

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНИХ, ДОРОЖНІХ МАШИН І БУДІВНИЦТВА

"ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА"

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до курсової роботи

"Проектування виробництва земляних робіт"

для студентів спеціальностей за напрямком

19 - "Архітектура та будівництво"

усіх форм навчання

"Затверджено"

на засіданні кафедри "Будівельних,

дорожніх машин і будівництва"

Протокол № 2 від 15.09.2020 р.

Укладачі: І.О. Скриннік, В.В. Дарієнко, В.А. Настоящий, С.О. Карпушин,
О.А. Плотніков.

Рецензент: доктор технічних наук професор кафедри БДМБ ЦНТУ
Пашинський В.А.

УДК 624.131/132

Технологія будівельного виробництва. Методичні рекомендації до курсової роботи "Проектування виробництва земляних робіт" для студентів спеціальностей за напрямком 19 - "Архітектура та будівництво" усіх форм навчання.

/Укл.: І.О. Скриннік, В.В. Дарієнко, В.А. Настоящий, С.О. Карпушин,
О.А. Плотніков. ЦНТУ, 2020. – 69 с.

© Технологія будівельного виробництва

/Укладачі: І.О. Скриннік, В.В. Дарієнко, В.А. Настоящий, С.О. Карпушин,
О.А. Плотніков. 2020.

© ЦНТУ, тиражування, 2020 р.

Курсова робота "Проектування земляних робіт" полягає в розробці технологічної карти на виконання комплексу робіт по плануванню майданчика та копанню котловану або траншей під фундаменти.

Робота повинна розроблятися з урахуванням:

- першочергового виконання підготовчих робіт;
- безперервності й потоковості робіт з рівномірним використанням ресурсів і виробничих потужностей;
- комплексної механізації робіт із використанням найбільш економічних комплектів машин та максимальним використанням їх по продуктивності у дві й більше змін;
- нормативної документації з технології й організації виконання робіт, охорони праці.

Курсова робота складається з пояснювальної записки і графічної частини.

Записка оформлюється на аркушах формату А4 згідно з вимогами.

Графічна частина виконується на одному аркуші формату А1. Документи курсової роботи оформлюються відповідно до вимог [3, 5, 6, 9, 10].

До пояснювальної записки входять:

Завдання на курсову роботу.

Відомість курсової роботи.

Вступ.

1 Розшифровка варіантного завдання на проектування.

2 Складання переліку робіт та визначення їх послідовності.

3 Підготовка вихідних даних для проектування.

3.1 Визначення чорних позначок вершин квадратів.

3.2 Визначення проектної позначки майданчика.

3.3 Визначення робочих позначок вершин квадратів.

3.4 Побудова нульової лінії.

3.5 Підрахунок обсягів планувальних робіт.

3.6 Підрахунок об'єму ґрунту в укосах насипу та виїмки.

3.7 Складання балансової відомості земляних робіт.

3.8 Визначення середньої відстані переміщення ґрунту.

3.9 Підрахунок обсягів робіт із копання котлованів і траншей.

4 Вибір засобів механізації земляних робіт.

4.1 Машини для планування майданчика і ущільнення ґрунту у насипу.

4.2 Машини для розробки виїмок, зворотного засипання і ущільнення ґрунту у пазухах.

4.3 Розрахунок необхідної кількості автосамоскидів.

5 Техніко-економічне порівняння засобів механізації.

5.1 Визначення тривалості механізованих робіт.

5.2 Складання калькуляції трудових витрат і заробітної плати.

5.3 Визначення приведених витрат.

6 Побудова графіка виробництва земляних робіт.

7 Технологія й організація виробництва земляних робіт.

8 Визначення техніко-економічних показників.

9 Заходи з техніки безпеки.

У графічній частині на аркуші креслення наводять:

- план майданчика з укосами, горизонталями, сіткою квадратів з указаними робочими, червоними і чорними позначками вершин квадратів, нульовою лінією, середньою відстанню переміщення ґрунту, абрисом укосів.

