

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та природокористування

Кафедра гідротехнічного будівництва та гідравліки

01-04-101М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних завдань
та самостійної роботи з навчальної дисципліни

«Виробнича база будівництва»

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
ННІЕАВГ
протокол № 6 від 28.01.2025 р.

Рівне – 2025

Методичні вказівки до виконання практичних завдань та самостійної роботи з навчальної дисципліни «Виробнича база будівництва» 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]/ Герасімов Є .Г., Корнійчук В. І. – Рівне : НУВГП, 2025. – 35 с.

Укладачі: **Герасімов Є. Г.** – д.т.н., професор кафедри гідротехнічного будівництва та гідравліки; **Корнійчук В. І.** – к.т.н., доцент кафедри гідротехнічного будівництва та гідравліки.

Відповідальний за випуск – **Волк Л. Р.**, к.т.н., доцент, в.о. завідувача кафедри гідротехнічного будівництва та гідравліки.

Керівник групи забезпечення спеціальності 194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології

Клімов С. В.

Попередня версія методичних вказівок 01-02-107.

© Є. Г. Герасімов,
В. І. Корнійчук, 2025
© НУВГП, 2025

Зміст

Зміст.....	3
Вступ.....	4
1. Структура навчальної дисципліни.....	5
1.1 Теми практичних завдань.....	5
1.2 Самостійна робота	5
1.3 Методи контролю.....	6
2. Практичні завдання	7
2.1 Розрахунок місткості складів цементу та заповнювачів бетонного господарства	7
2.2 Розрахунок продуктивності бетонного господарства	10
2.3 Визначення виробничої потужності підприємства із виробництва збірного залізобетону.....	13
2.4 Обґрунтування параметрів кар'єру для будівництва насипної земляної греблі	16
2.5 Розрахунок потреби будівництва в транспортних засобах	24
2.6 Розрахунок потреби будівництва в бульдозерах	29
2.7 Розрахунок тимчасового енергозабезпечення будівництва	32
Рекомендована література.....	35

Вступ

Одним із ключових аспектів організації будівництва є створення та розвиток його матеріально-технічної бази. До неї належать промислові підприємства будівельної індустрії, засоби механізації виконання робіт, транспортні засоби, підрозділи для обслуговування та ремонту машин, механізмів і обладнання, а також об'єкти, що забезпечують будівництво та його соціально-побутову інфраструктуру. У своїй сукупності це утворює виробничу базу будівництва.

Навчальна дисципліна «Виробнича база будівництва» охоплює комплекс знань про організацію робіт підготовчого та основного періодів, створення й експлуатацію об'єктів виробничої бази будівництва. Вона базується на знаннях технології та організації водогосподарського будівництва, планування і управління виробничими процесами тощо.

Значення дисципліни «Виробнича база будівництва» є надзвичайно вагомим, оскільки без розуміння питань проектування, створення та використання виробничої бази неможливо ефективно реалізовувати основні будівельні роботи.

Після вивчення цієї навчальної дисципліни майбутній фахівець повинен володіти знаннями щодо структури підприємств виробничої бази, основних принципів розрахунку їх потужностей, технологічних схем і сучасних технологій виробництва будівельних матеріалів. Також він має вміти з використанням нормативних документів визначати параметри екологічно безпечних технологій та організувати виробництво, транспортування і зберігання будівельних матеріалів, виробів і конструкцій, а також проектувати об'єкти виробничої бази будівництва.

За навчальним планом освітньо-професійної програми «Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології» спеціальності 194 Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології дисципліна «Виробнича база будівництва» представлена лекційним курсом, практичними заняттями та самостійною роботою. Кількість кредитів ECTS – 3,0, загальний обсяг годин дисципліни складає 90 год.

1. Структура навчальної дисципліни

1.1 Теми практичних завдань

- Розрахунок місткості складів цементу та заповнювачів бетонного господарства (2 год).
- Розрахунок продуктивності бетонного господарства (2 год).
- Визначення виробничої потужності підприємства із виробництва збірного залізобетону (2 год).
- Обґрунтування параметрів кар'єру для будівництва насипної земляної греблі (3 год).
- Розрахунок потреби будівництва в транспортних засобах (2 год).
- Розрахунок потреби будівництва в бульдозерах (2 год).
- Розрахунок тимчасового енергозабезпечення будівництва (2 год).

1.2 Самостійна робота

Розподіл 60 годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- 24 годин – вивчення літератури по курсу і розробка лекційних конспектів;
- 14 години – підготовка до контрольних заходів;
- 22 годин – виконання практичних завдань.

Завдання для самостійної роботи – 60 годин

1. Поняття виробничої бази будівництва та її роль у гідротехнічному будівництві. Основні види та характеристика будівельних матеріалів для гідротехнічних споруд (10 год).
2. Логістика і транспортування будівельних матеріалів на об'єктах гідротехнічного будівництва (10 год).
3. Підприємства для виробництва нерудних будівельних матеріалів (8 год).
4. Обладнання для підготовки бетонної суміші та укладання бетону (8 год).
5. Арматурне та деревообробне господарство (8 год).
6. Організація, планування та управління виробничою базою будівництва (8 год).
7. Виробничо-побутова база будівництва. Енергопостачання та водопостачання будівництва (8 год).

1.3 Методи контролю

Методи оцінювання знань базується на проведенні контролю роботи студентів та оцінюванні ступеня засвоєння пройденого матеріалу.

Поточний контроль знань студентів здійснюється під час лекційних та практичних занять таким чином:

- усне опитування студентів під час лекцій та лабораторних занять;
- перевірка та захист виконаних практичних та індивідуальних завдань;
- складання модульного контролю.

Сумарна кількість балів за практичні заняття – 60 балів. Ступінь засвоєння студентами вивченого матеріалу оцінюється шляхом тестування з використанням технічних засобів. Поточний контроль знань студентів (змістові модулі 1, 2) та підсумковий контроль знань (залік) проводяться у Центрі незалежного оцінювання знань НУВГП. Знання за першим змістовим модулем оцінюються у 20 балів, за другим – у 20 балів, а підсумковий контроль знань (залік) – 40 балів.

Таким чином, максимальна оцінка знань з навчальної дисципліни “Виробнича база будівництва” становить 100 балів.

Структуру оцінки поточного (змістові модулі 1, 2) та підсумкового (залік) контролів знань за трьома рівнями (1 – достатній рівень складності, 2 – вище достатнього рівня складності, 3 – високий рівень складності) показано в таблиці.

**Таблиця формування білетів
тестових поточного контролю знань (модулі 1 і 2)**

Рівень складності	Загальна кількість завдань в базі	Кількість завдань в білеті	Оцінка завдань (бали)	
			за одне	загальна
1	100	20	0,4	0-8
2	20-30	9	1,0	0-9
3	20-30	1	3,0	0-3
Всього	150	30		0-20

Запитання 1-го, 2-го та 3-го рівнів допускають лише одну правильну відповідь.

У випадку отримання студентом менше 60 балів загально за навчальну дисципліну або не проходження хоча б одного змістового модуля, він повинен скласти підсумковий контроль знань (залік) шляхом тестування.

**Таблиця формування тестового завдання
підсумкового контролю знань (залік)**

Рівень складності	Загальна кількість завдань в базі	Кількість завдань в білеті	Оцінка завдань (бали)	
			за одне	загальна
1	200	30	0,9	0-27
2	50	9	1,0	0-9
3	50	1	4,0	0-4
Всього	300	40		0-40

Нормативні документи, що регламентують проведення поточного та підсумкового контролів знань і надають студентам можливість подавати апеляції:

- Положення про навчально-науковий центр незалежного оцінювання Національного університету водного господарства та природокористування, <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/4184>;
- Положення про семестровий поточний та підсумковий контроль навчальних досягнень здобувачів вищої освіти, <http://nuwm.edu.ua/struktorni-pidrozdili/navch-nauk-tsentr-nezaleznoho-otsiniuvannia-znan/dokumenti>.

Система оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти (семестровий поточний контроль) зі змінами та доповненнями, <http://nuwm.edu.ua/struktorni-pidrozdili/navch-nauk-tsentr-nezaleznoho-otsiniuvannia-znan/dokumenti>

2. Практичні завдання

2.1 Розрахунок місткості складів цементу та заповнювачів бетонного господарства

Метою розрахунків місткості складів цементу та заповнювачів бетонного господарства є обґрунтування та вибір їх марки для забезпечення потреб бетонного господарства.

Приклад розрахунку

Необхідно обчислити розрахункові місткості складів цементу, щебню і піску для приготування бетонної суміші при таких умовах:

- бетонний завод циклічної дії СБ-94 з експлуатаційною потужністю $55\text{м}^3/\text{год}$;
- доза цементу на 1 м^3 бетонної суміші – $0,38\text{т}$, склад прирельсовий; дози піску і щебеню на 1 м^3 бетонної суміші відповідно $0,40\text{м}^3$ і $0,91\text{м}^3$ (доставка здійснюється автомобільним транспортом).

Розрахункова місткість складів цементу визначається за формулою

$$M_{\text{ц}} = P_{\text{б. доб.}} \cdot \text{Ц} \cdot t_{\text{ц}} \cdot K_{\text{Т}} \quad (2.1.1)$$

де $P_{\text{б. доб.}}$ – продуктивність бетонного господарства за добу, яка визначається за формулою

$$P_{\text{б. доб.}} = P_{\text{б.т}} \cdot m = 55 \cdot 21 = 1155 \text{ м}^3/\text{добу} \quad (2.1.2)$$

$P_{\text{б.т}}$ – годинна нормативна (таблична) потужність бетонного заводу (згідно вихідних даних $P_{\text{б.т}} = 55 \text{ м}^3/\text{год}$;

m – число робочих годин на добу, враховуючі перерви на обід та трьохзмінний режим роботи заводу $m = 21$;

Ц – дози цементу на 1 м^3 бетонної суміші (згідно вихідних даних $\text{Ц} = 0,38 \text{ т}$);

$t_{\text{ц}}$ – термін зберігання запасу цементу на складі, *доба* (для прирейкового складу $t_{\text{ц}} = 10..15 \text{ дів}$, для притрасового складу $t_{\text{ц}} = 5..7 \text{ дів}$);

$K_{\text{Т}}$ – коефіцієнт, який залежить від нерівномірності доставки цементу на склад ($K_{\text{Т}} = 1,2..1,3$ для автомобільного транспорту; $K_{\text{Т}} = 1,3..1,35$ для залізничного транспорту).

