

УДК 693.54

В.А. Басараб,

канд. техн. наук, доцент
ORCID: 0000-0003-2888-7398

І.М. Уманець,

канд. техн. наук, доцент

Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ БЕТОНУВАННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МОНОЛІТНОГО БУДИНКУ

Стаття присвячена проектуванню технологічного процесу бетонування вертикальних конструкцій монолітного будинку. Технологія зведення будівель та споруд з монолітних залізобетонних конструкцій на сьогоднішній день є широко розповсюдженою. Необхідною умовою проектування технологічного процесу зведення будівель є застосування інформаційних технологій автоматизованого проектування. Використання програмного забезпечення дозволяє більш ефективно розв'язувати ряд задач проектування технологічних процесів зведення будівель, а саме: варіантне проектування, пошук оптимальних рішень, прогнозування. Підкреслено актуальність питання визначення раціональних параметрів багатоваріантного технологічного процесу зведення будівель та споруд на основі застосування програмного забезпечення технологічного проектування. Встановлено мету даної роботи, яка полягає у визначенні раціональної кількості робітників та засобів підмоцнування при бетонуванні вертикальних монолітних конструкцій будівлі при порівнянні таких критеріїв як собівартість будівництва та його трудомісткість. Наведено схему захватки та проведено будівельно-технологічний аналіз основних параметрів монолітного будинку. Для проведення розрахунку параметрів багатоваріантних технологічних задач використано сучасне програмне забезпечення Fortran. Наведено основні математичні залежності для розрахунку основних технологічних параметрів процесу зведення монолітного будинку. Розроблено алгоритм виконання розрахунків. Розроблено програму для визначення загальних характеристик процесу бетонування (обсяг монолітних робіт, час бетонування елементів, собівартість та трудомісткість, кількість ланок та кількість робітників). Для проведення аналізу залежності технологічних параметрів та вибору на їх основі раціональних технологічних рішень виконання будівельних робіт побудовано графіки залежностей із застосуванням програми Microsoft Excel. За результатами досліджень визначено раціональну кількість робітників та засобів підмоцнування при бетонуванні вертикальних монолітних конструкцій будівлі, шляхом порівняння таких критеріїв як собівартість будівництва та його трудомісткість.

Ключові слова: *програмування технологічного процесу, монолітний будинок, технологія зведення будівель та споруд, собівартість будівництва.*

Вступ. Інформаційні технології в умовах сучасного будівництва займають далеко не останнє місце по своїй вагомості. На сьогодні, від самого початку проектних робіт до втілення в життя розробок широко використовуються системи автоматизованого проектування, які забезпечують багатоваріантність проектів та можливу перевірку їх стану в подальшому, будівельна та комп'ютерна техніка

вимагає відповідного інформаційно-технічного забезпечення. В умовах сучасного інформатизованого суспільства для ефективного розв'язання задач створення проектно-конструкторської документації для зведення будівель та споруд широко використовується метод моделювання будівельно-технологічних процесів, тобто будь-який будівельний процес у відповідності до початкових умов та необхідних обмежень може бути представлений у вигляді математичної моделі. Сучасні методи програмування дозволяють на основі створеної математичної моделі розробити алгоритм та створити програмне забезпечення, що дає можливість не лише багатоваріантного проектування а також пошук оптимальних рішень та прогнозування.

Актуальність. Проектування технологічних процесів зведення будівель та споруд має ряд особливостей і призначений для розв'язання ряду задач:

- розробка нових або вдосконалення існуючих організаційно-технологічних методів зведення будівель та споруд;
- визначення та/або прогнозування характеристик чи показників технологічного процесу зведення будівель або його результатів, які неможливо чи економічно недоцільно визначити в реальних умовах;
- створення навчальних або демонстраційних моделей, які мають широкий спектр можливостей для представлення будівельних технологічних процесів (візуалізація; виведення графіків, діаграм, аналітичних залежностей, календарне та сіткове планування, тощо);
- розробка імітаційних моделей які дозволяють візуалізувати технологічні процеси чи їх елементи, та які призначені для створення нових проектів а також для навчальних цілей.