Квадрати нумерують і в кожному проставляють об'єм земляних мас;

- поперечний і поздовжній профілі майданчика й котловану в найбільш характерних місцях;

- технологічні схеми виконання робіт по плануванню майданчика. На схемах відображаються проходки машин у конкретних умовах і такі елементи процесу, як розробка ґрунту, його переміщення, відсипка й ущільнення.

- технологічні схеми виконання робіт по улаштуванню виїмок під фундаменти та їх зворотній засипці й ущільненню;

- графік виконання робіт.

Схеми виконання робіт наводяться у двох проекціях. Орієнтовна компоновка графічного матеріалу наведена у додатку А.

1 Розшифровка варіантного завдання на проектування

Вихідні данні на проектування визначаються за варіантом з таблиці Г1 та по двом останнім цифрам номеру залікової книжки студента (додаток Г).

Приклад. Номер варіанта – 307, номер залікової книжки – 9910118.

З таблиці вихідних даних та рисунків (додаток Г) для варіанта 307 визначаються такі данні:

- 1) номер майданчика – 1;

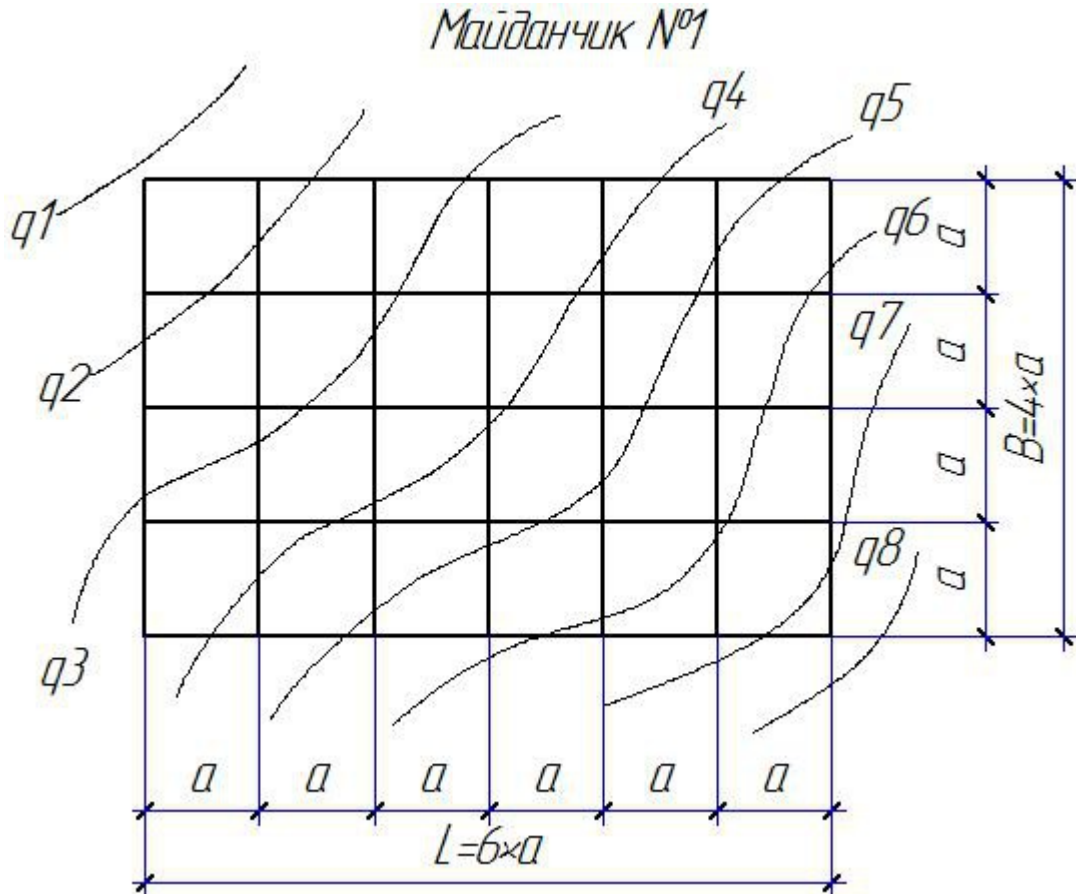


Рисунок 1.1

- 2) ґрунт – суглинок, 2-а група;
- 3) відстань транспортування ґрунту – 10 км;
- 4) тип фундаменту – В;

