

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Кафедра гідротехнічного будівництва та гідравліки



01-04-74М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних завдань
з навчальної дисципліни

«Будівельна та меліоративна техніка»

для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою «Гідротехнічне будівництво,
водна інженерія та водні технології» спеціальності 194
«Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології»
всіх форм навчання



Рекомендовано
науково-методичною радою з
якості ННІ енергетики, автома-
тики та водного господарства
Протокол № 3 від 21.11.2023 р.

Рівне – 2023

Методичні вказівки до виконання практичних завдань та самостійної роботи з навчальної дисципліни «**Будівельна та меліоративна техніка**» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» спеціальності 194 «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» всіх форм навчання. [Електронне видання] / Клімов С. В. – Рівне : НУВГП. 2023. – 18 с.

Укладач: Клімов С. В. – к.т.н., доцент кафедри гідротехнічного будівництва та гідравліки.

Відповідальний за випуск – Шинкарук Л. А., к.т.н., доцент, завідувач кафедри гідротехнічного будівництва та гідравліки.

Гарант освітньо-професійної програми «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології»: Хлапук М. М., д.т.н., професор кафедри ГТБтаГ.

Зміст

Зміст.....	3
Вступ.....	4
Практичні роботи	5
Практична робота №1.....	5
Підбір основних параметрів баштових кранів і розрахунок їх продуктивності.....	5
1.1. Підбір баштового крану.....	5
1.2. Розрахунок технічних параметрів.....	6
1.3. Визначення продуктивності баштового крана	7
Практична робота №2.....	12
Визначення необхідної кількості автомашин для безперебійної роботи екскаватора "пряма лопата"	12
2.1. Теоретичні відомості.....	12
2.2. Порядок виконання задачі.....	13
Література	17
1. Основна література	17
2. Нормативна довідкова і допоміжна література.....	17

Вступ

Навчальна дисципліна «**Будівельна та меліоративна техніка**» за навчальним планом освітньо-професійної програми «[Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології](#)» спеціальності 194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології має код Д53. ОПП на сайті університету:

<https://start.nuwm.edu.ua/bakalavr/item/gidro-bud-vodna-ingen>

Навчальна дисципліна представлена лекційним курсом (28 год.), практичними та лабораторними заняттями та самостійною роботою. Кількість кредитів ECTS – 4,0, 120 год.

Для визначення рівня засвоєння здобувачі вищої освіти (ЗВО) навчального матеріалу використовуються наступні методи оцінювання знань: - поточне тестування після вивчення кожного змістового модуля; - оцінка за індивідуальне навчально-дослідне завдання. Для оцінювання знань використовується ЕКТС зі 100-бальною шкалою оцінювання.

Контроль роботи студентів проводиться за такими видами робіт: наявність лекційного матеріалу – шляхом перегляду конспектів; робота на практичних заняттях – шляхом усного опитування і перевірки виконаних практичних завдань; підготовка до видання наукових статей, тез для участі в конференціях, участь в конкурсах та олімпіадах.

Після вивчення даної навчальної дисципліни ЗВО повинні: **знати:** класифікацію, будову і правила ефективної експлуатації основних типів сучасної будівельної та меліоративної техніки; особливості роботи та основні типи вузлів та агрегатів будівельної техніки; основи підбору техніки для механізації будівельних робіт; основні напрямки розвитку будівельної техніки; **вміти:** аналізувати вихідні дані та розраховувати продуктивності основних видів будівельної та меліоративної техніки; виконувати вибір оптимальних варіантів техніки при механізації будівельних процесів.

В даних методичних вказівках наведені завдання, що дозволять студентам закріпити знання з будови та ефективної технічної експлуатації основних будівельних машин, і, зокрема, кранів та екскаваторів. Наведені шляхи раціонального використання машин за їх технічними можливостями, визначення технічної продуктивності з врахуванням особливостей конструкції, технічних характеристик і правил виконання робіт.

Практичні роботи

Практична робота №1

Підбір основних параметрів баштових кранів і розрахунок їх продуктивності

1.1. Підбір баштового крану

Згідно з варіантом завдання (табл. 1.1) визначити наступні параметри: висота підйому гака (H), вантажопідйомність (Q_k), що необхідна для монтажу елементів маси (Q_6).