Однією з особливостей програмного проектування технологічних процесів в будівництві в сучасних умовах розвитку інформаційних технологій є можливість інтеграції з іншими прикладними пакетами програм, що дає можливість універсалізації програмного забезпечення. Проте, існує ряд труднощів: складність описання моделей технологічних процесів зведення будівель і споруд; неможливість достеменно врахувати всі фактори які впливають на технологію зведення будівлі; можливу зміну граничних умов та інших факторів (субпідрядні організації, постачальники та ін.), що виникають в процесі виробництва; вплив «форс-мажорних» обставин; «людський фактор» та ін. Варто зазначити, що на сьогоднішній день зведення будівель та споруд за монолітно-каркасною технологією має широке застосування. Враховуючи вищезазначене, питання визначення раціональних параметрів багатоваріантного технологічного процесу зведення будівель та споруд в умовах застосування програмного забезпечення є актуальним та своєчасним [4, 5, 6, 7, 9].

Метою даної роботи є визначення раціональної кількості робітників та засобів підмошування при бетонуванні вертикальних монолітних конструкцій будівлі, порівнянням таких критеріїв як собівартість будівництва та його трудомісткість.

Основний матеріал. Задачу програмування технологічного процесу розглянемо на прикладі процесу бетонування вертикальних конструкцій монолітного будинку. До початку виконання технологічного проектування необхідно дослідити об'єкт і умови виконання робіт, можливості застосування тих

чи інших методів та засобів їх виконання. Для цього необхідно навести схему захватки бетонування вертикальних конструкцій будинку.

Для оцінки техніко-економічних варіантів механізації будівельно-монтажних робіт використано наступні показники [8]: питомі приведені витрати на випуск одиниці продукції, грн; трудоємність виконання одиниці продукції, люд-год; тривалість виконання процесу, змін. Питома трудоємність:

$$q_e = \frac{Q_p + \sum_{i=1}^n (Q_M^i + Q_{M,d}^i + Q_n^i + Q_d^i)}{V}, \quad (1)$$

де Q_p – витрати праці робітників (теслярів, армувальників, бетонувальників, монтажників, що виконують роботу за допомогою крану) люд-год; Q_M^i – витрати праці машиністів і робітників, що обслуговують крани, бетононасоси, бетоноукладальники i -ї машини ($i=1, 2, \dots, n$), люд-год

$$Q_M^i = m_i \times T_n^i, \quad (2)$$

де m_i – число робітників, що обслуговують крани, бетононасоси, бетоноукладачі та інші машини (включаючи машиністів); T_n^i – години роботи кожної машини;

$Q_{M,d}^i$ – витрати праці на монтаж і демонтаж кранів, бетононасосів, люд-год; Q_n^i – витрати праці на улаштування кранових шляхів, бетоноводів, люд-год; Q_d^i – витрати праці на доставку кранів, бетоноукладачів, бетононасосів на об'єкт, люд-год; V – обсяг робіт в м³ (м², т) – за розрахунком.

Тривалість роботи (зайнятість машин)

$$T = T_n + \sum_{i=1}^n T_{M,d}^i, \quad (3)$$

де T_n – витрати машинного часу, год; $T_{M,d}^i$ – тривалість монтажу і демонтажу, год.

Собівартість машино-години роботи бетононасоса

$$C_{\text{маш-год}}^i = \frac{C_{\text{од}}^i}{T_n^i} + \frac{C_p^i}{T_p^i} + E_{\text{р.ч}}^i, \quad (4)$$

де $C_{\text{од}}^i$ – одночасні витрати на доставку i -ї машини, монтаж та демонтаж, пробний пуск, грн; C_p^i – річні витрати на капітальний ремонт та амортизаційні відрахування i -ї машини, грн; T_n^i , T_p^i – кількість годин роботи машини відповідно за нормами і річних i -ї машини; $E_{\text{р.ч}}^i$ – експлуатаційні витрати на час роботи i -ї машини, включаючи вартість палива, мастильних матеріалів, заробітну плату машиністів, грн.