Тоді

$$M_{\text{ц}} = 1155 \cdot 0,38 \cdot 12 \cdot 1,3 = 6846,8 \text{ т.}$$

За табл. 2.1.1 (типові силосні склади цементу) підбираємо нормативні значення місткості складів цементу. При цьому повинна виконуватись умова:

$$M_{\text{ц.т}} \geq M_{\text{ц.р}}$$

Приймаємо десять складів місткістю 720 м^3 кожен. Параметри прийнятих складів наведено в таблиці 2.1.2.

Таблиця 2.1.1 – Типові силосні склади цементу

№ з/п	Показники	Значення показників для складів цементу											
		притрасові				прирельсові							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Шифр проекту 409-	-633	-634	-29-62	-29-64	-225	-	-221	-220	-29-61	-29-63	-29-65	-29-66
2	Місткість складу; т при 6 силосах при 4 силосах	190 -	- 100	360 240	720 480	- 200	300 -	- 400	600 -	360 240	720 480	1700 1100	4000 2500
3	Число силосів, шт	6	4	$\frac{6}{4}$	$\frac{6}{4}$	4	6	4	6	$\frac{6}{4}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{6}{4}$	$\frac{6}{4}$
4	Місткість силоса, т	15	25	60	120	50	50	100	100	60	120	280	$\frac{645}{445}$
5	Діаметр силоса	2,4	2,4	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	5,0	$\frac{8,0}{7,0}$
6	Число рядів	1..2	1..2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	2
7	Встановлена потужність, кВт	12,5	18,6	$\frac{47,5}{43,8}$	$\frac{47,8}{44,1}$	40,6	45,4	56,9	93,8	$\frac{211,7}{207,9}$	$\frac{211,9}{208,1}$	$\frac{412,1}{403,4}$	$\frac{412,3}{403,9}$

Примітка: Над рискою дано показники для складу з 6 силосів, а під рискою – 4

Таблиця 2.1.2 – Параметри підібраних складів цементу

№ типового проекту	Місткість складу, т		Параметри силосів			Добова потреба, м ³	Запас матер. діб
	розрах.	прийнята	к-ть	міст-ть, т	діам, м		
409-29-63	6846,8	7200	60	120	3,5	1155	12

Місткість складів заповнювачів визначається окремо для піску і окремо для щебню за формулами:

$$M_{\Pi} = P_{б. доб.} \cdot P \cdot t_{\Pi} \cdot K_{т.п} \quad (2.1.3)$$

де P – доза піску для виробництва 1 м³ бетонної суміші (згідно вих. даних $P=0,40\text{м}^3$);

t_{Π} – розрахунковий термін запасу піску на складах (в нашому випадку доставка піску на склад з кар'єру здійснюється автомобільним транспортом, тому $t_{зап}=3\text{доби}$);

$K_{т.п}$ – коефіцієнт, який враховує нерівномірність надходження піску на склад (в нашому випадку пісок буде доставлятися на склад автотранспортом, тому $K_{т.п} = 1,15 \dots 1,20$. Приймаємо $K_{т.п} = 1,20$).

Тоді

$$M_{\Pi} = 1155 \cdot 0,40 \cdot 3 \cdot 1,20 = 1663,2 \text{ м}^3$$

$$M_{\Щ} = P_{б. доб.} \cdot \Щ \cdot t_{\Щ} \cdot K_{т.щ} \quad (2.1.4)$$

$\Щ$ – доза щебню для виробництва 1 м³ бетонної суміші (згідно вих. даних $\Щ=0,91 \text{ м}^3$);

$t_{\Щ}$ – розрахунковий термін запасу щебню на складах (в нашому випадку доставка щебню на склад з кар'єру здійснюється автомобільним транспортом, тому $t_{\Щ}=3 \text{ доби}$);

$K_{т.щ}$ – коефіцієнт, який враховує нерівномірність надходження щебню на склад (в нашому випадку щебень буде доставлятися на склад автотранспортом, тому $K_{т.щ} = 1,15 \dots 1,20$. Приймаємо $K_{т.щ} = 1,20$).

Тоді

$$M_{\Щ} = 1155 \cdot 0,91 \cdot 3 \cdot 1,20 = 3783,8 \text{ м}^3$$

За табл. 2.1.3 (типові склади заповнювачів) підбираємо нормативні значення місткості складів піску та щебню. При цьому повинна виконуватись умова:

$$M_{ц.т} \geq M_{ц.р}$$

Таблиця 2.1.3 – Типові силосні склади цементу

№ з/п	Показники	Місткість складів, м ³											
		100	200	1250	2000	1200	2050	1500	4000	8700	2200	4300	7300
1	№ типового проекту за переліком Держбуду 4-09-	-802	-801	-262	-261	-259	-258	-539	-538	-537	-256	-255	-254
2	Тип складу	Автоматизовані траншейно-бункерні з кільцевим розташуванням приймальних бункерів		Траншейного типу з розвантажувальною автомобільною естакадою		Траншейного типу з низькою залізничною розвантажувальною естакадою і платформою		Автоматизований штабельно-напівбункерний. обладнаний порталним розвантажувачем С-492			Штабельно-траншейний обладнаний радіально-пересувним конвеєром		
3	Експлуатаційна продукт. компл. машин і механізмів т/год: за прийомом за видачею	50 10	50 10	до 250 180	до 250 180	до 500 130	до 500 180	120 130	300 130	300 290	300 130	300 180	300 240

Приймаємо:

для піску – один склад місткістю 2050 м³ ($W_{\Pi} = 2050 \text{ м}^3$);

для щебню – один склад місткістю 4000 м³ ($W_{\text{Щ}} = 4000 \text{ м}^3$).

Нормативна місткість складів повинна дорівнювати або бути більша за розрахункову в межах 5 %.

2.2 Розрахунок продуктивності бетонного господарства

Необхідно визначити нормативну експлуатаційну продуктивність бетонного заводу, тип і марку бетонозмішувачів, підібрати їх кількість при наступних умовах:

- загальний об'єм бетонних робіт по спорудам гідровузла складає 22 000 м³;
 - термін будівництва – 10 міс;
 - число робочих днів у місяці – 25 дн.;
- число робочих годин у добі – 14 год.

Для бетонного заводу приймаємо циклічні пересувні бетонозмішувачі, оскільки маємо незначний об'єм бетонних робіт і спорудження об'єктів потребує зменшення транспортних витрат.

Визначаємо розрахункову продуктивність бетонного заводу за формулою

$$Q_{б.з.} = \frac{I_{бет} \cdot k_H}{n \cdot m \cdot \varphi} \quad (2.2.1)$$

де $I_{бет}$ – місячна інтенсивність виконання бетонних робіт

$$I_{бет} = \frac{V_{бет}}{t_{бет}} = \frac{22000}{10} = 2200 \text{ м}^3/\text{міс} \quad (2.2.2)$$

$V_{бет}$ – об’єм бетонних робіт, згідно вихідних даних $V_{бет} = 22000 \text{ м}^3$;

$t_{бет}$ – термін будівництва, згідно вихідних даних $t_{бет} = 10 \text{ міс}$.

k_H – коефіцієнт нерівномірності виконання бетонних робіт ($k_H=1,3\dots1,4$, приймаємо $k_H=1,4$);

n – число робочих днів у місяці, згідно вихідних даних $n = 25 \text{ дн.}$;

m – число робочих годин у добі, згідно вихідних даних $m = 14 \text{ год}$;

φ – коефіцієнт, що враховує ефективність використання робочого часу ($\varphi = 0,85 \dots 0,95$), приймаємо $\varphi = 0,9$.

Тоді, отримаємо:

$$Q_{б.з.} = \frac{2200 \cdot 1,4}{25 \cdot 14 \cdot 0,9} = 9,8 \text{ м}^3/\text{год}$$

Підбираємо попередньо місткість бетонозмішувача по сухим заповнювачам за табл. 2.2.1.

Таблиця 2.2.1 – Місткість бетонозмішувача по сухим заповнювачам залежно від об’єму бетонних робіт

Об’єм бетонних робіт, <i>тис. м</i> ³	10 – 20	20 – 50	50 – 100	100 – 250	250 – 500	500 – 1000	>1000
Місткість бетонозмішувача по сухим заповнювачам, <i>л</i>	100 – 250	250 – 500	500 – 750	750 – 1200	1200 – 1500	1500 – 2400	2400 – 3000

Оскільки загальний об’єм бетонних робіт по гідровузлу складає $22\ 000 \text{ м}^3$, то місткість бетонозмішувача по сухим заповнювачам приймаємо в межах (250...500) *л*.

Визначаємо розрахункову продуктивність бетонозмішувача за формулою

$$q_б = \frac{3,6 \cdot V_б \cdot \beta \cdot k_E}{t_з + t_n + t_B + t_{пов}} \quad (2.2.3)$$

де $V_б$ – місткість бетонозмішувача по завантаженню $V_б = 250 \text{ л}$;

β – коефіцієнт виходу бетонної суміші ($\beta = 0,67$);

k_E – коефіцієнт ефективності використання бетонозмішувача ($k_E = 0,8 \dots 0,9$),
приймаємо $k_E = 0,9$;

t_3 – час завантаження бетонозмішувача компонентами бетонної суміші
($t_3 = 15 \dots 20$ с), приймаємо $t_3 = 17$ с;

t_n – тривалість перемішування бетонної суміші (для гравітаційного
перемішування $t_n = 90 \dots 150$ с), приймаємо $t_n = 90$ с;

t_B – час вивантаження суміші з барабану ($t_B = 12 \dots 20$ с), приймаємо $t_B = 15$ с;

$t_{\text{пов}}$ – час повернення барабана у вихідну позицію ($t_{\text{пов}} = 12 \dots 20$ с), приймаємо
 $t_{\text{пов}} = 12$ с.

