=0.8
8 Dc=4.0
9 HK=3.9
10 Nk=14
11 Nc=2
12
13 T1=5
14 T2=3
15 T3=1
16 T4=1
17 T5=15
18 Vb=1.0
19 Hb=0.3
20 Vk=Bk*Dk*HK*Nk
21 Vc=Bc*Dc*HK*Nc
22 Vkc=Vk+Vc
23
24 T6=T3*Dc/0.8
25 TK=(T1*(Vkc/Vb)+(T2+T3+T4)*Nk*HK/Hb+T5*Nk+(T2+T6+T4)*Nc*HK/Hb+
26 \T5*Nc)/60
27
28
29 OPEN(5,FORM='FORMATTED',FILE='REZ2.txt')
30 WRITE(5,10)Vk,Vc,Vkc,TK
31 10 FORMAT("Vk=",F6.2,1x,"Vc=",F6.2,1x,"Vkc=",F6.2,1x,"TK=",F8.2)
32
33 end PROGRAM MONOLIT
34

```

Рис. 5. Визначення необхідних обсягів робіт та часу для бетонування

```

REZ2.txt - Блокнот
Файл  Редагування  Формат  Вигляд  Довідка
Vk= 10.92 Vc= 24.96 Vkc= 35.88 TK= 26.06

```

Рис. 6. Результати розрахунку

Визначення трудомісткості та собівартості процесів наведено на рис. 7, 8.

```

1 | PROGRAM MONOLIT
2 | DIMENSION REZ (2)
3 | REAL Bk,Dk,Bc,Dc,HK,Vk,Vc,T1,T2,T3,T4,T5,T6,Vkc,TK,Zp1,DoK,Pm,Qp,
4 | \Cp
5 | INTEGER Nk,Nc,NZR,NRZB,NR
6 | Bk=0.4
7 | Dk=0.5
8 | Bc=0.8
9 | Dc=4.0
10 | HK=3.9
11 | Nk=14
12 | Nc=2
13 |
14 | T1=5
15 | T2=3
16 | T3=1
17 | T4=1
18 | T5=15
19 | Vb=1.0
20 | Hb=0.3
21 |
22 | NZR=2
23 | NRZB=1
24 | NR=2
25 |
26 | Zp1=10000.0
27 | DoK=26.29
28 | Pm=0.3
29 |
30 | Vk=Bk*Dk*HK*Nk
31 | Vc=Bc*Dc*HK*Nc
32 | Vkc=Vk+Vc
33 | T6=T3*Dc/0.8
34 |
35 | TK=(T1*(Vkc/Vb)+(T2+T3+T4)*Nk*HK/Hb+T5*Nk+(T2+T6+T4)*Nc*HK/Hb+