В процесі будівельно-технологічного аналізу визначаються розміри колон, стін монолітних конструкцій та їх кількість на захватці, можливість застосування видів опалубки та підмостків, метод бетонування та ущільнення бетонної суміші, необхідне устаткування. На рис. 1 наведено схему захватки.

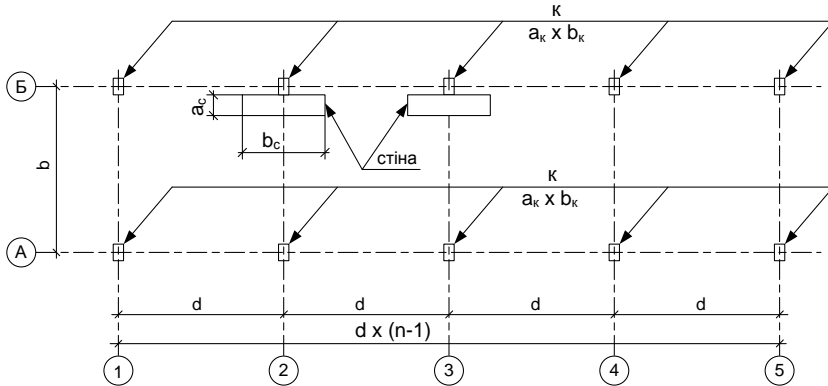


Рис. 1. Схема захватки

На основі об'ємно-планувальних та конструктивних рішень будівлі вибирають технологічні рішення щодо виконання бетонних робіт, які включають питання організації, механізації, послідовності, параметрів і режимів виконання окремих процесів та операцій. При цьому необхідно керуватись вимогами, що викладені у [1, 2, 3].

При виборі методів зведення несучих і огорожувальних конструкцій враховується дотримання наступних принципів організації робіт:

- будівельні процеси виконуються потоковим методом за допомогою комплексу машин і механізмів, що узгоджені між собою за продуктивністю;
- прийняті методи зведення відповідають вимогам з охорони праці та навколишнього середовища;
- при зведенні монолітних вертикальних конструкцій застосовується шитова опалубка;
- риштування для розташування робітників при бетонуванні конструкцій переставні або навісні;
- укладання бетонної суміші виконується традиційним методом - пошарово;
- засоби для ущільнення бетонної суміші – глибинні ручні вібратори.
- для подавання та укладання бетонної суміші застосовується кран-баддя.

Для проведення розрахунку параметрів багатоваріантних технологічних задач застосовано програмне забезпечення Fortran. Розробку обчислювальних програм здійснено послідовно у відповідності із зростанням складності програми: визначення обсягів монолітних робіт; визначення обсягів робіт та часу для бетонування конструкцій; визначення трудомісткості та собівартості бетонування; визначення загальних характеристик процесу бетонування.

Запишемо умовні позначення:

- B_k – товщина колони, (м);
- D_k – ширина колони, (м);
- B_c – ширина стіни, (м);
- D_c – довжина стіни, (м);
- H_k – висота конструкції, (м);
- N_k – кількість колон, (шт);
- N_c – кількість стін, (шт);

- V_k – об’єм колон, (m^3);
- V_c – об’єм стін, (m^3);
- V_{kc} – об’єм стін і колон разом, (m^3);
- 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, (m^3);
- H_b – товщина шару бетонування, (м);
- NZR – кількість робітників які задіяні на розвантаженні, (чол);
- $NRZB$ – кількість ланок, (шт);
- NR_b – кількість робітників на об’єкті, (чол);
- Zp_1 – заробітна плата, (грн);
- $D_{ок}$ – вартість продукції, (грн);
- P_m – зміна собівартості;
- Q_p – трудомісткість виконання роботи (на $1m^3$ бетонних робіт), (люд·год);
- C_p – собівартість продукції (на $1m^3$ бетонних робіт), (грн).