Тоді, отримаємо:

$$q_6 = \frac{3,6 \cdot 250 \cdot 0,67 \cdot 0,9}{17 + 90 + 15 + 12} = 4,1 \text{ м}^3/\text{год}$$

За табл. 2.2.2 вибираємо нормативну експлуатаційну продуктивність бетонозмішувача, яка має бути близькою до розрахункової. Остаточо приймаємо пересувний бетонозмішувач С-739 з експлуатаційною продуктивністю $q_{\text{б.т.}} = 2,9 \dots 3,6 \text{ м}^3/\text{год}$.

Кількість бетонозмішувачів визначається за формулою

$$n_6 = \frac{Q_{\text{б.з.}}}{q_{\text{б.т.}}} \quad (2.2.4)$$

де $Q_{\text{б.з.}}$ – розрахункова продуктивність бетонозмішувача, яка була визначена за формулою (2.2.1) $Q_{\text{б.з.}} = 9,8 \text{ м}^3/\text{год}$;

$q_{\text{б.т.}}$ – табличне значення експлуатаційної продуктивності бетонозмішувача.

$$n'_6 = \frac{Q_{\text{б.з.}}}{q'_{\text{б.т.}}} = \frac{9,8}{2,9} = 3,4 \text{ шт}; \quad n''_6 = \frac{Q_{\text{б.з.}}}{q''_{\text{б.т.}}} = \frac{9,8}{3,6} = 2,7 \text{ шт}$$

Остаточо приймаємо 3 основних бетонозмішувачі марки С-739 і один резервний.

Таблиця 2.2.2 – Експлуатаційні характеристики бетонозмішувачів

№ п/п	Показники	Стаціонарні				Пересувні			З примусовим перемішуванням		
		С-336В	С-333, С-333П	С-302И	С-230Ф	С-187Б	С-739	С-399	С-371	С-355	С-356
1	Завантажувальна місткість барабану сухими заповнювачами, л	500	500	1200	2400	100	250	250	250	500	1000
2	Місткість барабану по виходу бетону, л	330	330	800	1600	65	165	165	165	330	660
3	Найбільша крупність заповнювача, мм	70	70	120	150	40	70	70	40	40	70
4	Число замісів за годину	24...30	24...30	20...24	17...20	22...27	22...27	22...27	24	24	24
5	Технічна продуктивність, м ³ /год	7,9...9,9	7,9...9,9	16...19	27...32	1,4...1,8	3,6...4,5	3,6...4,5	3,8	7,5	15
6	Експлуатаційна продуктивність в м ³ /год ($k_E=0,8$)	6,3...7,9	6,3...7,9	12,8...15,2	21,6...25,6	1,1...1,4	2,9...3,6	2,9...3,6	3	6	12

2.3 Визначення виробничої потужності підприємства із виробництва збірного залізобетону

Під виробничою потужністю підприємства із виробництва збірного залізобетону, мається на увазі максимально можливе річне виробництво продукції у запланованій номенклатурі, або фактичній номенклатурі при повному використанні потужності обладнання.

Номенклатура – сукупність продукції, що виробляється на підприємстві.

Потужність може бути **проектною** ($M_{пр}$) і **фактичною** ($M_{ф}$).

Проектна потужність підприємства – це максимальна потужність, яка може бути досягнута в ідеальних умовах. Вона визначається в процесі проектування, реконструкції (розширення) діючого або будівництва нового підприємства: вона вважається оптимальною, оскільки склад і структура устаткування відповідають структурі трудомісткості запроектованої номенклатури продукції.

Поточна (фактично досягнута) виробнича потужність визначається періодично у зв'язку зі зміною умов виробництва (номенклатури і структури трудомісткості продукції) або перевищенням проектних показників. При цьому обчислюють *вхідну* (на початок року), *вихідну* (на кінець року) та *середньорічну потужність підприємства*.

Виробнича потужність технологічної лінії залежить від продуктивності окремих агрегатів, які входять в її склад; часу, протягом якого обладнання працює

у розрахунковому періоді.

Для підприємств із виробництва залізобетонних виробів головним обладнанням є формувальне, від продуктивності якого залежить потужність технологічної лінії.

Продуктивність формувального агрегату (P_{ϕ}) при виробництві протягом року однакових виробів визначають за формулою

$$P_{\phi} = \frac{T_c \cdot C \cdot 60}{t_{\phi}} \cdot g_{\phi} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \quad (2.3.1)$$

де T_c – час роботи агрегату за добу (8, 16, 24 год відповідно при одно-, дво-, та тризмінній роботі);

C – кількість робочих діб за рік (приймається рівною 247 діб);

t_{ϕ} – тривалість циклу формування виробів з урахуванням підготовчих операцій, хв;

g_{ϕ} – об'єм виробів, які виготовляють за 1 цикл, м³;

K_1 – коефіцієнт технічного використання формувального обладнання, який дорівнює 0,9;

K_2 – питома вага використання робочого часу при виготовленні певного виробу;

K_3 – кількість технологічних ліній.

При виробництві на одній лінії протягом року різних виробів для визначення її потужності враховують питому вагу часу на виробництво окремих виробів в загальному часі лінії за рік.

При визначенні потужності підприємства підсумовують потужність його технологічних ліній.

Приклад розрахунку

Розрахувати виробничу потужність технологічних ліній підприємства із виробництва збірного залізобетону за наступних вихідних даних (табл. 2.3.1)

Таблиця 2.3.1 – Характеристика технологічних ліній підприємства із виробництва збірного залізобетону

Номер варіанта	Питома вага використання робочого часу при виготовленні виробів		Об'єм виробу, м ³		Тривалість формування одного виробу, хв		Кількість	
	1 виріб	2 виріб	1 виріб	2 виріб	1 виріб	2 виріб	Змін роботи устаткування	Ліній
	K_2		g_{ϕ}		t_{ϕ}			K_3
0	0,9	0,1	1,6	5,2	21	25	1	1

Продуктивність технологічних ліній підприємства будемо визначати за продуктивність формувального агрегату (P_{ϕ}), за формулою (2.3.1), окремо для кожної із двох ліній випуску продукції

$$P_{\phi} = \frac{T_c \cdot C \cdot 60}{t_{\phi}} \cdot g_{\phi} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

де T_c – час роботи агрегату за добу (згідно вихідних даних обладнання працює в одну зміну, тому $T_c = 8 \text{ год}$);

C – кількість робочих діб за рік (приймаємо $C=247 \text{ діб}$);

t_{ϕ} – тривалість циклу формування виробів з урахуванням підготовчих операцій, для першого виробу $t_{\phi 1} = 21 \text{ хв}$, для другого виробу $t_{\phi 2} = 25 \text{ хв}$;

g_{ϕ} – об'єм виробів, які виготовляють за 1 цикл, для першого виробу $g_{\phi 1} = 1,6 \text{ м}^3$, для другого виробу $g_{\phi 2} = 5,2 \text{ м}^3$;

K_1 – коефіцієнт технічного використання формувального обладнання, який дорівнює 0,9;

K_2 – питома вага використання робочого часу при виготовлені виробу для першого виробу $K_{2 1} = 0,9$, для другого виробу $K_{2 2} = 0,1$;

K_3 – кількість технологічних ліній, згідно вихідних даних маємо одні технологічну лінію $K_3 = 1$.

Тоді, для першого виробу отримаємо

$$P_{\phi 1} = \frac{T_c \cdot C \cdot 60}{t_{\phi 1}} \cdot g_{\phi 1} \cdot K_1 \cdot K_{2 1} \cdot K_3 = \frac{8 \cdot 247 \cdot 60}{21} \cdot 1,6 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 1 = 7316,8 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Для другого виробу отримаємо

$$P_{\phi 2} = \frac{T_c \cdot C \cdot 60}{t_{\phi 2}} \cdot g_{\phi 2} \cdot K_1 \cdot K_{2 2} \cdot K_3 = \frac{8 \cdot 247 \cdot 60}{25} \cdot 5,2 \cdot 0,9 \cdot 0,1 \cdot 1 = 2219,4 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Тоді загальна потужність підприємства

$$P_{\phi} = P_{\phi 1} + P_{\phi 2} = 7316,9 + 2219,4 = 9536,3 \text{ м}^3/\text{рік}$$

2.4 Обґрунтування параметрів кар'єру для будівництва насипної земляної греблі

Розрахувати розміри сухого кар'єру та обсяги розкривних робіт для зведення насипної земляної греблі. Визначити відстані переміщення рослинного ґрунту у тимчасовий відвал при зрізуванні і переміщенні та при рекультивації кар'єру раніше знятим рослинним ґрунтом при наступних вихідних даних:

- ґрунт тіла греблі – супісок;
- ґрунт основи греблі – суглинок;
- проектний об'єм земляних робіт по зведенню земляної греблі $W_{np} = 47500\text{м}^3$;
- тривалість зведення греблі $T = 1$ рік;
- товщина шару ґрунту придатного для розробки (глибина кар'єру), $h_k = 3,0\text{м}$;
- товщина шару рослинного ґрунту, $h_{рг} = 0,4\text{м}$;
- транспорт переміщення ґрунту від кар'єру до місця укладання – автомобільний.