36 | \T5*Nc)/60
37 |
38 | Qp = TK*NZR*NR
39 | Cp = Qp* Zp1/(24*8) + NRZB*DoK*Pm
40 |
41 |
42 | OPEN (5,FORM='FORMATTED',FILE='REZ3.txt')
43 | WRITE (5,10)Vk,Vc,Vkc,TK,Qp,Cp
44 | 10 FORMAT ("Vk=",F6.2,1x,"Vc=",F6.2,1x,"Vkc=",F6.2,1x,"TK=",F8.2,1x,
45 | \ "Qp=",F8.2,1x,"Cp=",F8.2)
46 | end PROGRAM MONOLIT
47 |

```

Рис. 7. Визначення трудомісткості та собівартості бетонування

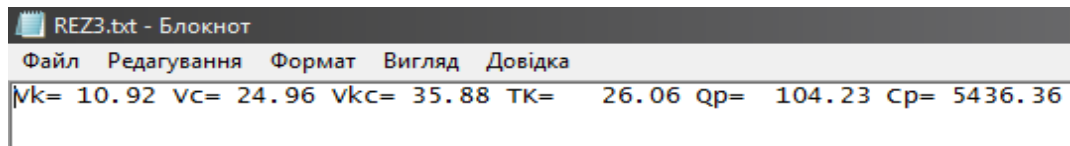


Рис. 8. Результати розрахунку

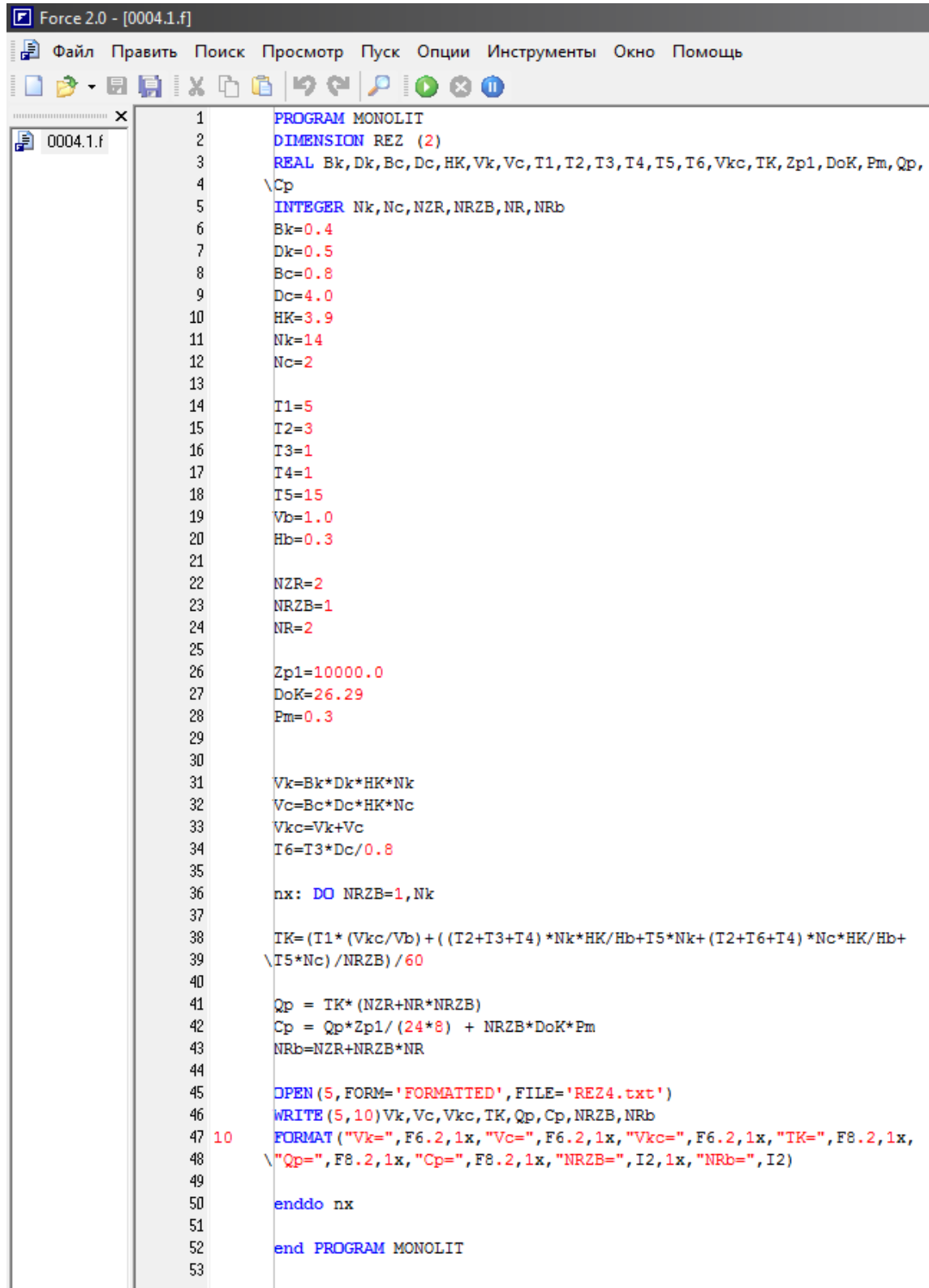


Рис. 9. Програма для визначення загальних характеристик процесу бетонування

РЕЗ4.txt - Блокнот											
Файл Редагування Формат Вигляд Довідка											
Vk=	10.92	Vc=	24.96	Vkc=	35.88	TK=	26.06	Qp=	104.23	Cp=	5436.36 NRZB= 1 NRb= 4
Vk=	10.92	Vc=	24.96	Vkc=	35.88	TK=	14.52	Qp=	87.14	Cp=	4554.32 NRZB= 2 NRb= 6
Vk=	10.92	Vc=	24.96	Vkc=	35.88	TK=	10.68	Qp=	85.43	Cp=	4473.20 NRZB= 3 NRb= 8
Vk=	10.92	Vc=	24.96	Vkc=	35.88	TK=	8.76	Qp=	87.57	Cp=	4592.31 NRZB= 4 NRb=10
Vk=	10.92	Vc=	24.96	Vkc=	35.88	TK=	7.60	Qp=	91.24	Cp=	4791.52 NRZB= 5 NRb=12
Vk=	10.92	Vc=	24.96	Vkc=	35.88	TK=	6.83	Qp=	95.68	Cp=	5030.77 NRZB= 6 NRb=14
Vk=	10.92	Vc=	24.96	Vkc=	35.88	TK=	6.29	Qp=	100.56	Cp=	5292.91 NRZB= 7 NRb=16
Vk=	10.92	Vc=	24.96	Vkc=	35.88	TK=	5.87	Qp=	105.72	Cp=	5569.35 NRZB= 8 NRb=18