За знайденою висотою підйому гака H та масою вантажу Q_6 , що піднімається, за табл. 1.2, вибрати кран. Для обраного крану визначити змінну продуктивність. Навести розрахункову схему прийнятого крану, його вантажну характеристику.

Таблиця 1.1

Вихідні дані

Варіант	Маса вантажу* $Q_6, (m)$	$h_1,$ м	$h_2,$ м	$h_3,$ м	Тривалість ручних операцій, хв.			Кут повороту крана, α°	Довжина пересування по рейках, $L_2, м$	Виліт стріли крана, $L_1, м$
					t_1	t_6	t_7			
1	2,5	19	2,6	3,9	1	7	0,5	50	15	20
2	2,7	24	0,9	2,1	1,05	7,5	0,6	55	20	35
3	2,9	16	2,79	2,9	1,1	8	0,5	35	25	15
4	3,1	29	0,32	2,6	1,15	8,5	0,6	65	30	25
5	3,3	20	2,53	1,9	1,2	7	0,6	50	35	35
6	3,5	31	2,68	4,1	1,25	7,5	0,5	55	15	50
7	3,7	25	0,32	1,9	1,3	8	0,6	65	20	40
8	3,9	17	2,81	2,6	1,35	8,5	0,5	35	25	15
9	4,1	32	2,67	3,4	1,4	7	0,6	75	30	30
10	4,3	23	2,7	3,1	1,45	7,5	0,5	55	35	40
11	4,5	29	3,05	3,9	1,5	8	0,6	65	15	25
12	4,7	17	2,85	3,1	1,55	8,5	0,6	50	20	40
13	4,9	23	2,72	1,9	1,6	7	0,5	65	25	15
14	5,1	19	2,54	3,1	1,65	7,5	0,6	35	30	45
15	5,3	21	0,32	2,4	1,7	8	0,5	55	35	20
16	5,5	26	2,8	3,6	1,75	8,5	0,6	75	15	35
17	5,7	15	2,53	2,9	1,8	7	0,6	65	20	30
18	5,9	25	0,9	2,1	1,85	7,5	0,5	35	25	15
19	6,1	17	3,0	2,4	1,9	8	0,6	55	30	40
20	6,3	30	0,32	4,1	1,95	8,5	0,5	50	35	25

Варіант	Маса вантажу* $Q_e, (т)$	$h_1,$ м	$h_2,$ м	$h_3,$ м	Гривалість ручних операцій, хв.			Кут повороту крана, α°	Довжина пересування по рейках, $L_2, м$	Виліт стріли крана, $L_1, м$
					t_1	t_6	t_7			
21	6,5	15	2,75	3,4	2	7	0,6	75	15	45
22	6,7	18	3,00	3,1	2,05	7,5	0,5	65	20	20
23	6,9	27	2,78	3,9	2,1	8	0,6	55	25	35
24	7,1	21	2,9	3,6	2,15	8,5	0,5	75	30	30
25	7,3	27	2,53	2,9	2,2	7	0,5	35	35	15
26	7,5	31	2,87	2,6	2,25	7,5	0,6	75	15	40
27	7,7	22	2,78	3,4	2,3	8	0,5	65	20	35
28	7,9	19	0,9	4,1	2,35	8,5	0,6	50	25	30
29	8,1	28	2,66	1,9	2,4	7	0,5	75	30	20
30	8,3	23	0,9	3,6	2,45	7,5	0,6	50	35	30

* *Примітка:* маса вантажу Q_e , (т) приймається згідно із завданням (табл. 1.1) та враховує масу елемента, що монтується, масу оснащення і масу стропильних пристроїв:

$$Q_e = m_1 + m_2 + m_3, \quad (1.1)$$

де m_1 – маса елемента, що монтується, т;

m_2 – маса оснащення, встановленого на конструкціях до їх підйому, т;

m_3 – маса стропильних пристроїв, т.