Виробничі об'єми робіт враховують проектні об'єми, а також технологічні операції при будівництві конкретного об'єкту. Виробничий об'єм земельних робіт при влаштування земляної греблі визначаємо за формулою

$$W_{вир} = W_{np} \cdot k_{вир}, \quad (2.4.1)$$

де W_{np} – проектний об'єм земляних робіт в м^3 (згідно вихідних даних $W_{np} = 47500\text{м}^3$);

$k_{вир}$ – коефіцієнт перерахунку від проектного об'єму земельних робіт до виробничого, який визначаємо за формулою

$$k_{вир} = (k_p + k_{п} + k_{т} + k_{у} + k_{уc} + k_{oc}) - (n - 1) \quad (2.4.2)$$

k_p – коефіцієнт початкового розпушення, який враховує втрати ґрунту в результаті початку розпушення його у кар'єрі (за табл. 2.4.1 $k_p = 1,08 \dots 1,17$, приймаємо $k_p = 1,15$);

Таблиця 2.4.1 – Значення коефіцієнта початкового розпушення ґрунту k_p залежно від типів ґрунтів

№ з/п	Типи ґрунтів	k_p
1	Скельні ґрунти, що розпушені способом вибуху	1,45...1,50
2	Глинисті ґрунти	1,24...1,30
3	Суглинисті ґрунти	1,20...1,30
4	Легкі і лесовидні суглинки	1,20...1,30
5	Піски і супіски	1,08...1,17

k_n – значення коефіцієнта, що враховує втрати ґрунту у кар’єрі при переміщенні і навантаженні його у транспорт (за табл. 2.4.2 $k_n = 1,02...1,03$, приймаємо $k_p = 1,02$);

Таблиця 2.4.2 – Значення коефіцієнта, що враховує втрати ґрунту у кар’єрі при переміщенні і навантаженні його у транспорт k_n

№ з/п	Види кар’єрів	Типи ґрунтів	k_n
1	Сухий кар’єр	Піщані, супіщані	1,02...1,03
2	Сухий кар’єр	Глинисті, суглинисті	1,03
3	Скельні кар’єри	Горна маса	1,03...1,04
4	Гідромеханізовані кар’єри	Піщані, гравійні	1,05

k_T – значення коефіцієнта, що враховує втрати ґрунту при його транспортуванні від кар’єру до місця укладання (за табл. 2.4.3, приймаємо $k_T = 1,01$ для автомобільного транспорту);

Таблиця 2.4.3 – Значення коефіцієнта, що враховує втрати ґрунту при його транспортуванні від кар’єру до місця укладання k_T

№	Вид транспорту	k_T
1	Автотранспорт	1,01
2	Залізничний транспорт	1,02
3	Скреперний транспорт	1,03
4	Гідротранспорт	1,05

k_y – коефіцієнт, який враховує додатковий об’єм ґрунту при його ущільненні різними механічними засобами ($k_y = 1,02...1,05$, приймаємо $k_y = 1,04$);

k_{yc} – коефіцієнт, який враховує додатковий об’єм ґрунту за рахунок осідання тіла земляної греблі (за табл. 2.4.4 приймаємо $k_{yc} = 1,01$, як для насипів з супіщаних ґрунтів висотою до 15 м);

Таблиця 2.4.4 – Значення коефіцієнта, що враховує додатковий об’єм ґрунту за рахунок осідання тіла насипу k_{yc}

№ з/п	Ґрунт споруди і спосіб виконання робіт	k_{yc}
1	Насип з піщаних і супіщаних ґрунтів	1,01
2	Насип з глинистих і суглинистих ґрунтів висотою до 15 м включно	1,03
3	Насип з глинистих і суглинистих ґрунтів висотою більше 15 м	1,04
4	Кам’яна накидка шарами до 2 м включно	1,01
5	Кам’яна накидка шарами більше 2 м	1,02
6	Намив з піщаних ґрунтів	1,01
7	Намив з суглинистих ґрунтів	1,02

k_{oc} – коефіцієнт, який враховує додатковий об’єм споруди за рахунок ущільнення її основи (за табл. 2.4.5 приймаємо $k_{oc} = 1,04$, як для насипів на суглинистих ґрунтах);

Таблиця 2.4.5 – Значення коефіцієнта, що враховує додатковий об’єм ґрунту за рахунок осідання тіла насипу k_{oc}

№ з/п	Ґрунти - основи	k_{oc}
1	Скельні	1,00
2	Піщані	1,02
3	Супіщані	1,03
4	Суглинисті	1,04
5	Глинисті	1,05

Тоді

$$k_{вир} = (1,13 + 1,02 + 1,01 + 1,04 + 1,01 + 1,04) - (6 - 1) = 1,25.$$

$$W_{вир} = 47500 \cdot 1,25 = 59375 \text{ м}^3.$$

Для того, щоб розрахувати параметри кар’єру необхідно підібрати марку і місткість ковша екскаватора, що буде його розробляти. Річний об’єм робіт екскаватора розраховуємо за формулою

$$W_{річн} = \frac{W_{вир} \cdot k_H}{T \cdot k_{роз}} \quad (2.4.3)$$

k_H – коефіцієнт нерівномірності подачі ґрунтової маси в тіло дамби, $k_H = 1,1$;

T – тривалість зведення греблі в роках (згідно проектних даних $T = 1$ рік);

$k_{роз}$ – коефіцієнт, який залежить від схеми розкриття рослинного шару ґрунту бульдозерами ($k_{роз} = 0,95 \dots 0,97$, приймаємо $k_{роз} = 0,96$).

Тоді

$$W_{річн} = \frac{59375 \cdot 1,1}{1 \cdot 0,96} = 68033,9 \text{ м}^3$$

За табл. 2.4.6 визначаємо межі місткості ковша екскаватора для розробки кар’єру залежно від річного об’єму робіт по насипу земляної греблі. В нашому випадку при $W_{річн} = 68033,9 \text{ м}^3$, $q_e = 1,5 \dots 2,0 \text{ м}^3$.

Таблиця 2.4.6 – Рекомендації щодо вибору землерозробної техніки залежно від річного обсягу робіт

№ з/п	Річний обсяг робіт на одну землерийну машину, m^3	Місткість ковшів, що забезпечує найменшу вартість розробки ґрунту, m^3		
		Одноківшові екскаватори	Причіпні скрепери	Самохідні скрепери
1	Менше 5000	-	2,25...3,0	-
2	Від 5000 до 10 000	0,25...0,35	3,0...5,0	4,0...6,0
3	Від 10 000 до 20 000	0,5...0,8	5,0...7,0	6,0...8,0
4	Від 20 000 до 50 000	1,0...1,25	7,0...8,0	8,0...9,0
5	Від 50 000 до 100 000	1,5...2,0	10,0	9,0...10,0
6	Від 100 000 до 1 000 000	2,25...3,0	15,0	15,0
7	Більше 1 000 000	4,0...8,0	15,0 і більше	15,0 і більше

За табл. 2.4.7 визначаємо остаточно місткість ковша екскаватора та його марку. Приймаємо місткість ковша екскаватора $1,5 m^3$ марки EO-5122A.

Таблиця 2.4.7 – Робочі параметри однокішшевих екскаваторів з прямим ковшем

№ з/п	Параметри	Місткість ковша екскаватора, m^3				
		0,65	1,0	1,25	1,5	2,5
1	Марка екскаватора	EO-4111 B	Є-10011A	Є-1252	EO-5122A	EO-7111
2	Найбільший радіус копання $R_{max\ коп.}, m$	7,8	9,0	9,9	7,9	12
3	Найбільша глибина копання $H_{max\ коп.}, m$	7,1	6,7	7,8	9,65	10
4	Найбільша висота вивантаження $H_{max\ вив.}, m$	4,5	5,1	5,1	5,1	7
5	Найбільший радіус вивантаження, м	7,1	8,0	8,9	9,2	10,8
6	Потужність, кВт (к.с.)	74 (100)	74 (100)	110 (150)	125 (170)	160 (218)
7	Норми часу Н-ч на $1000m^3$ з навантаж, у трансп. засоби, маш- год:					
	І гр.	29,58	20,40	15,1	14,81	11,46
	II гр.	36,38	25,50	19,04	18,36	14,16
	III гр.	47,60	31,79	27,95	21,76	17,51
8	Планова кількість змін роботи в році	385	430	385	450	430
9	Практична висота вибою, м	1,6	2,0	2,5	3,0	3,0

Площа кар'єру придатного для розробки ґрунту визначаємо за виразом

$$F_{кр} = \frac{W_{вир}}{h_k} = \frac{59375}{3,0} = 19791,7m^2 \quad (2.4.4)$$

де h_k – товщина шару ґрунту придатного для розробки (глибина кар'єру), (згідно вихідних даних $h_k = 3,0m$).

Ширину дна кар'єру $b_{кр}$ (рис. 2.4.1) визначаємо за формулою

$$b_{кр} = \sqrt{F_{кр}} = \sqrt{19791,7} = 141\text{м} \quad (2.4.5)$$

Довжина дна кар'єру, придатного для розробки ґрунту, обчислюємо за виразом

$$l_{кр} = \frac{F_{кр}}{b_{кр}} = \frac{19791,7}{141} = 141\text{м} \quad (2.4.6)$$

де $l_{кр}$ – довжина кар'єру, м (заокруглюється до більшого значення).