Vk=	10.92	Vc=	24.96	Vkc=	35.88	TK=	5.55	Qp=	111.06	Cp=	5855.32 NRZB= 9 NRb=20
Vk=	10.92	Vc=	24.96	Vkc=	35.88	TK=	5.30	Qp=	116.53	Cp=	6147.97 NRZB=10 NRb=22
Vk=	10.92	Vc=	24.96	Vkc=	35.88	TK=	5.09	Qp=	122.09	Cp=	6445.47 NRZB=11 NRb=24
Vk=	10.92	Vc=	24.96	Vkc=	35.88	TK=	4.91	Qp=	127.72	Cp=	6746.61 NRZB=12 NRb=26
Vk=	10.92	Vc=	24.96	Vkc=	35.88	TK=	4.76	Qp=	133.40	Cp=	7050.55 NRZB=13 NRb=28
Vk=	10.92	Vc=	24.96	Vkc=	35.88	TK=	4.64	Qp=	139.13	Cp=	7356.70 NRZB=14 NRb=30

Рис. 10. Результати розрахунку

Програму для визначення загальних характеристик процесу бетонування (обсяг монолітних робіт, час бетонування елементів, собівартість і трудомісткість, кількість ланок і кількість робітників), а також результати розрахунку наведено на рис. 9, 10.

4. Побудова графіків залежності технологічних параметрів

Для проведення аналізу залежності технологічних параметрів і вибору на їх основі раціональних технологічних рішень виконання будівельних робіт, будують графіки залежностей із застосуванням програми AGrapherSetup. Крім цього для побудови графіків також можливо використати будь-який доступний пакет програм (наприклад Excell, Mathcad та ін.).

Побудову графіків за результатами розрахунків наведено на рис. 11, 12.