1.2. Розрахунок технічних параметрів

1. Вантажопідйомність Q_k крана, прийнятого для монтажу елементів, визначається співвідношенням

$$Q_k \geq \frac{M}{L} \geq Q_e, \quad (1.2)$$

де Q_k – вантажопідйомність крана, необхідна для монтажу елементів Q_e , т (кН);

M – вантажний момент кН м;

L – виліт стріли, необхідний для установки елемента, м;

2. Необхідна висота підйому гака крана, м (рис. 1.1, табл.1.1) визначається за формулою:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \quad (1.3)$$

де h_1 – позначення монтажного рівня від основи крана (необхідна висота монтажу елемента, див. табл. 1.1), м;

h_2 – запас висоти, необхідний за умовами безпеки монтажних робіт, зазвичай знаходиться в діапазоні $h_2 = 0,5 \dots 3,0$ м;

h_3 – висота або товщина елемента, що монтується (табл. 1.1), м;

h_4 – висота вантажозахватних пристроїв (строп або траверс), м;

$h_4 = 0,8 \dots 2,2$ м.

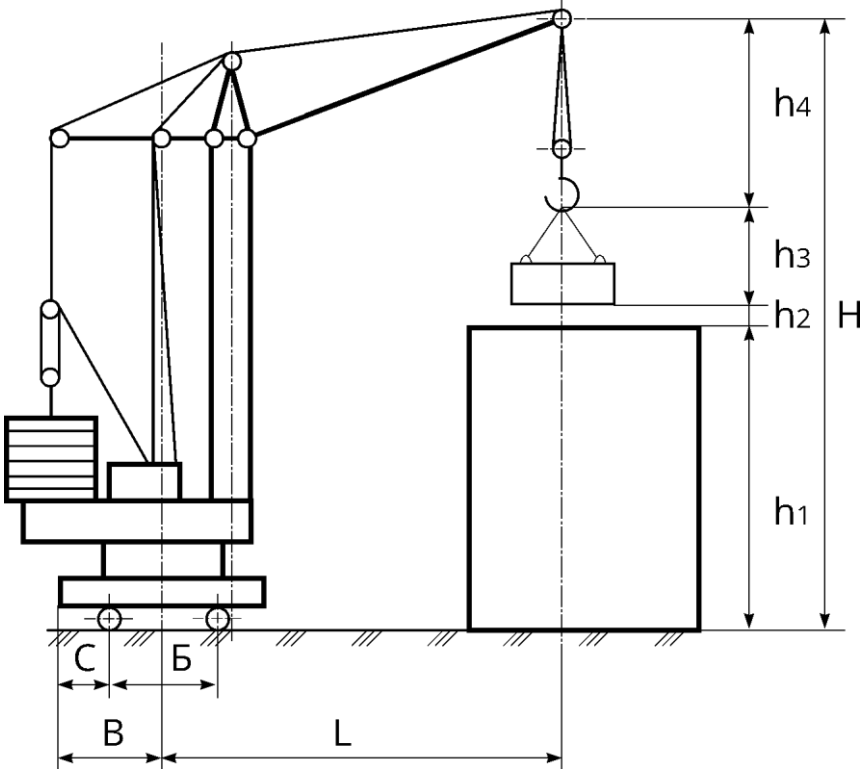


Рис. 1.1. Розрахункова схема баштового крана

3. За визначеною висотою підйому крана H і вантажопідйомністю Q_k крана, користуючись табл. 1.2, вибираємо кран.

1.3. Визначення продуктивності баштового крана

Експлуатаційна змінна продуктивність крана, т/зміну:

$$P_{\text{експл}}^{\text{зм}} = Q_k \cdot n \cdot K_v \cdot K_1 \cdot T_{\text{зм}}, \quad (1.4)$$

де Q_k – вантажність крана, т;

n – кількість робочих циклів крана ($n = 60/t_u$);
 K_e – коефіцієнт використання крана за вантажністю,
 $K_e = Q_i / Q = 0,6 \dots 0,85$,
 Q_i – середньозважена вантажність, т;
 K_l – коефіцієнт використання крана в часі ($K_l = 0,7 \dots 0,8$);
 $T_{зм}$ – нормативна тривалість зміни ($T_{зм} = 8$ год.).