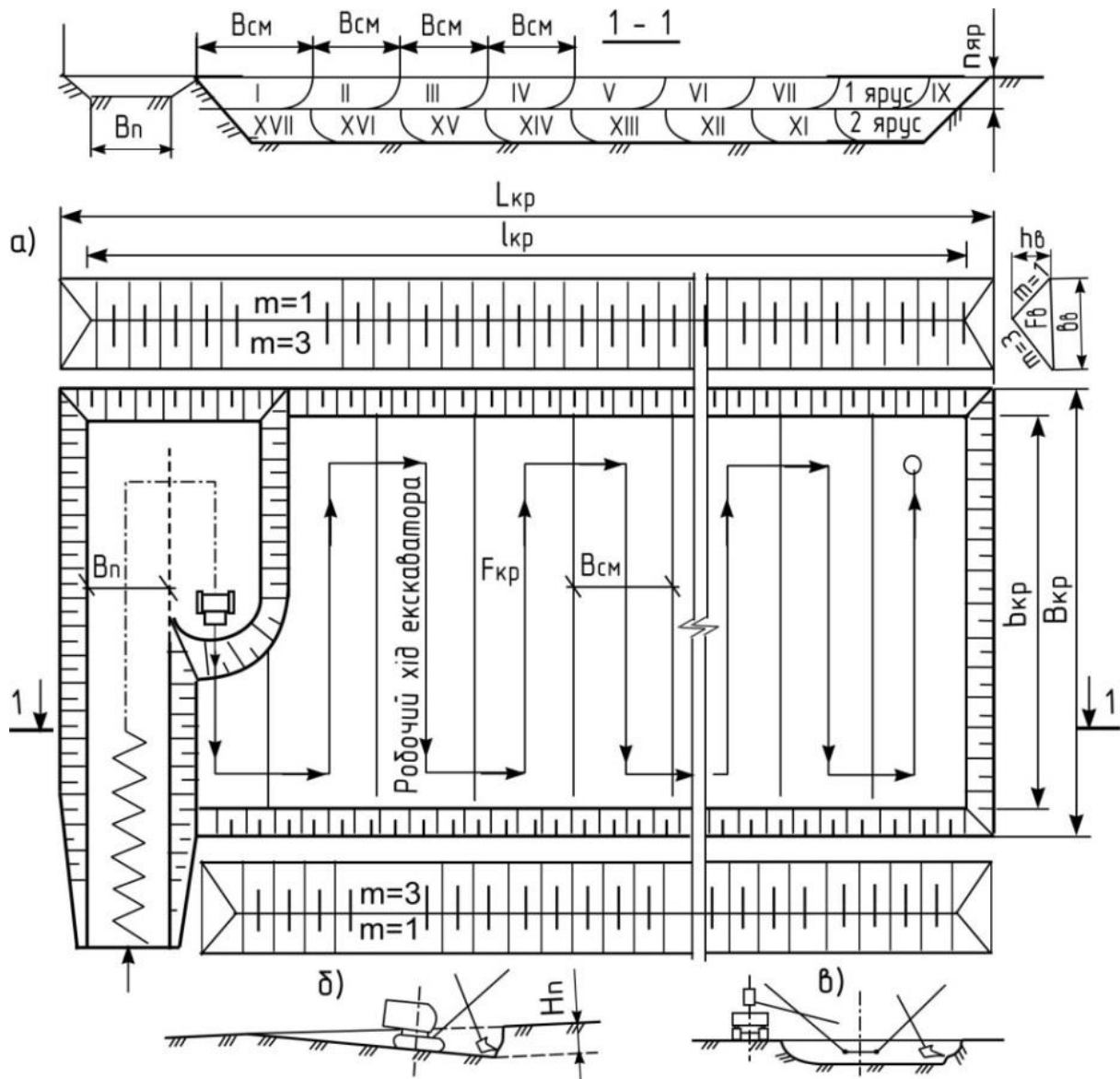


Рисунок 2.4.1 – Схема для визначення планового розташування і основні розміри сухого кар'єру та відвалів: а) план розробки кар'єру з розбивкою на смуги; б) заглиблення одноківшевого екскаватора «з прямим ковшем» у вибій; в) роботи одноківшевого екскаватора «з прямим ковшем» при розробці піонерної траншеї.

Після попереднього визначення значень $l_{кр}$ і $b_{кр}$ необхідно врахувати умову, що $l_{кр}/b_{кр} = 1 \dots 3$.

Для остаточного прийняття значень $l_{кр}$ і $b_{кр}$ необхідно врахувати, що переміщення рослинного ґрунту, при виконанні розкривних робіт, буде здійснюватися бульдозером, тому відстань переміщення не повинна перевищувати 60...120 м (залежно від потужності бульдозера).

У нашому випадку при відношенні $l_{кр}/b_{кр} = 141/141 = 1$, умова виконується.

При цьому, кількість смуг ($n_{см}$) розробки мінерального ґрунту екскаватором вздовж кар'єра визначається після остаточного прийняття значень $l_{кр}$ і $b_{кр}$.

Тоді

$$n_{см} = (l_{кр} - B_n) / B_{см} \quad (2.4.7)$$

B_n – ширина піонерної траншеї, що розробляється екскаватором фронтальним вибоєм за поздовжньою схемою (в м) (визначається за табл. 8) $B_n = 25,0$ м;

$B_{см}$ – ширина смуги бічним вибоєм (в м) (визначається за табл. 8) $B_{см} = 8,7$ м.

Таблиця 2.4.8 – Основні параметри піонерних траншей та технологічного циклу розробки ґрунту одноківшевыми екскаваторами з прямим ковшем

№ з.п.	Місткість ковша екскаватора, м ³ (вантажного автосамоскида, т)	При проходженні піонерної траншеї лобовим вибоєм, м				При розробці ґрунту боковим вибоєм, м					
		h _к	B _п	b	C	h _к	B ₁	B ₂	b	b _г	B _{стр.}
1	E – 0,5...0,65 м ³ (A – 3,5...5,0 т)	До 4,0	21,4	4,3	7,2	До 4,5	6,9	2,7	4,6	2,6	7,3
2	E – 0,8...1,0 (A – 5...10)	4,6	25,4	5,0	9,0	4,6	8,0	3,0	5,0	2,5	8,0
3	E – 1,0...1,5 (A – 5...10)	5,0	25,0	5,8	7,4	5,0	8,8	2,7	5,8	2,7	8,7
4	E – 2,0...2,5 (A – 10...25)	6,0	29,0	6,0	7,5	7,0	10,6	3,9	6,7	2,7	10,6

Примітка: Висота навантаження ґрунту прийнята у всіх випадках з запасом не менше 0,5 м найбільшої навантажувальної висоти автосамоскида

Розрахункове значення $n_{см}$ заокруглюється до більшого цілого числа

$$n_{см} = (141 - 25,0) / 8,7 = 14 \text{ смуг.}$$

Знаючи розміри кар'єра, а також обсяги розкривних робіт, можна визначити місце розташування тимчасових відвалів рослинного ґрунту.

Об'єм розкривних робіт $W_{роз}$ обчислюється за формулою

$$W_{роз} = B_{кр} \cdot L_{кр} \cdot h_{рз} = 128 \cdot 129 \cdot 0,3 = 4954 \text{ м}^3 \quad (2.4.8)$$

$B_{кр}$, $L_{кр}$ – відповідно ширина і довжина кар'єру на рівні поверхні рослинного шару ґрунту в м (рис. 2.4.1), які визначаються за формулами

$$B_{кр} = b_{кр} + 2m_k h_{рг} \quad (2.4.9)$$

$$L_{кр} = l_{кр} + 2m_k h_{рг} \quad (2.4.10)$$

де $h_{рг}$ – товщина шару рослинного ґрунту (згідно вихідних даних $h_{рг} = 0,4$ м);
 m_k – коефіцієнт закладання укосів кар'єру (табл. 2.4.9) (приймаємо для супіщаних ґрунтів $m_k = 2,5$);

Таблиця 2.4.9 – Коефіцієнт закладання укосів сухого кар'єру залежно від типів ґрунтів

№ з/п	Тип ґрунтів	Коефіцієнт закладання укосу, m_k
1	Піски, супіски	2,5...3,0
2	Суглинки	2,0...2,5
3	Глинисті ґрунти	1,8...2,0
4	Гравійно-піщані	1,5...1,8
5	Скельні ґрунти	0,1...0,2

Тоді отримаємо

$$B_{кр} = 141 + 2 \cdot 2,5 \cdot 0,4 = 143,0 \text{ м};$$

$$L_{кр} = 141 + 2 \cdot 2,5 \cdot 0,4 = 143,0 \text{ м};$$

$$W_{роз} = 143 \cdot 143 \cdot 0,4 = 8179,6 \text{ м}^3$$

Площа поперечного перетину відвалу (рис. 2.4.2), з врахуванням коефіцієнта первинного розпушення рослинного ґрунту, визначаємо за формулою

$$F_B = \frac{W_{роз} \cdot k_{рг}}{l_B} = \frac{8179,6 \cdot 1,2}{261,0} = 37,6 \text{ м}^2 \quad (2.4.11)$$

$k_{рг}$ – коефіцієнт первинного розпушення рослинного ґрунту ($k_{рг} = 1,2 \dots 1,25$), приймаємо $k_{рг} = 1,2$;

l_B – довжина відвалу рослинного ґрунту в м, визначається за формулою для двобічного розташування відвалів

$$l_B = L_{кр} + (L_{кр} - B_{п}) = 143,0 + (143,0 - 25,0) = 261,0 \text{ м} \quad (2.4.12)$$

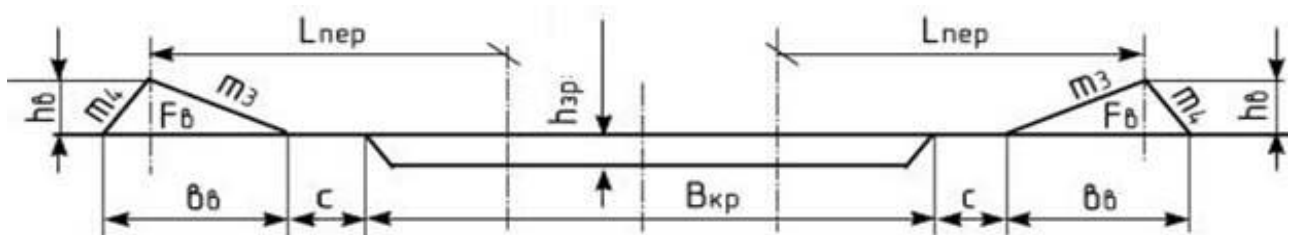


Рисунок 2.4.2 – Схема для визначення відстані переміщення рослинного ґрунту бульдозером у тимчасовий відвал при розкривних роботах в кар'єрі

Ширину основи відвалу обчислюємо за формулою

$$B_B = h_B \cdot (m_3 + m_4) = 4,3 \cdot (3,0 + 1,0) = 17,2\text{м} \quad (2.4.13)$$

де h_B – висота відвалу рослинного ґрунту в м

$$h_B = \sqrt{\frac{2 \cdot F_B}{m_3 + m_4}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 37,6}{3,0 + 1,0}} = 4,3\text{м} \quad (2.4.14)$$

m_3, m_4 – коефіцієнти закладання укосів відвалу (рис. 2.4.2), згідно з рекомендаціями приймаємо $m_3 = 3,0, m_4 = 1,0$.

Відстань переміщення рослинного ґрунту бульдозером у тимчасовий відвал при зрізуванні з поверхні кар'єра визначаємо за виразом (рис.2)

$$L_{\text{пер}} = \frac{1}{4} B_{кр} + c + m_3 \cdot h_B = \frac{1}{4} \cdot 143,0 + 3,0 + 3,0 \cdot 4,3 = 51,8\text{м} \quad (2.4.15)$$

c – відстань від бровки укосу кар'єру до підшви укосу відвалу, яка приймається в межах 3...5 м (технологічний запас на маневрування будівельної техніки), приймаємо $c = 3,0$ м.

Остаточно значення $L_{\text{пер}}$ заокруглюємо до цілого більшого числа $L_{\text{пер}} = 52\text{м}$, але при цьому для бульдозера має виконуватися умова

$$L_{\text{пер}} \leq 60 \dots 120\text{м}. \quad (2.4.16)$$

Якщо ця умова не виконується, то необхідно збільшити значення $l_{кр}$ і зменшити $b_{кр}$, але при цьому повинна виконуватися умова (16), розрахунок повторити.