Формалізуємо визначення обчислювальних параметрів:

- визначаємо об’єм бетонної суміші для колон

$$V_k = B_k \times D_k \times H_k \times N_k; \quad (5)$$

- визначаємо об’єм бетонної суміші для стін

$$V_c = B_c \times D_c \times H_c \times N_c; \quad (6)$$

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

$$V_{kc} = V_k + V_c; \quad (7)$$

- час бетонування всіх вертикальних елементів (год)

$$T_k = (T_1 \times (V_{kc} / V_b)) + (T_2 + T_3 + T_4) \times N_k \times H_k / H_b + T_5 \times N_k + (T_2 + T_6 + T_4) \times N_c \times H_k / H_b + (T_5 \times N_c) / 60; \quad (8)$$

- трудомісткість процесу

$$Q_p = T_k \times NZR \times NR; \quad (9)$$

- собівартість процесу

$$C_h = Q_h \times \frac{Zp_1}{(24 \times 8)} + NRZB \times D_{ок} \times P_m. \quad (10)$$

Складаємо алгоритм виконання розрахунків (рис. 2).

Згідно алгоритму було розроблено програму для визначення техніко-економічних показників (ТЕП) процесу бетонування (обсяг монолітних робіт, час бетонування елементів, собівартість та трудомісткість, кількість ланок та кількість робітників).

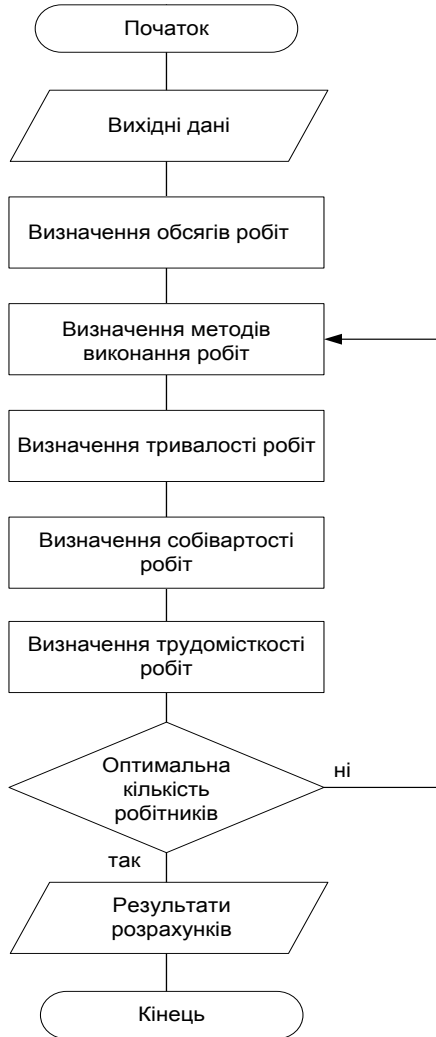


Рис. 2. Алгоритм виконання розрахунків

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

Для проведення аналізу залежності технологічних параметрів та вибору на їх основі раціональних технологічних рішень виконання будівельних робіт побудовано графіки залежностей із застосуванням програми Microsoft Excel.

Графік залежності собівартості бетонних робіт від кількості робітників

наведено на рис. 5. Як видно, графік на рис.5 має точку екстремуму, яка дає можливість стверджувати, що за даних умов виконання технологічного процесу найнижчу вартість бетонних робіт (4500 грн) отримано при кількості задіяних робітників 7.

Характер залежності трудомісткості бетонних робіт від кількості робітників є аналогічним графіку на рис. 5, і має найнижчу трудомісткість виконання будівельного процесу (85 люд-год) при кількості робітників 7.