Кількість робочих циклів крана

$$n = 3600/t_u, \quad (1.5)$$

де t_u – тривалість одного циклу баштового крана, с;

$$t_u = \sum t_{маш} + \sum t_{руч} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11}, \quad (1.6)$$

де $\sum t_{маш}$ – час машинних операцій;

$\sum t_{руч}$ – час ручних операцій (стропування та ін.);

t_1 – стропування елемента, що монтується (табл. 1.1), с;

t_2 – підйом елемента, що монтується, до потрібного рівня, с;

t_3 – поворот стріли крана, с;

t_4 – переміщення крана по рейках, с;

t_5 – опускання вантажів до рівня монтування, с;

t_6 – утримання елемента, який монтується, під час його становлення і закріплення (табл. 1.1), с;

t_7 – розстропування, встановлених елементів (табл. 1.1), с;

t_8 – підйом крюка вантажопідйомним пристосуванням над рівнем монтування, с;

t_9 – повернення стріли у вихідне положення, с;

t_{10} – зворотнє переміщення крана;

t_{11} – опускання крюка з вантажозахватним пристосуванням, с;

t_{12} – переміщення вантажного візка, с.

Час ручних операцій:

$$\sum t_{руч} = t_1 + t_6 + t_7, \quad (1.7)$$

Час машинних операцій знаходимо за формулою

$$\sum t_{маш} = K_2 \cdot K_3 (t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11} + t_{12}), \quad (1.8)$$

де K_2 – коефіцієнт, що враховує втрату часу на пуск, зупинку і реверсування ($K_2 = 1,1-1,2$);

K_3 - коефіцієнт, що враховує скорочення суміщення операцій в часі, ($K_3 = 0,8-0,9$).

Тривалість підйому (опускання) вантажу:

$$t_2 = \frac{h_1 + h_2}{V_{nid}}, \quad t_{11} = \frac{h_1 + h_2}{V_{on}} \quad (1.9)$$

де V_{nid} – швидкість піднімання вантажу, 10^{-2} м/с, (табл. 5.2).

Час повороту стріли крана, (хв!):

$$t_3 = \frac{\alpha}{360^0 \cdot n}, \quad (1.10)$$

де α^0 – робочий кут повороту крана (див. табл. 1.1);

n – частота обертання крана, $хв^{-1}$ (див. табл. 1.2).

Тривалість пересування крана по рейках:

$$t_4 = \frac{L_2}{V_{кр}}, \quad (1.11)$$

де L_2 – довжина шляху пересування крана (див. табл. 1.1), м;

$V_{кр}$ – швидкість пересування крана (див. табл. 1.2), 10^{-2} м/с.

Час, який витрачений на опускання вантажу до рівня монтажу:

$$t_5 = \frac{h_2}{V_{on}}, \quad (1.12)$$

де V_{on} – швидкість опускання вантажу (див. табл. 5.2), 10^{-2} м/с.

Тривалість підйому крюка зі стропами над рівнем монтажу:

$$t_8 = \frac{h_2}{V_{nid}}, \quad (1.13)$$

Тривалість пересування вантажного візка крана, 10^{-2} м/с.:

$$t_{12} = \frac{2L_1}{V_{вв}}, \quad (1.13)$$

L_1 – довжина шляху вантажного візка, що задана в табл. 1.1 і залежить також від прийнятої марки крана (табл. 1.2);

$V_{вв}$ – швидкість пересування вантажного візка крана, 10^{-2} м/с.

Тривалість інших операцій: $t_9 = t_3$; $t_{10} = t_{11}$.