Число ярусів розробки ґрунту у кар'єрі визначається за формулою

$$n_{\text{яр}} = \frac{h_k}{H_{\text{коп}}^{\text{max}}} = \frac{3,0}{9,65} = 0,31 \quad (2.4.17)$$

h_k – товщина шару придатного для розробки ґрунту, згідно вихідних даних

$$h_k = 3,0\text{м};$$

$H_{\text{коп}}^{\text{max}}$ – найбільша глибина копання ґрунту екскаватором з прямим ковшем, для прийнятого екскаватора ЕО-5122А (табл. 2.4.7) $H_{\text{коп}}^{\text{max}} = 9,65\text{м}$.

Число ярусів розробки ґрунту за вибраним екскаватором приймаємо цілим числом і заокруглюється до більшого значення - один ярус.

Відстань переміщення рослинного ґрунту з тимчасового відвалу при рекультивації кар'єру раніше знятим рослинним ґрунтом визначаємо за виразом

$$L_{\text{зас}} = L_{\text{пер}} = 52\text{м}. \quad (2.4.18)$$

2.5 Розрахунок потреби будівництва в транспортних засобах

Підібрати автотранспортні засоби для переміщення ґрунту з кар'єру до місця відсипання для будівництва насипної земляної греблі при таких умовах:

- параметри земляної греблі та сухого кар'єру розраховано в задачі №4 «Обґрунтування параметрів кар'єру для будівництва насипної земляної греблі»;
- довжина шляху від кар'єру до початку греблі 2800 м;
- довжина земляної греблі по гребню $l_{гр} = 500$ м;
- робота здійснюється у дві зміни.

При розробці ґрунту у кар'єрі ведучими будівельними процесами є розробка ґрунту одним або декількома одноківшевіми екскаваторами та транспортування його автосамоскидами до місця укладання. Неведучими (допоміжними) процесами є розкриття рослинного ґрунту у кар'єрі і переміщення його у відвали бульдозерами.

Марка екскаватора та його технічні параметри було розраховано за обсягом земляних робіт при розробці кар'єру (задача №4 «Обґрунтування параметрів кар'єру для будівництва насипної земляної греблі») і було підібрано екскаватор марки **ЕО-5122А** місткістю ковша $1,5 \text{ м}^3$

Шлях транспортування ґрунту автосамоскидами з кар'єру до земляної греблі повинен бути коротким і відповідати умовам допустимих ухилів і радіусів заокруглень. При циклічній роботі транспортних засобів необхідно визначити їх продуктивність та кількість автосамоскидів при спільній роботі з екскаватором.

На основі табл. 1 підбираємо межі вантажопідйомності автосамоскидів. Для місткості ковша екскаватора $1,5 \text{ м}^3$ вантажопідйомність автосамоскиду лежить в межах 5,0...10,0 т.

Таблиця 2.5.1 – Рекомендації щодо підбору будівельних машин для розробки і транспортування ґрунту із кар'єрів у якісні насипи

Будівельні машини	Місткість ковша, м^3	Вантажопідйомність транспорту, т	Відстань транспортування, м	Максимальні похили шляху
Одноківшеві екскаватори і автосамоскиди	0,35...0,65	3,5...5,0	>600	0,08
	0,8...1,0	5,0...10,0	>600	0,08
	1,25...2,0	5,0...10,0	>600	0,08
	2,0...2,5	10...25	>800	0,08

За табл. 2.5.2 остаточно уточнюємо вантажопідйомність та марку автосамоскиду. Приймаємо автосамоскиди КрА3-5401С2 вантажопідйомністю 10,0 т та місткістю кузова $7,0 \text{ м}^3$.

Таблиця 2.5.2 – Марки автосамоскидів та їх основні параметри

№	Марка автосамоскида	Країна	Вантажо-підйомність, т	Місткість кузова, м ³	Габаритні розміри, мм		
					довжина	ширина	висота
1	2	3	4	5	6	7	8
1	КрАЗ-65032 ІК	Україна	7,2	6	6470	2350	2320
2	КрАЗ-5401С2	Україна	10	7,0	7000	2496	2958
3	КрАЗ-65032-040	Україна	15	10,5	8350	2600	3050
4	КрАЗ-6133С6	Україна	19	12	8550	2500	3150
5	КрАЗ-7133С4-030	Україна	22,5	20	9850	2500	3060
6	КрАЗ-7133С4-021	Україна	23	14	9700	2500	2870
7	ASTRA ADT 25*	Італія	23	16,5	9503	2673	
8	ASTRA ADT 35С*	Італія	31,5	20	9493	2800	3460
9	Renault Kerax 380.34	Франція	24,5	16	8068	2550	
10	BELL B35D*	Південна Африка	32,5	20	10467	3689	3820

Кількість автосамоскидів на один екскаватор визначаємо за формулою

$$n_a = \frac{P_{ек}}{P_a} \quad (2.5.1)$$

де $P_{ек}$ – експлуатаційна продуктивність екскаватора при роботі у кар'єрі (м³/маш-год)

$$P_{ек} = \frac{1000}{H_{ек}} \quad (2.5.2)$$

$H_{ек}$ – норма машинного часу екскаватора за одиницю об'єму робіт (на 1000м³), приймаємо за табл. 2.5.3, для екскаватора ЕО-5122А $H_{ек}=14,81$ маш-год (І гр).

Тоді

$$P_{ек} = \frac{1000}{14,81} = 67,5 \text{ м}^3/\text{маш} \cdot \text{год}$$

Експлуатаційну продуктивність автосамоскида визначаємо за формулою

$$P_a = \frac{60 \cdot Q_a \cdot k_{тр} \cdot k_{еф}}{T_{ц}} \quad (2.5.3)$$

Q_a – об'єм ґрунту у кузові автосамоскида приведений, до об'єму у природному стані в кар'єрі, м³;

$k_{тр}$ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність подачі транспортних засобів для завантаження, $k_{тр} = 0,9$;

$k_{\text{еф}}$ – коефіцієнт використання автосамоскида протягом зміни ($k_{\text{еф}} = 0,74 \dots 0,85$, приймаємо $k_{\text{еф}} = 0,80$);

$T_{\text{ц}}$ – тривалість одного циклу (рейсу) автосамоскида, хв.

Таблиця 2.5.3 – Робочі параметри одноківшевих екскаваторів з прямим ковшем

№ з/п	Параметри	Місткість ковша екскаватора, м ³				
		0,65	1,0	1,25	1,5	2,5
1	Марка екскаватора	ЕО-4111 В	Є-10011А	Є-1252	ЕО-5122А	ЕО-7111
2	Найбільший радіус копання $R_{\text{max коп.}}$, м	7,8	9,0	9,9	7,9	12
3	Найбільша глибина копання $H_{\text{max коп.}}$, м	7,1	6,7	7,8	9,65	10
4	Найбільша висота вивантаження $H_{\text{max вив.}}$, м	4,5	5,1	5,1	5,1	7
5	Найбільший радіус вивантаження, м	7,1	8,0	8,9	9,2	10,8
6	Потужність, кВт (к.с.)	74 (100)	74 (100)	110 (150)	125 (170)	160 (218)
7	Норми часу Н-ч на 1000м ³ з навантаж, у трансп. засоби, маш- год:					
	І гр.	29,58	20,40	15,1	14,81	11,46
	II гр.	36,38	25,50	19,04	18,36	14,16
	III гр.	47,60	31,79	27,95	21,76	17,51
8	Планова кількість змін роботи в році	385	430	385	450	430
9	Практична висота вибою, м	1,6	2,0	2,5	3,0	3,0

Для визначення значень Q_a і $T_{\text{ц}}$ необхідно попередньо узгодити завантаженість автосамоскида, виходячи з цілого числа місткості ковшів екскаватора які входять у кузов автосамоскида.

Кількість ковшів K_a , що входять у кузов автосамоскида визначаємо за формулою

$$K_a = \frac{Q_b}{\gamma_r \cdot q_e \cdot k_{\text{нап}} \cdot k_{\text{роз}}} \quad (2.5.4)$$

де Q_b – вантажопідйомність автосамоскида (у нашому випадку вантажопідйомність КрАЗ-5401С2 $Q_b = 10,0$ т;

γ_r – об’ємна маса ґрунту у кар’єрі, приймаємо $\gamma_r = 1,6$ т/м³;

q_e – геометрична місткість ковша екскаватора, для екскаватора **ЕО-5122А** $q_e = 1,5$ м³;

$k_{\text{нап}}$ – коефіцієнт, який враховує наповнення ковша екскаватора ($k_{\text{нап}} = 0,9 \dots 0,95$, приймаємо $k_{\text{нап}} = 0,90$);

$k_{\text{роз}}$ – коефіцієнт приведення об’єму розпушеного ґрунту до об’єму у природному стані (приймається $k_{\text{роз}} = 0,78 \dots 0,8$, приймаємо $k_{\text{роз}} = 0,80$);

Тоді:

$$K_a = \frac{10,0}{1,6 \cdot 1,5 \cdot 0,90 \cdot 0,80} = 5,79 \text{ ковшів}$$

Приймаємо цілу кількість ковшів $K_{a_o} = 6$ ковшів.

Перевіряємо умову місткості кузова автосамоскиду. Для цього визначаємо його місткість за формулою

$$Q_a = K_{a_o} \cdot q_e \cdot k_{\text{нап}} \cdot k_{\text{роз}} \quad (2.5.5)$$

$$Q_a = 6 \cdot 1,5 \cdot 0,90 \cdot 0,80 = 6,5 \text{ м}^3.$$

Перевіряємо умову забезпечення місткості кузова автосамоскида $Q_a = 6,5 < 7,0 \text{ м}^3$.

Отже, умова виконується і кузов автосамоскида не буде переповненим.