Безумовно, врахувати всі вихідні та фактори, що впливають на процес зведення будинку за монолітною технологією не є можливим, оскільки, в цьому випадку математична модель процесу буде громіздкою. Варто зазначити, що сучасне програмне забезпечення дає можливість інтеграції з рідними прикладними програмними пакетами, що значно збільшує можливості для розв'язання широкого спектру оптимізаційних та варіаційних задач а також для задач прогнозування. Використання даного програмного забезпечення у поєднанні з можливостями календарного або сіткового планування дає можливість оптимізації технологічного проектування будівельних процесів. Одним з перспективних напрямків досліджень є створення пакета прикладних програм з можливістю інтеграції складових проектної документації (створених в програмах Autocad, Archicad, Revit та ін.) з метою підвищення ефективності та зменшення часу на розробку проекту організації будівництва (ПЮБ) та проекту виконання робіт (ПВР).

```
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

REZ4.bt - Блокнот															
Файл	Редагування	Формат	Вигляд	Довідка											
Vk=	10.92	Vc=	24.96	VkC=	35.88	Tk=	26.06	Qp=	104.23	Sp=	5436.36	NRZB=	1	NRb=	4
Vk=	10.92	Vc=	24.96	VkC=	35.88	Tk=	14.52	Qp=	87.14	Sp=	4554.32	NRZB=	2	NRb=	6
Vk=	10.92	Vc=	24.96	VkC=	35.88	Tk=	10.68	Qp=	85.43	Sp=	4473.20	NRZB=	3	NRb=	8
Vk=	10.92	Vc=	24.96	VkC=	35.88	Tk=	8.76	Qp=	87.57	Sp=	4592.31	NRZB=	4	NRb=	10
Vk=	10.92	Vc=	24.96	VkC=	35.88	Tk=	7.60	Qp=	91.24	Sp=	4791.52	NRZB=	5	NRb=	12
Vk=	10.92	Vc=	24.96	VkC=	35.88	Tk=	6.83	Qp=	95.68	Sp=	5030.77	NRZB=	6	NRb=	14
Vk=	10.92	Vc=	24.96	VkC=	35.88	Tk=	6.29	Qp=	100.56	Sp=	5292.91	NRZB=	7	NRb=	16
Vk=	10.92	Vc=	24.96	VkC=	35.88	Tk=	5.87	Qp=	105.72	Sp=	5569.35	NRZB=	8	NRb=	18
Vk=	10.92	Vc=	24.96	VkC=	35.88	Tk=	5.55	Qp=	111.06	Sp=	5855.32	NRZB=	9	NRb=	20
Vk=	10.92	Vc=	24.96	VkC=	35.88	Tk=	5.30	Qp=	116.53	Sp=	6147.97	NRZB=	10	NRb=	22
Vk=	10.92	Vc=	24.96	VkC=	35.88	Tk=	5.09	Qp=	122.09	Sp=	6445.47	NRZB=	11	NRb=	24
Vk=	10.92	Vc=	24.96	VkC=	35.88	Tk=	4.91	Qp=	127.72	Sp=	6746.61	NRZB=	12	NRb=	26
Vk=	10.92	Vc=	24.96	VkC=	35.88	Tk=	4.76	Qp=	133.40	Sp=	7050.55	NRZB=	13	NRb=	28
Vk=	10.92	Vc=	24.96	VkC=	35.88	Tk=	4.64	Qp=	139.13	Sp=	7356.70	NRZB=	14	NRb=	30

Рис. 4. Результати розрахунку

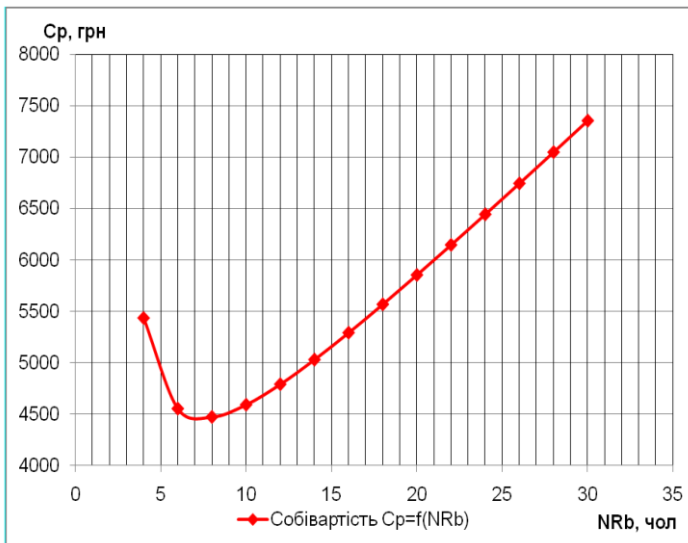


Рис. 5. Графік залежності собівартості бетонних робіт від кількості робітників

Висновки.

1. Огляд літературних джерел виявив доцільність застосування програмного забезпечення в умовах технологічного проектування процесу бетонування вертикальних конструкцій монолітного будинку.
2. Наведено аналітичні залежності та складено алгоритм виконання технологічних розрахунків.
3. Розроблено програмне забезпечення в середовищі Fortran, отримано графіки основних параметрів процесу бетонування вертикальних конструкцій монолітного будинку.

4. Визначено раціональну кількість робітників та засобів підмоцнення при бетонуванні вертикальних монолітних конструкцій будівлі, порівнянням таких критеріїв як собівартість будівництва та його трудомісткість.

Список літератури:

1.Басараб В.А. Дослідження полічастотного режиму коливань робочого органу електромагнітної ударно-вібраційної установки. *Управління розвитком складних систем*, 2018. № 34. С. 182 - 187.

2.ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва. [Чинний від 1.01.2016]. Київ: Мінрегіон України, 2016. 70 с.

3.ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. [Чинний від 1.04.2012]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2012. 115 с.

4.ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. Правила визначення вартості будівництва. [Чинний від 1 січня 2014 р., зі Зміною №2 від 1 червня 2018 р.]. Київ: Мінрегіон України, 2013. 93 с.