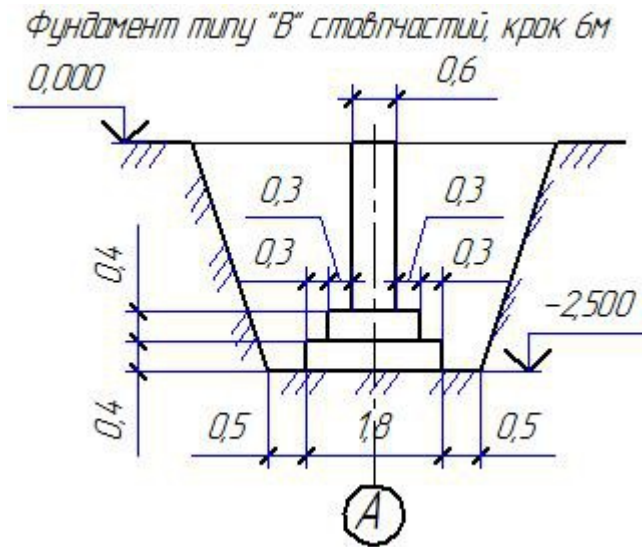


Рис. 1.2 Приклад типу фундаменту на завдання

- 5) тип споруди – 1;

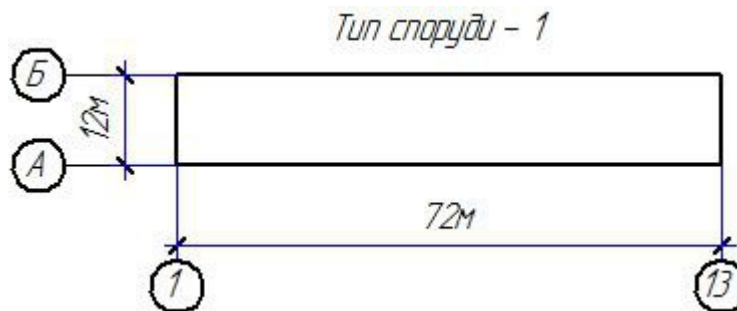


Рис. 1.3 Приклад типу споруди на завдання

- 6) довжина сторони квадрата – $a=30$ м;
 7) знак різниці позначок другої й першої горизонталей ($q_2 - q_1$) – "+", тобто числове значення позначок горизонталей збільшується від першої до останньої;
 8) перевищення позначок горизонталей – $\Delta q=0,5$ м.

На рисунку 1.1 наведена схема майданчика, який має розміри 180x120 м. Рельєф поверхні задається вісьмома горизонталями.

Величина позначки першої горизонталі задається викладачем або визначається за формулою:

$$q_1 = 100 \cdot \lg(4 \cdot N),$$

де N – дві останні цифри номеру залікової книжки, $N = 18$.

$$q_1 = 100 \cdot \lg(4 \cdot 18) = 185,5 \text{ м}$$

Значення позначки кожної наступної горизонталі знаходяться послідовним збільшенням позначки даної горизонталі на величину перевищення позначок горизонталей:

$$g_i = g_{i-1} + \Delta g ,$$

$$\begin{aligned} q_2=186,0 \text{ м}; & \quad q_3=186,5 \text{ м}; & \quad q_4=187,0 \text{ м}; & \quad q_5=187,5 \text{ м}; \\ q_6=188,0 \text{ м}; & \quad q_7=188,5 \text{ м}; & \quad q_8=189,0 \text{ м}. \end{aligned}$$

Споруда має в плані розміри у осях 72x12 (м).