Тривалість циклу транспортування ґрунту визначаємо за формулою

$$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \quad (2.5.6)$$

де t_1 – тривалість подачі автотранспорту для завантаження (приймається $t_1 = 2 \text{ хв}$);

t_2 – тривалість завантаження автосамоскиду, яка визначається за формулою

$$t_2 = \frac{60 \cdot Q_a \cdot k_{\text{зап}}}{\Pi_{\text{ек}}} \quad (2.5.7)$$

$k_{\text{зап}}$ – коефіцієнт, що враховує збільшення тривалості завантаження у випадку непередбачених затримок (приймається $k_{\text{зап}} = 1,1$);

$$t_2 = \frac{60 \cdot 67,5 \cdot 1,1}{67,5} = 6,3 \text{ хв}$$

t_3 – тривалість навантаженого ходу від кар'єру до місця відсипання ґрунту, хв, яка визначається за формулою

$$t_3 = \left(\frac{l_1}{V_1} + \frac{l_2}{V_2} + \frac{l_3}{V_3} \right) \cdot k_{\text{шв}} \quad (2.5.8)$$

де l_1, l_2, l_3 – відповідно довжини відрізків шляху з різними умовами перевезення ґрунту, а саме: у кар'єрі, від кар'єру до греблі і на самій греблі, м;

V_1, V_2, V_3 – відповідно швидкості завантаженого автосамоскида на відповідних відрізках шляху l_1, l_2, l_3 , м/хв;

$k_{\text{шв}}$ – коефіцієнт, що враховує втрати часу при перевезенні ґрунту у разі непередбачуваних випадків $k_{\text{шв}} = 1,1$.

Знаючи розміри кар'єру, визначаємо значення l_1 за формулою

$$l_1 = \frac{l_{\text{кр}}}{2} = \frac{141}{2} = 70,5 \text{ м}$$

(2.5.9)

де $l_{кр}$ – остаточно прийнята довжина кар'єру, згідно попередніх розрахунків (задача №4 «Обґрунтування параметрів кар'єру для будівництва насипної земляної греблі») $l_{кр} = 141\text{м}$;

Довжина шляху від кар'єру до початку греблі згідно вихідних даних $l_2 = 2800\text{м}$.

Знаючи довжину греблі (згідно вихідних даних $l_{гр} = 500\text{м}$), визначаємо значення l_3 за формулою

$$l_3 = \frac{l_{гр}}{2} = \frac{500}{2} = 250\text{м} \quad (2.5.10)$$

Середні швидкості руху автосамоскиду на відповідних ділянках становлять $V_1 = 30\text{ км/год} = 500\text{ м/хв}$, $V_2 = 35\text{ км/год} = 583,3\text{ м/хв}$, $V_3 = 30\text{ км/год} = 500\text{ м/хв}$.

Тоді

$$t_3 = \left(\frac{70,5}{500} + \frac{2800}{583,3} + \frac{250}{500} \right) \cdot 1,1 = 6,0\text{хв}$$

t_4 – тривалість розвантаження автосамоскиду, приймаємо $t_4 = 3\text{хв}$;

t_5 – тривалість порожнього рейсу, як правило $t_5 = t_3 = 6,0\text{хв}$.

Визначаємо тривалість циклу транспортування ґрунту

$$T_{ц} = 2,0 + 6,3 + 6,0 + 3,0 + 6,0 = 23,3\text{хв}$$

Експлуатаційну продуктивність автосамоскида

$$П_a = \frac{60 \cdot 6,5 \cdot 0,9 \cdot 0,8}{23,3} = 12,0\text{ м}^3/\text{год}$$

Тоді кількість самоскидів становитиме

$$n_a = \frac{П_{ек}}{П_a} = \frac{67,5}{12,0} = 5,6$$

Отже, для транспортування ґрунту в насип греблі приймаємо $n_{a_o} = 6\text{шт}$ автосамоскидів КрАЗ-5401С2 вантажопідйомністю 10,0 т та місткістю кузова $7,0\text{ м}^3$.

Облікову кількість автосамоскидів у автопарку визначаємо за формулою

$$N_a = \frac{n_{a_o} \cdot k_{зм} \cdot n_e}{k_{пар} \cdot k_T} \quad (2.5.11)$$

де n_{a_o} – кількість автосамоскидів, яка працює в одну зміну і обслуговує 1 екскаватор, $n_{a_o} = 6\text{шт}$;

n_e – кількість однокішшевих екскаваторів, в кар'єрі працює один екскаватор, $n_e=1$;

$k_{зм}$ – коефіцієнт змінності роботи автомашин (приймаємо $k_{зм} = 1,5$ оскільки робота автотранспорту планується у дві зміни);

$k_{пар}$ – коефіцієнт, який враховує ефективність використання парку автосамоскидів, який приймається в межах $k_{пар} = 0,65 \dots 0,85$, приймаємо $k_{пар} = 0,80$;

k_T – коефіцієнт використання тоннажу автомобіля, який приймається в межах $k_T = 0,90 \dots 0,95$, приймаємо $k_T = 0,90$.

Тоді:

$$N_a = \frac{6 \cdot 1,5 \cdot 1}{0,80 \cdot 0,90} = 12,5 \text{ шт}$$

Таким чином чисельність автомашин у автопарку заокруглюємо до цілого числа автосамоскидів $N_a = 13$ шт.

2.6 Розрахунок потреби будівництва в бульдозерах

Визначити тип, марку і кількість бульдозерів для виконання робіт у кар'єрі при будівництві земляної греблі при таких умовах:

- об'єм розкривних робіт $W_{роз} = 98300 \text{ м}^3$;
- місткість ковша одноковшового екскаватора, що розробляє ґрунт в кар'єрі $q_e = 1,5 \text{ м}^3$;
- відстань переміщення ґрунту бульдозером $L_{пер} = 52 \text{ м}$;
- ґрунт – супісок, 2 група.

На основі рекомендацій щодо використання бульдозерів залежно від відстані переміщення ґрунту (табл. 2.6.1) та місткості ковша кар'єрного екскаватора (табл. 2.6.2) вибираємо марку бульдозера, а також його технічні характеристики за табл. 2.6.3.

Таблиця 2.6.1 – Рекомендації щодо використання бульдозерів залежно від відстані переміщення ґрунту

№ за п	Відстань переміщення ґрунту	Потужність бульдозера, кВт (к. с.)
1	До 60 м	55 (75)...243 (300)
2	До 80 м	79 (109)...243 (300)
3	До 100 м	118 (160)...243 (300) або скрепери
4	До 120 м	132 (180)...243 (300) або скрепери
5	Більше 120 м	250 (340) або скрепери

Таблиця 2.6.2 – Рекомендації щодо формування комплектів машин при будівництві каналів, гребель, розробці ґрунту у кар'єрі

Ведучі машини	Будівельна техніка на базі тракторів потужністю, кВт (к. с.)	Вантажопідйомність транспорту автосамоскиду, т
Одноківшеві екскаватори з місткістю ковша, м ³ :		
0,25...0,5	45(54)...55(75)	3,5...5,0
0,50...0,65	55(75)...74(100)	5,0...10,0
0,8...1,0	74(100)	5,0...10,0
1,0...2,5	74(100)...103(140)	10...25
3,0...8,0	103(140)...221(300)	25...65

Таблиця 2.6.3 – Технічні параметри бульдозерів

№ з.п.	Назва показника	Марка бульдозера											
		ДЗ-42	ДЗ-19	ДЗ-19	ДЗ-104	ДЗ-27	ДЗ-110	ДЗ-35С	ДЗ-25	Д-384	Д-385	ДЗ-34С	
1	Тип відвалу	Неповоротн.		Поворотний		Непов.	Повор.	Непов.	Повор.	Непов.	Повор.	Непов.	
2	Довжина відвалу, м	2,56	3,03	3,97	3,28	3,2	4,12	3,64	4,43	4,5	4,53	4,54	
3	Висота відвалу, м	0,81	1,3	1,0	0,99	1,3	1,14	1,29	1,2	1,4	1,4	1,55	
4	Управління	Гідравлічне											
5	Потужність, кВт (к.с.)	55 (75)	79 (108)	96 (130)	118 (160)	132 (180)	221 (300)-228 (310)						
6	Марка трактора	ДТ-75		Т-100		Т-4АП1		Т-130		Т-180		ДЭТ-250	
7	Маса бульдозерного обладнання, т	1,07	1,53	1,86	1,77	1,91	2,28	3,4	2,85	2,8	4,5	3,98	
8	Розр. і переміщ. нескельн. ґрунту до 10 м (на 1000 м ³) І кат./ ІІ кат., маш.год	<u>16,73</u> 19,55	<u>9,35</u> 11,58	<u>9,35</u> 11,58	<u>14,96</u> 17,00	<u>5,95</u> 6,97	<u>5,95</u> 6,97	<u>5,02</u> 5,95	<u>5,02</u> 5,95	<u>4</u> 4,42	<u>4</u> 4,42	<u>4</u> 4,42	
9	Додавати на кожні наступні 10 м (на 1000 м ³) І кат. / ІІ кат., маш.год	<u>15,49</u> 16,73	<u>8,09</u> 9,16	<u>8,09</u> 9,16	<u>12,58</u> 14,28	<u>5,1</u> 5,61	<u>5,1</u> 5,61	<u>4,51</u> 4,85	<u>4,51</u> 4,85	<u>3,57</u> 3,74	<u>3,57</u> 3,74	<u>3,57</u> 3,74	

Планове число змін роботи у році 310.

При місткості ковша кар'єрного екскаватора $q_e = 1,5 \text{ м}^3$ та відстані переміщення рослинного ґрунту $L_{\text{пер}} = 52 \text{ м}$ потужність бульдозера лежить в межах 74(100)...103(140) кВт (к. с.). Тоді за табл. 3 приймаємо бульдозер з неповоротним відвалом марки ДЗ-19 потужністю 79 кВт (103 к.с.).

При цьому необхідно пам'ятати, що експлуатаційна продуктивність бульдозера має бути рівною або трохи більшою (в межах 15...20%) від експлуатаційної продуктивності одноківшевого екскаватора.