Таблиця 1.2

Технічні характеристики баштових пересувних кранів

Параметри	КБ-100.3	КБ-160.1	КБ-160.2	КБ- 308	КБ-103	КБ-503А	КБ-405	КБ-100	Liebherr 350 c	
Вантажопідйомність, Q_k, t	4...8	5...8	5...8	3.2...8	4.5...8	7.5...10	4.8...8	4...8	4...20	
Виліт стріли, м ($l_{min} - l_{max}$)	12.5...25	13...25	13-25	4.5...25	5.5...30	1.5...35	16...30	12.5...25	3.3...67	
Виліт при максимальній вантажопідйомності, м	12.5	13.00	13,0	4.50	5.50	1.50	11.00	12.5	19.3	
Максимальний вантажний момент, $M, кНм$	980	1600	1250	1000	1125	2800	1350	980	3500...5600	
Висота підйому, $H, м$	мін	33	41	46,1	32,5	41	53	54	33	67.7
	макс	48	55	46,1	42	57,5	67.5	70	48	
Швидкість, $10^{-2} м/с$:										
- підйому та опускання, $V_{під}$ $V_{оп}$	$V_{під}$	46	33	37	30	37	50	37	46	Рис. 1.3
	$V_{оп}$	23	66		60				23	Рис. 1.3
- посадки	8; 4	6.7	8	8; 4	5	5	8	8; 4		
- пересування крана, $V_{кр}$	48	32.8	30	30	33	20	33	48	25м/хв	
- пересув. вантажного візка, $V_{віз}$	-	-	-	27	25	11.5		-	40	
				113.3		46			80	
Частота обертання, $n, хв^{-1}$	0.7	0.6	0,6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0,6	
Маса крана, t :										
загальна	84.4	79.5	78	84	80.5	145	107.2	84.4	282,6	
конструктивна	32	49.5	48	38	50.5	90	51.2	32		