5.Осипов А.Ф. Основные принципы проектирования динамически трансформирующихся технологических систем. *Прикладна геометрія та інженерна графіка*, 2000. Вип. 67. С. 162 - 165.

6.Тонкачев Г.М., Осипов О.Ф., Черненко В.К. Проектування технології зведення спеціальних будівель і споруд: методичні вказівки. К.: КНУБА, 2010. 48 с.

7.Сідоров Д.Е., Казак І.О. Основи інженерних розрахунків на ПЕОМ. Програмування алгоритмічною мовою Фортран. К., 2016. 186 с.

8.Снежко А.П., Батура Г.М. Технологія строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие. К.: Вища шк., 2005. 200 с.

9.Ярмоленко М.Г., Романушко С.Г., Терновий В.І. та ін. Технологія будівельного виробництва: підручник. К.: Вища шк., 2005. 342 с.

References

1.Basarab, V. (2018). Investigation of the polyfrequency mode of oscillation of the electromagnetic shock-vibration unit. *Management of Development of Complex Systems*, (34), 182-187.

2. DBN A.3.1-5:2016 (2016). Orghanizacija budiveljnogho vyrobnyctva. [Chynnyj vid 1.01.2016]. Minreghion Ukrajinj. Kyiv. Ukraine.

3.DBN A.3.2-2-2009 (2012). Okhorona pracj i promyslova bezpeka u budivnyctvi. [Chynnyj vid 1.04.2012]. Minreghion Ukrajinj. Kyiv. Ukraine.

4.DSTU B D.1.1-1:2013 (2014). Pravyla vyznachennja vartosti budivnyctva. [Chynnyj vid 1 sichnja 2014 r., zi Zminoju №2 vid 1 chervnja 2018 r.]. Minreghion Ukrajinj. Kyiv. Ukraine.

5.Osypov, O.F. (2000). Osnovnyye printsipy proyektirovaniya dinamicheski transformiruyushchikhsya tekhnologicheskikh sistem. *Prykladna gheometrija ta inzhenerna ghrafika*, (67), 162-165.

6.Tonkachejev, G.M., Osypov, O.F. & Chernenko, V.K. (2010). Proektuvannja tekhnoghiji zvedennja specialjnykh budivelj i sporud. KNUBA. Kyiv. Ukraine.

7.Sidorov, D.E. & Kazak, I.O. (2016). Osnovy inzhenernykh rozrakhunkiv na PEOM. Proghramuvannja alghorytmichnoju movoju Fortran. K. Kyiv. Ukraine.

8.Snezhko, A.P. & Batura, Gh.M. (2005). Tekhnologhija stroyteljnogho proyzvodstva. Kursovoe y dypломное proektyrovanye: ucheb. posobyе. K.: Vyshha shk. 200 s.

9.Jarmolenko, M.G., Romanushko, J.G. & Ternovyj, V.I. (2005). Tekhnologhija budiveljnogho vyrobnyctva. Higher School. Kyiv. Ukraine.

В.А. Басараб, И.М. Уманец

Проектирование технологического процесса бетонирования вертикальных конструкций монолитного здания

Статья посвящена проектированию технологического процесса бетонирования вертикальных конструкций монолитного здания. Технология возведения зданий и сооружений из монолитных железобетонных конструкций на сегодняшний день является широко распространенной. Необходимым условием проектирования технологического процесса возведения зданий является применение информационных технологий автоматизированного проектирования. Использование программного обеспечения позволяет более эффективно решать ряд задач проектирования технологических процессов возведения зданий, а именно: вариантное проектирование, поиск оптимальных решений, прогнозирование. Подчеркнуто актуальность вопроса определения рациональных параметров многовариантного технологического процесса возведения зданий и сооружений на основе применения программного обеспечения технологического проектирования. Установлена цель данной работы, которая заключается в определении рационального количества работников и подмостей при бетонировании вертикальных монолитных конструкций здания при сравнении таких критериев как себестоимость строительства и его трудоемкость. Приведена схема захватки и проведен строительно-технологический анализ основных параметров монолитного здания. Для проведения расчета параметров многовариантных технологических задач использовано современное программное обеспечение Fortran. Приведены основные математические зависимости