Кількість бульдозерів для виконання розкривних робіт в кар'єрі визначаємо за формулою

$$n_{\text{б}} = \frac{W_{\text{роз}} \cdot k_{\text{б}}}{\frac{1000}{H_{\text{б}}} \cdot m_{\text{б}} \cdot t_{\text{зм}}} \quad (2.6.1)$$

де $W_{\text{роз}}$ – об'єм розкривних робіт в кар'єрі, згідно вихідних даних

$$W_{\text{роз}} = 98300 \text{ м}^3;$$

$k_{\text{б}}$ – коефіцієнт, що враховує додаткові види робіт, що виконуються бульдозером ($k_{\text{б}} = 1,3 \dots 1,5$, приймаємо $k_{\text{б}} = 1,4$);

$m_{\text{б}}$ – число планових змін роботи бульдозера у календарному році (за табл. 2.6.3 $m_{\text{б}} = 310$);

$t_{\text{зм}}$ – тривалість роботи бульдозера протягом зміни, приймаємо = 8 год;

$H_{\text{б}}$ – норма машинного часу на виконання одиниці об'єму робіт (1000 м^3) в машино-годинах, що визначається за формулою

$$H_{\text{б}} = H'_{\text{б}} + \frac{L_{\text{пер}} - 10}{10} \cdot H''_{\text{б}} \quad (2.6.2)$$

де $H'_{\text{б}}$ – норма машинної витрати часу бульдозером на виконання одиниці об'єму робіт (на 1000 м^3) при переміщенні ґрунту до 10 м включно, згідно табл. 2.6.3 для ДЗ-19 (II кат. ґрунтів) $H'_{\text{б}} = 11,58 \text{ маш.год}$;

$H''_{\text{б}}$ – норма машинної витрати часу бульдозером на виконання одиниці об'єму робіт (на 1000 м^3) при переміщенні ґрунту за наступні 10 м понад 10 м, згідно табл. 2.6.3 для ДЗ-19 (II кат. ґрунтів) $H''_{\text{б}} = 9,16 \text{ маш.год}$;

$L_{\text{пер}}$ – відстань переміщення ґрунту бульдозером, згідно вихідних даних $L_{\text{пер}} = 52 \text{ м}$.

Тоді

$$H_{\text{б}} = 11,58 + \frac{52 - 10}{10} \cdot 9,16 = 50,1 \text{ маш} \cdot \text{год}$$

$$n_{\text{б}} = \frac{98300 \cdot 1,4}{\frac{1000}{50,1} \cdot 310 \cdot 8} = 2,8 \text{ шт}$$

Приймаємо 3 бульдозери ДЗ-19.

2.7 Розрахунок тимчасового енергозабезпечення будівництва

Запроектувати тимчасове енергозабезпечення будівництва та підібрати для цього необхідне обладнання за наступних умов:

- загальна потужність виробничого обладнання $P_{\text{вир}} = 47\text{кВт}$;
- коефіцієнти попиту виробничого обладнання $K_{n \text{ вир}} = 0,4$;
- потужність електродвигунів, що застосовуються на будівництві $P_{\text{дв}} = 21\text{кВт}$;
- коефіцієнти попиту використання електродвигунів на будівництві $K_{n \text{ д}} = 0,31$;
- площа для внутрішнього освітлення – 220 м^2 ;
- площа для зовнішнього освітлення – 460 м^2 .

Наближені витрати електроенергії на будівельному майданчику на технологічні потреби і електроосвітлення, для роботи електромоторів, будівельних машин, механізмів і агрегатів визначається за технічними характеристиками або нормами.

Знаючи необхідну потужність силових пристроїв, потреби електроенергії на технологічні цілі, зовнішнє і внутрішнє освітлення можна визначити сумарну потужність джерела енергопостачання (тимчасової електростанції або трансформатора) в кВт за формулою

$$P_{\text{заг}} = 1,1 \left(\sum \frac{P_{\text{дв}} \cdot K_{n \text{ д}}}{\eta} + \sum P_{\text{вир}} \cdot K_{n \text{ вир}} + \sum P_{\text{о.в.}} \cdot K_{n \text{ в}} + \sum P_{\text{о.з.}} \cdot K_{n \text{ з}} \right) \quad (2.7.1)$$

де 1,1 – коефіцієнт, що встановлює втрати потужності в мережах;

$\sum P_{\text{дв}}$ – сума потужностей двигунів, що застосовуються на будівництві (згідно вихідних даних $P_{\text{дв}} = 21\text{кВт}$);

$K_{n \text{ д}}$ – коефіцієнти попиту використання електродвигунів (згідно вихідних даних $K_{n \text{ д}} = 0,31$);

η – коефіцієнт корисної дії силових електродвигунів ($\eta = 0,78 \dots 0,87$), приймаємо $\eta = 0,8$;

$\sum P_{\text{вир}}$ – сумарна потужність виробничого обладнання (згідно вихідних даних $P_{\text{вир}} = 47\text{кВт}$);

$K_{n \text{ д}}$ – коефіцієнти попиту використання виробничого обладнання (згідно вихідних даних $K_{n \text{ д}} = 0,4$);

$\sum P_{0.в.}, \sum P_{0.з.}$ – відповідно потужність внутрішнього та зовнішнього освітлення на будівництві, яку можна визначити за формулами

$$\sum P_{0.в.} = S_{0.в.} \cdot n_{0.в.} \quad (2.7.2)$$

$$\sum P_{0.з.} = S_{0.з.} \cdot n_{0.з.} \quad (2.7.3)$$

де $S_{0.в.}, S_{0.з.}$ – відповідно необхідні площі для внутрішнього та зовнішнього освітлення (згідно вихідних даних $S_{0.в.} = 220\text{м}^2, S_{0.з.} = 460\text{м}^2$);

$n_{0.в.}, n_{0.з.}$ – відповідно середні норми потреби електроенергії на внутрішнє та зовнішнє освітлення, вибираємо за даними табл. 2.7.1 ($n_{0.в.} = 0,015 \text{ кВт/м}^2, n_{0.з.} = 0,015 \text{ кВт/м}^2$)

Тоді:

$$\sum P_{0.в.} = 220 \cdot 0,015 = 3,3 \text{ кВт}$$

$$\sum P_{0.з.} = 460 \cdot 0,015 = 6,9 \text{ кВт}$$

Таблиця 2.7.1 – Середні норми потреби електроенергії, коефіцієнти попиту K_n

№ з.п.	Назва споживача	Одиниці виміру	Витрата електроенергії на одиницю, кВт	K_n
1	2	3	4	5
Внутрішнє освітлення				
1	Контора, диспетчерська, майстерні	м^2	0,015	0,8
2	Побутові приміщення	м^2	0,015	0,8
3	Навіси, закриті склади	м^2	0,003	0,8
Зовнішнє освітлення				
4	Територія будівництва	100 м^2	0,015	1
5	Відкриті склади	100 м^2	0,05	1
6	Основні проїзди	км	5,0	1
7	Майданчики для електрозварювальних та монтажних робіт	м^2	0,5	1

K_{nB} – коефіцієнти попиту використання внутрішнього освітлення (згідно табл. 2.7.1 $K_{nB} = 0,8$);

K_{n3} – коефіцієнти попиту використання внутрішнього освітлення (згідно табл. 2.7.1 $K_{n3} = 1,0$).

Тоді сумарна потужність джерел енергоспоживання згідно формули (2.7.1)

$$P_{\text{заг}} = 1,1 \left(\frac{21,0 \cdot 0,31}{0,80} + 47 \cdot 0,4 + 3,3 \cdot 0,8 + 6,9 \cdot 1,0 \right) = 40,1 \text{ кВт}$$

На основі розрахованої потужності $P_{\text{заг}} = 40,1 \text{ кВт}$ за табл. 2.7.2 приймаємо закриту комплектну трансформаторну підстанцію типу СКТП-100 потужністю 50 кВА з напругами: високої напруги 6000 В і низької 400В, яка розміщується на території буд містечка, або неподалік від нього.

Таблиця 2.7.2 – Характеристика комплектних та пересувних трансформаторних підстанцій

№	Трансформаторний	Тип	Потужність, кВА	Напруга станцій, кВ	
				високої	низької
1	2	3	4	5	6
1	Комплектна	КТПМ-100	20	6	0,4/0,23
2	Комплектна	КТПМ-100	100	10	0,4/0,23
3	Комплектна	КТПМ-58-320	180	6	0,4/0,23
4	Типова пересувна	КТИП-750	180	10	0,4/0,23
5	Типова пересувна	КПТП-100	100	35	0,4
6	Типова пересувна	КПТП-180	180	35	0,4
7	Типова пересувна	КПТП-320	320	35	0,4
8	Закрита комплектна	СКТП-100	20	6/10	0,4
9	Закрита комплектна	СКТП-100	50	6/10	0,4
10	Закрита комплектна	СКТП-560	560	-	-

Рекомендована література

1. Виробнича база будівництва / Ткачук М. М., Білецький А. А., Громадченко В. Ю., Клімов С. В. Рівне : НУВГП, 2011. 156 с.
2. Організація і технологія гідротехнічного будівництва : практикум / Ткачук М. М., Білецький А. А., Ткачук Р. М. Рівне : НУВГП, 2022. 199 с.
3. Технологія будівництва гідротехнічних, водогосподарських та природоохоронних споруд / Ольховик О. І., Білецький А. А. Рівне : НУВГП, 2019. 378 с.
4. Виробнича база будівництва : підручник / Гоц В. І., Амеліна Н. О., Нестеров В. Г. Київ : КНУБА, 2010. 312 с.
5. Construction Planning, Equipment, and Methods / Robert L. Peurifoy, P.E. Clifford J. Schexnayder, P.E., (Ph.D.) Robert L. Schmitt, P.E., (Ph.D.) Aviad Shapira, (D.Sc.). McGraw Hill, 2020. 768 p.
6. Construction Technology. (5th Edition) / Mr R. Chudley, Roger Greeno, Mr Mike Hurst, Mr Simon Topliss, Roy Chudley. Pearson Education, 2015. 640 p.
7. Гідротехнічні споруди : навчальний посібник / М. Хлапук, Л. Шинкарук, А. Дем'янюк, О. Дмитрієва ; Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування. Рівне : НУВГП, 2013. 241 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/1758/>

Інформаційні ресурси

1. Кабінет Міністрів України. URL: <http://www.kmu.gov.ua/>.
2. Рівненська державна обласна бібліотека. URL: <http://www.libr.rv.ua/>.
3. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
4. Цифровий репозиторій НУВГП. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/>