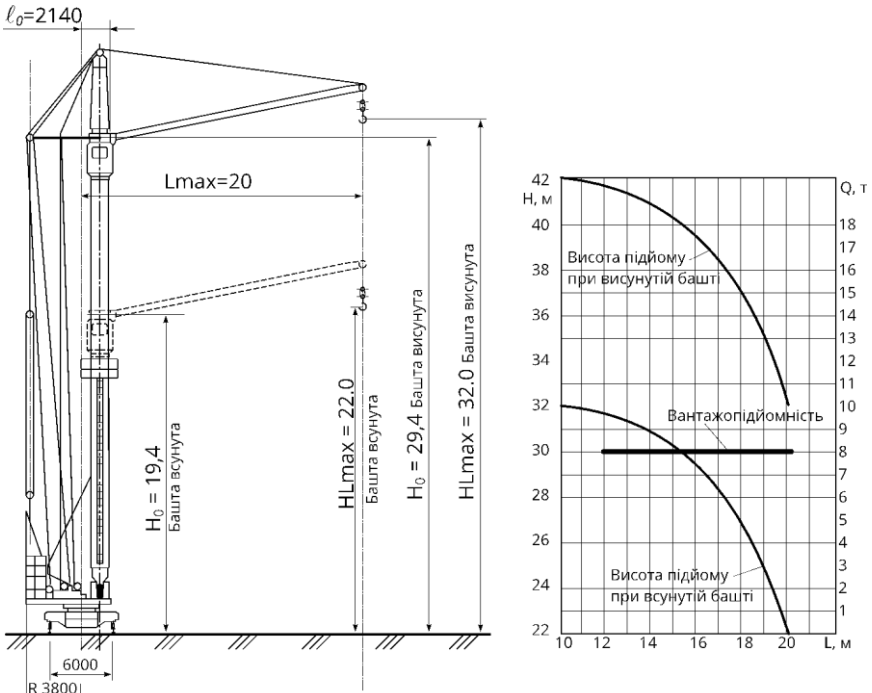


Рис. 1.2. Параметри та вантажна характеристика крана **КБ-160-1м**

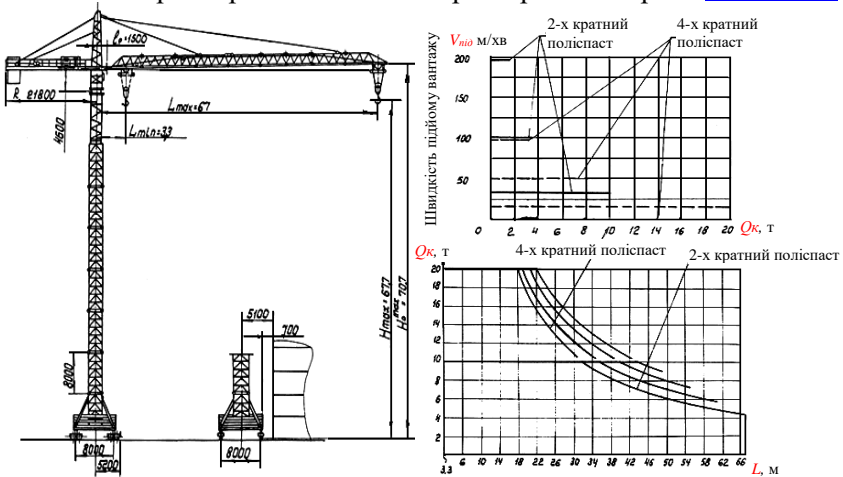


Рис. 1.3. Параметри та вантажна характеристика крана **Liebherr 350**

Практична робота №2

Визначення необхідної кількості автомашин для безперервної роботи екскаватора "пряма лопата"

Мета роботи: підібрати марку та кількість транспортних засобів для забезпечення безперервної роботи екскаватора.

2.1. Теоретичні відомості

Одноковшові екскаватори є машинами циклічної дії, для яких продуктивність визначається співвідношенням:

$$P = Q \cdot n, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2.1)$$

де Q – об'єм розробки ґрунту за один цикл;

n – кількість циклів за одиницю часу.

Конструктивна, або теоретична, продуктивність за годину неперервної роботи в розрахункових умовах роботи може визначатись:

$$P_k = 60 \cdot q \cdot n', \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2.2)$$

де q – геометрична ємність ковша, м^3 ;

n' – кількість циклів в одиницю часу (звичай хвилину) при розрахункових умовах роботи.

Технічна продуктивність відповідає конкретним умовам у забої:

$$P_m = 60 \cdot q \cdot K_n \cdot K_p \cdot n, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2.3)$$

де K_n – коефіцієнт наповнення ковша (табл. 2.5);

K_p – коефіцієнт приведення об'єму розпушеного ґрунту до початкового об'єму в стані його природної щільності (ДСТУ Б Д.2.2-1:2012, [8], [1]);

n – кількість циклів в конкретних умовах забою.

Технічну продуктивність застосовують при комплектуванні екскаваторів транспортними засобами, розміщенні їх по фронту робіт і т.д.

Експлуатаційна продуктивністю - це середня фактична продуктивність екскаватора при роботі в конкретних умовах з врахуванням простоїв:

$$P_e = P_m \cdot K_v, \text{ м}^3/\text{год}, \quad (2.4)$$

де K_v – коефіцієнт використання робочого часу машини.

Експлуатаційну продуктивність використовують для організації та планування екскаваторних робіт, видачі виробничих завдань.

Для збільшення продуктивності великим резервом є правильна організація виконання робіт, зокрема транспортування ґрунту і підбір транспортних засобів.

2.2. Порядок виконання задачі

В першу чергу необхідно визначити вантажність самоскида виходячи з того, щоб в його кузов входило 7...10 ковшів екскаватора.

Визначаємо кількість ґрунту, який поміщається в ківш:

$$P = q_{\phi} \cdot \rho, \text{ т} \quad (2.5)$$

де q_{ϕ} – фактична місткість ковша, м^3 ;

ρ – об'ємна маса ґрунту, $\text{т}/\text{м}^3$ (технічна частина ДСТУ Б Д.2.2-1:2012, [8]).

$$q_{\phi} = q \cdot K_{\text{н}} / K_{\text{р}}, \text{ м}^3 \quad (2.6)$$

де q – геометрична місткість ковша, м^3 ;

Визначаємо вантажопідйомність автосамоскида:

$$P_{\text{а}} = (7...10) \cdot P, \text{ т} \quad (2.7)$$

Знаходимо за довідниками марку автомобіля самоскида за даною вантажопідйомністю (табл. 2.2).

Кількість транспортних одиниць, необхідних для того, щоб екскаватор працював без перебоїв в роботі визначається за формулою:

$$N_{\text{а}} = T_{\text{ц}} / t_{\text{з}}, \quad (2.8)$$

де $T_{\text{ц}}$ – повний цикл транспортування, хв.