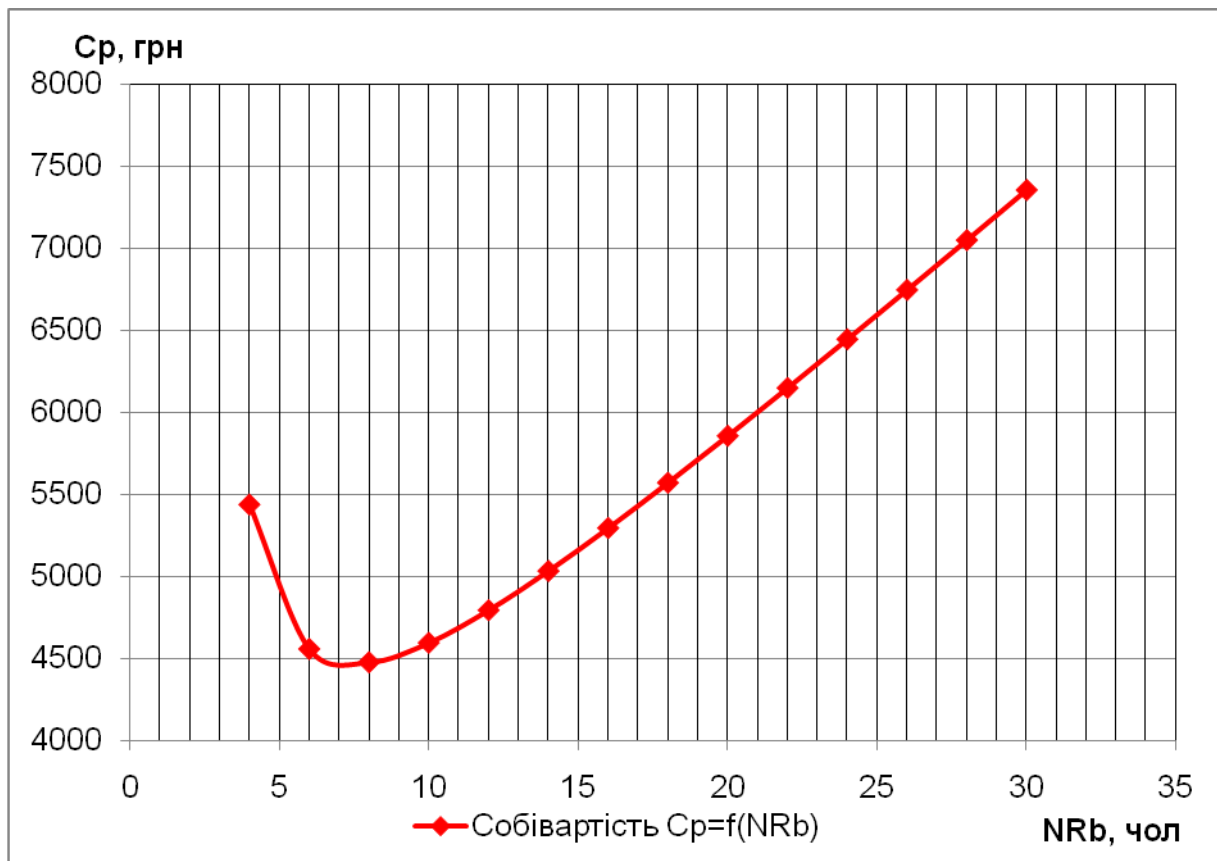


Рис. 11. Графік залежності собівартості бетонних робіт від кількості робітників

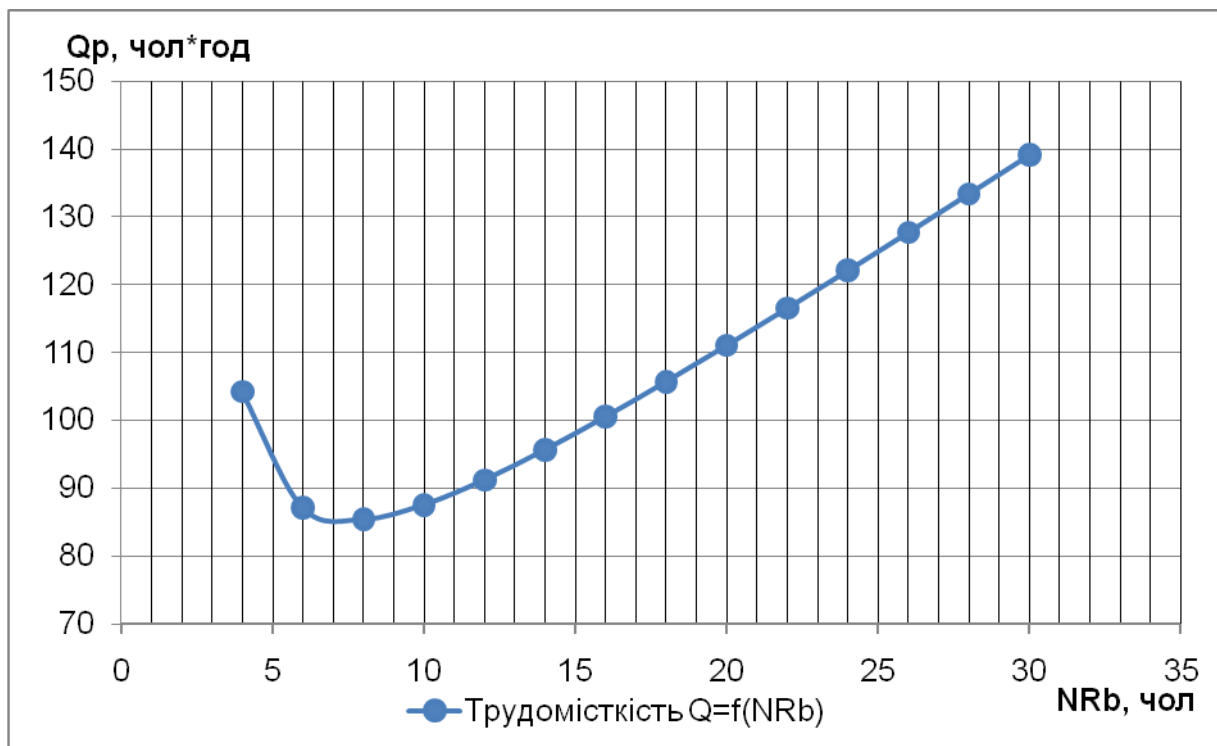


Рис. 12. Графік залежності трудомісткості бетонних робіт від кількості робітників

5. Вказівки до виконання робіт

На основі аналізу залежностей технологічних параметрів процесу бетонування наводять висновки про прийняті раціональні технологічні параметри бетонування монолітних конструкцій, кількісний склад робітників і засоби підмоцвання.

Монолітні конструкції в межах кожного ярусу бетонують окремими блоками, на яких укладання бетонної суміші здійснюють безперервно. Також необхідно дотримуватись наступних організаційних принципів:

- вказують склад основних підготовчих робіт перед виконанням запроектованих процесів;
- розподіл об'єкта в осях на захватки, розміри ділянок і ярусів;
- склад будівельних потоків і послідовність їх включення до загального виробничого процесу заведення будинку;
- особливості застосування засобів механізації, монтажних захватних пристосувань, риштувань і підмостей;
- прийнятий трудовий режим робочої доби для ручних і механізованих процесів;
- особливості виконання окремих операцій із вказівкою основних матеріалів, що за такої умови застосовують.

Основними критеріальними показниками (техніко-економічними показниками) для оцінки ефективності параметрів процесу є собівартість та трудомісткість одиниці продукції, тривалість робіт, терміни окупності капітальних вкладень, а також виробіток на 1 маш.-змін у м^3 бетону та в грошових одиницях.

Список літератури