для расчета основных технологических параметров процесса возведения монолитного здания. Разработан алгоритм выполнения расчетов. Разработана программа для определения общих характеристик процесса бетонирования (объем монолитных работ, время бетонирования элементов, себестоимость и трудоемкость, количество звеньев и количество рабочих). Для проведения анализа зависимости технологических параметров и выбора на их основе рациональных технологических решений выполнения строительных работ построены графики зависимостей с применением программы Microsoft Excel. По результатам исследований определено рациональное количество работников и подмостей при бетонировании вертикальных монолитных конструкций здания, путем сравнения таких критериев как себестоимость строительства и его трудоемкость.

Ключевые слова: проектирование технологического процесса, монолитное здание, технология возведения зданий и сооружений, себестоимость строительства.

V. Basarab, I. Umanets

Designing of technological process of concreting of vertical structures of a monolithic building

The article is devoted to design of technological process of concreting the vertical structures of a monolithic building. The technology of construction the reinforced concrete structures today is widespread. A necessary condition for design of technological process of building construction is the use of information computer-aided

design technology. The use of software allows you to solve more effectively a number of problems in design of technological processes of building construction, namely: variant design, search for optimal solutions, forecasting. The urgency of determining the rational parameters of the multivariate technological process of building constructions and structures by use of software of technological design was emphasized. Determination of the rational number of workers and scaffolding in the concreting of vertical monolithic structures of building by comparing such criteria as cost of construction and its complexity has been performed. The scheme of working area and construction-technological analysis of basic parameters of the monolithic building has been given. Modern Fortran software has been used to calculate the parameters of multivariate technological problems. The mathematical equations for calculation of the basic technological parameters of construction process of a monolithic building has been given. An algorithm for performing calculations has been developed. A program has been developed to determine the general characteristics of the concreting process (volume of monolithic works, time of concreting elements, cost and labor intensity, number of units and number of workers). Analyze of technological parameters and the choice on their basis the rational technological solutions for construction work has been performed by using of Microsoft Excel graphs. According to the results of research, a rational number of workers and scaffolding for concreting vertical monolithic structures of building has been determined by comparing such criteria as cost of construction and complexity.

Keywords: *designing of technological process, monolithic building, technology of construction, construction cost.*

Посилання на статтю

АРА: Basarab, V. & Umanets, I. (2021). Designing of technological process of concreting of vertical structures of a monolithic building. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 48 (1), 30-40.

ДСТУ: Басараб В.А. Проектування технологічного процесу бетонування вертикальних конструкцій монолітного будинку [Текст] / В.А. Басараб, І.М. Уманець // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2021. – № 48 (1). – С. 30-40.