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{з}} + t_{\text{вх}} + t_{\text{р}} + t_{\text{хх}} + t_{\text{м}}, \text{ хв}, \quad (2.9)$$

$t_{\text{з}}$ – час завантаження одного транспортного засобу (хвилини):

$$t_{\text{з}} = 60 \cdot P_{\text{а}} / (\rho \cdot P_{\text{е}}), \text{ хв}, \quad (2.10)$$

$P_{\text{е}}$ – продуктивність екскаватора при розробці ґрунту та навантаження його в транспортні засоби (за – URL:).

$t_{\text{вх}}$, $t_{\text{хх}}$ – час вантажного і холостого ходу, хв (транспортування вантажу від місця навантаження до місця розвантаження і назад):

$$t_{\text{вх}} = 60 \cdot L_{\text{вх}} / V_{\text{вх}}, \quad t_{\text{хх}} = 60 \cdot L_{\text{хх}} / V_{\text{хх}}, \text{ хв}, \quad (2.11)$$

де L_{Vx} , L_{Xx} – відстань відповідно вантажного і холостого ходу, км

V_{Vx} , V_{Xx} – швидкості вантажного і холостого ходу, вибирається з технічних даних обраного автомобіля (табл. 2.2) і з врахуванням ґрунтових умов (табл. 2.3).

t_p – час розвантаження самоскида (хв.). Залежить від вантажності сі самоскида (табл. 2.4).

t_m – час маневрування (табл. 2.4).

Таблиця 2.1

Варіанти вихідних даних для рішення задач

№ вар	Віддаль перевезення	марка екскаватора	Тип дороги	ґрунт
1	15	ЭО-2621 В	1	галька розміром до 80 мм
2	20	ЭО-3211 Д	2	гравій з розмірами 80 мм
3	25	ЭО-3332 А	3	глина жирна без домішок
4	30	ЭО-3122	1	глина жирна з домішками щебеню
5	6	ЭО-3322 Д	2	лес твердий (сухий)
6	8	ЭО-3221	3	лес м'який
7	10	ЭО-4111 В	1	пісок без домішок
8	12	ЭО-4112	2	пісок з домішками щебеню 10 %
9	16	ЭО-4321 А	3	пісок сухий
10	18	ЭО-4221	1	суглинок легкий
11	24	ЭО-4121 Б	2	суглинок важкий
12	26	ЭО-4124	3	солончак м'який
13	28	ЭО-5111 Б	1	солончак твердий
14	32	ЭО-5115	2	супісок з домішками гравію
15	5	ЭО-5122	3	торф
16	7	ЭО-5123	1	пісок без домішок
17	9	ЭО-7111 В	2	пісок з домішками гравію 10 %
18	11	ЭО-6122 А	3	суглинок легкий
19	13	ЭКГ-5 А	1	суглинок твердий
20	14	ЭКГ-4 У	2	солончак м'який
21	17	ЭО-3211 Д	3	солончак твердий

22	19	ЭО-4221	1	Горф
23	15	ЭО-3332	1	суглинок легкий
24	21	ЭО-5122	2	суглинок твердый
25	30	ЭО-4112	3	пісок без домішок

Таблица 2.2

Технічна характеристика транспортних засобів

№ п/п	Марка машини	Вантажопі- дійомність, кг	Максима- льна швид- кість руху, км/год	Витрата палива, л./100 км
1	MAN TGA 33.480 6x4 BB-WW (15 м ³)	21000	95	29
2	Scania P 380 Tipper Stock 8*4 (21 м ³)	30 000	95	27
3	ЗіЛ ММЗ-554М	5500	90	31
4	ЗіЛ ММЗ-4502	5250	90	28
5	КамАЗ 65115 (9 м ³)	15 000	80	27
6	КамАЗ-5511 (7 м ³)	13 000	80	27
7	МАЗ-503А	8000	75	22
8	МАЗ-5549	8000	75	22
9	КрАЗ-256Б1	12000	68	38
10	ІФА-W50L/K	4800	80	17
11	Магірус-232Д-19К	10000	77	22
12	Магірус-290Д-26К	14000	73	24
13	Татра-138S1	12700	70	36
14	Татра-148S1М	15000	70	32
15	Татра-815 (15 м ³)	20 000	75	32