Нормативна література

1. *ДБН А.3.1-5:2016*. Організація будівельного виробництва. – [Чинний від 2017-01-01]. – Київ: Мінрегіон України, 2016. – 70 с.
2. *ДБН А.3.2-2-2009*. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. – [Чинний від 2012-04-01]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. – 115 с.
3. *ДСТУ Б А.2.4-7:2009*. СПДБ. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. – [Чинний від 2010-01-01]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. – 75 с.
4. *ДСТУ Б Д.1.1-1:2013*. Правила визначення вартості будівництва. – [Чинний від 2014-01-01]. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – 93 с.

Довідкова література

5. *Шерешевский И. А.* Жилые здания. Конструктивные системы и элементы для индустриального строительства: пособие. – М.: Архитектура-С, 2005. – 121 с. (изд. стереотипное).

Підручники і методична література

6. *Ярмоленко М. Г.* Технологія будівельного виробництва: підручник / М. Г. Ярмоленко та ін. – К.: Вища шк., 2005. – 342 с.
7. *Черненко В.К.* Технологія будівельного виробництва: підручник / В.К. Черненко та ін. – К.: Вища шк., 2002. – 430 с.
8. *Ярмоленко М. Г.* Технологія будівельного виробництва: практикум / М. Г. Ярмоленко та ін. – К.: Вища шк., 2007. – 207 с.
9. *Проектування технології зведення спеціальних будівель і споруд: методичні вказівки / уклад.: Г.М. Тонкачєєв, О.Ф. Осипов, В.К. Черненко.* – К.: КНУБА, 2010. – 48 с.
10. *Сідоров Д.Е.* Основи інженерних розрахунків на ПЕОМ. Програмування алгоритмічною мовою Фортран / Д.Е. Сідоров, І.О. Казак. – Київ: НТУУ «КПІ», 2015. – 185 с.