Таблица 2.3

Швидкості руху вантажних автомобілів поза населеними пунктами

Група дороги	Тип дорожнього покриття	Швидкість, км/год
1	Дороги з вдосконаленим покриттям (асфальт)	39
2	Дороги з твердим покриттям (булижник, гравій)	30
3	Дороги без твердого покриття (грунтові)	25

Таблиця 2.4

Вантажність, т	Час розвантаження, хв.	Час маневрування, хв
до 2,5	2	2
2,5 – 4,0	3	2
4,0 – 7,0	4	3
7,0 – 10,0	5	3
10 - 25	8	4

Таблиця 2.5

Максимальні значення Кн (за даними М.Г.Домбровського)

Вид ґрунту	Кн	
	Пряма лопата	драглайн
Пісок та гравій сухі, щебінь	0,95-1,02	0,8-0,9
Пісок та гравій вологі	1,15-1,23	1,1-1,2
Суглинок сухий	1,05-1,12	0,8-1,0
Суглинок вологий	1,20-1,32	1,15-1,25
Глина середня	1,08-1,18	0,98-1,06
Глина волога	1,30-1,50	1,18-1,28
Глина важка	1,00-1,10	0,95-1,00
Погано підірвана скеля	0,75-0,9	0,55-0,80

Література

1. Основна література

1. Організація і технологія будівельних робіт. Практикум : навч. посібник / А. А. Білецький, С. В. Клімов, О. І. Ольховик, І. А. Рошик. Рівне : НУВГП, 2019. 93 с. ISBN 978-966-327-427-0. URL: https://ep3.nuwm.edu.ua/14726/1/POSIBNYK_OiTBR_2019_B5_2.pdf
2. Онищенко О. Г. Помазан В. М. Будівельна техніка : підручник. Київ : Урожай, 1998. 363 с. URL: <https://studfiles.net/preview/5645932/>
3. Мобіло Л. В. Будівельна техніка [Електронний ресурс] : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2013. 185 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/3749/>
4. Лук'янчук О. П. Маркова О. В. Машини і обладнання для водного господарства : інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення. Рівне : НУВГП, 2008. 165 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/1640/>
5. Слободян, Н. М. Волошин О. Б. Будівельна техніка : практикум. Вінниця : ВНТУ, 2013. 104 с. URL: https://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/7342/НП_Слоб_Волош_.pdf
6. Клімов С. В. Організаційно-технологічне забезпечення будівництва : навчальний посібник. Рівне : НУВГП, 2012. 229 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2335/>
7. Клімов С. В. Експлуатація і обслуговування машин : навч. посіб. Рівне : НУВГП, 2010. 218 с. URL: http://ep3.nuwm.edu.ua/5573/1/Klimov_EiOM.pdf

2. Нормативна довідкова і допоміжна література

8. ДСТУ Б Д.2.2-1:2012. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Земляні роботи. (Збірник 1). Київ : Мінрегіон України, 2012.
9. Беркман Й. Л., Раннев О. В., Рейш А. К. Універсальні однокішшові будівельні екскаватори : підручник. Вища школа, 1977. URL: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-63/>
10. Будівельні машини / під.ред. Волкова Д. П. М. : Вища школа, 1988. URL: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-62/>

11. Будівельні машини. Довідник. Ч.2 URL: <http://bibliograph.com.ua/spravochnik-40/index.htm>

12. Сукач М. К. Будівельні машини і обладнання : підручник. Київ : Ліра-К, 2016. 390 с. ISBN 978-617-7320-37-0. URL: <https://lira-k.com.ua/preview/12040.pdf>

13. Будівельні машини і обладнання. Практикум : навч. посібник / М. К. Сукач, С. Ю. Комоцька, М. М. Балака. К. : КНУБА, 2016. 120 с. URL: https://library.knuba.edu.ua/books/3_1_16.pdf

14. Методичні вказівки до самостійної роботи, лабораторних, практичних занять, контрольної та розрахунково-графічної робіт з дисципліни «Будівельна техніка», (для студентів 2,3 курсів усіх форм навчання, освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напряму підготовки 6.060101 – «Будівництво») / Укл.: А. О. Качура, М. Г. Костюк. Харків: ХНАМГ, 2009 р. 52 с. URL: https://eprints.kname.edu.ua/11878/1/MB_буд._техн.pdf