Зразок завдання на розрахунково-графічну роботу

Київський національний університет будівництва та архітектури
Кафедра будівельних технологій

ЗАВДАННЯ

на розрахунково-графічну роботу з дисципліни
 «Інноваційні технології інженерного проектування»

Студент (П. І. Б.) _____

Спеціальність, курс, група: _____

Три останні цифри шифру залікової книжки	[_]	[_]	[_]
Шифр завдання	а	б	в

Розробити технологічні рішення на влаштування вертикальних несучих монолітних конструкцій з використанням програмного забезпечення. Робота виконується у вигляді рукопису (формату А-4). Вихідні дані до виконання розрахунково-графічної роботи визначають згідно з дод. 2.

№ шифру (три останні цифри залікової книжки)	Параметри конструкцій							
	колонни				стіни			
	товщина a_k , м	ширина b_k , м	крок ∂ , м	кількість на захватці n , шт	товщина стіни a_c , м	довжина стіни b_c , м	кількість на захватці n_c , шт	висота конструкцій h , м

Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи можна знайти у мережі Інтернет за посиланням org2.knuba.edu.ua у розділі кафедри будівельних технологій.

Додаткові умови: _____

Завдання видано « ____ » _____ 20 ____ р.

Викладач _____ (_____)

Зразок вихідних даних до виконання розрахунково-графічної роботи

Варіант вихідних даних до завдання приймають згідно з трьома останніми цифрами залікової книжки, кожна з яких має своє буквене позначення.

Таблиця 1

Вихідні дані щодо параметрів конструкцій споруди

№ шифру (три останні цифри залікової книжки)	Параметри конструкцій							
	КОЛОНИ				СТІНИ			
	товщи-на a_k , м	шири-на b_k , м	крок ∂ , м	кіль-кість на захват-ці n , шт.	товщи-на стіни a_c , м	довжи-на стіни b_c , м	кіль-кість на захват-ці n_c , шт.	висота конст-рукцій h , м
1	0,4	0,4	6,0	12	0,12	4,2	6	3,0
2	0,4	0,5	6,0	14	0,14	4,6	6	3,3
3	0,4	0,6	6,0	16	0,16	4,4	4	3,0
4	0,5	0,4	6,0		0,2	3,2	4	3,3
5	0,5	0,5	6,0		0,24	3,8	4	3,6
6	0,5	0,6	9,0		0,4	2,0	2	3,0
7	0,6	0,4	9,0	16	0,6	2,2	2	3,3
8	0,6	0,5	9,0		0,8	2,4	2	3,6
9	0,6	0,6	9,0		1,0	2,6	2	4,2
0	0,4	0,4	9,0		0,6	4,0	2	3,9
буква	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>а</i>	<i>в</i>	<i>б</i>	<i>а</i>	<i>б</i>	<i>а</i>

Зразок оформлення титульного листа розрахунково-графічної роботи

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет будівництва і архітектури

Кафедра будівельних технологій

РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНА РОБОТА

Із курсу «інноваційні технології інженерного
проектування»

Виконав
студент 5 курсу ____
групи

(Прізвище, ініціали)

Керівник

(посада)

(Прізвище, ініціали)

Київ 20__ р.

Навчально-методичне видання

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЕТОНУВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОНОЛІТНОГО БУДИНКУ

Методичні вказівки
до виконання розрахунково-графічної роботи
з дисципліни «Інноваційні технології інженерного проектування»
для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Укладачі: **РОМАНУШКО** Євген Григорович,
БАСАРАБ Володимир Аксенійович

Випусковий редактор *В.С. Сасько*
Комп'ютерне верстання *Т.І. Кукарєвої*

Підписано до друку 02.03.2020. Формат 60 × 84 ^{1/16}
Ум. друк. арк 1,16. Обл.-вид. арк. 1,25.
Електронний документ. Вид. № 16/III-20.

Видавець і виготовлювач
Київський національний університет будівництва і архітектури

Повітрофлотський проспект, 31, Київ, Україна, 03680

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів
видавничої справи ДК № 808 від 13.02.2002 р.