Фундаменти – стовпчасті під окремі колони з кроком – 6 м.

2 Складання переліку та визначення послідовності виконання робіт

Вважається, що на території, план якої заданий у горизонталях, виконаний комплекс підготовчих робіт і верхній шар ґрунту непридатний для рекультивації земель.

В залежності від вихідних даних складається перелік робіт по плануванню майданчика та улаштуванню виїмки під фундаменти.

Так при плануванні майданчика структура процесу буде включати такі роботи:

- розпушування ґрунту;
- розробка ґрунту з переміщенням у насип;
- планування ґрунту у насипу;
- ущільнення ґрунту.

Розробка котловану орієнтовно складається з таких робіт:

- розробка котловану землерийною або землерийно-транспортною машиною;
- транспортування ґрунту витиснутого спорудою;
- механізована зачистка і планування дна котловану;
- механізована або ручна розробка ґрунту у траншеях під фундаменти;
- після улаштування фундаментів пошарова засипка з ущільненням ґрунту у пазухах.

В залежності від виду машин, характеристики ґрунту і конструктивних особливостей будівлі деякі роботи можуть бути відсутні.

При плануванні майданчика розробка виїмки й переміщення ґрунту у насип здійснюється землерийно-транспортними машинами або землерийними машинами та автотранспортом.

Вкладання ґрунту у насип здійснюється шарами. Товщина шару залежить від ущільнюючих машин, що використовуються, виду ґрунту та ступеню його ущільнення. Зв'язні глинисті і суглинисті ґрунти ущільнюють причіпними кулачковими котками, причіпними самохідними котками на пневматичних шинах, трамбувальними машинами ударної дії; малозв'язні і незв'язні супіщані і піщані ґрунти – причіпними й самохідними котками на пневматичних шинах, вібраційними котками та з гладкими вальцями [15, 16].

Виїмка під фундаменти може виконуватися у вигляді котловану, траншей або окремих виїмок. Для забезпечення можливості улаштування підосви фундаменту на ґрунті, що знаходиться у природному стані, механізована розробка виїмок здійснюється на глибину, меншу від проектною на величину недобору, висота якого залежить від виду машини (додаток Б2, Б3).

Зворотна засипка пазух здійснюється бульдозером пошарово з ущільненням ґрунту трамбівками.

3 Підготовка вихідних даних для проектування

Вертикальне планування майданчика полягає у виїмці ґрунту (у зоні виїмок), пересуненні його до зон насипу, відсипанні й ущільненні у насипу.

Планування площадок може виконуватися за заданою проектною позначкою або з нульовим балансом земляних мас. Майданчик при цьому може бути горизонтальним або мати проектний ухил. При плануванні майданчика за заданою проектною позначкою об'єм ґрунту виїмки не дорівнює об'єму ґрунту у насипу, тому ґрунт транспортується або з майданчика або до нього.

При плануванні майданчика з нульовим балансом земляних мас розраховується така проектна позначка, яка дає однаковий об'єм ґрунту у виїмці й насипу. При цьому відбувається перерозподіл ґрунту в межах майданчика з виїмки у насип.

Об'єм земляних робіт визначають за картограмою земляних робіт, яка являє собою план ділянки з горизонталями і нанесеною сіткою квадратів із позначенням чорних, червоних і робочих позначок вершин квадратів, а також із зображенням лінії нульових робіт. Довжина сторони квадрата, в залежності від рельєфу місцевості, лежить у межах від 10 до 50 (м).

Перехрещення сторін квадратів утворюють вершину. Вершини квадратів позначають буквою H з індексами. Перший індекс указує на номер горизонтального ряду, другий – вертикального. Так вершина A (рисунок 3.1а), яка знаходиться у третьому горизонтальному і другому вертикальному рядах, позначається – $H_{3,2}$.

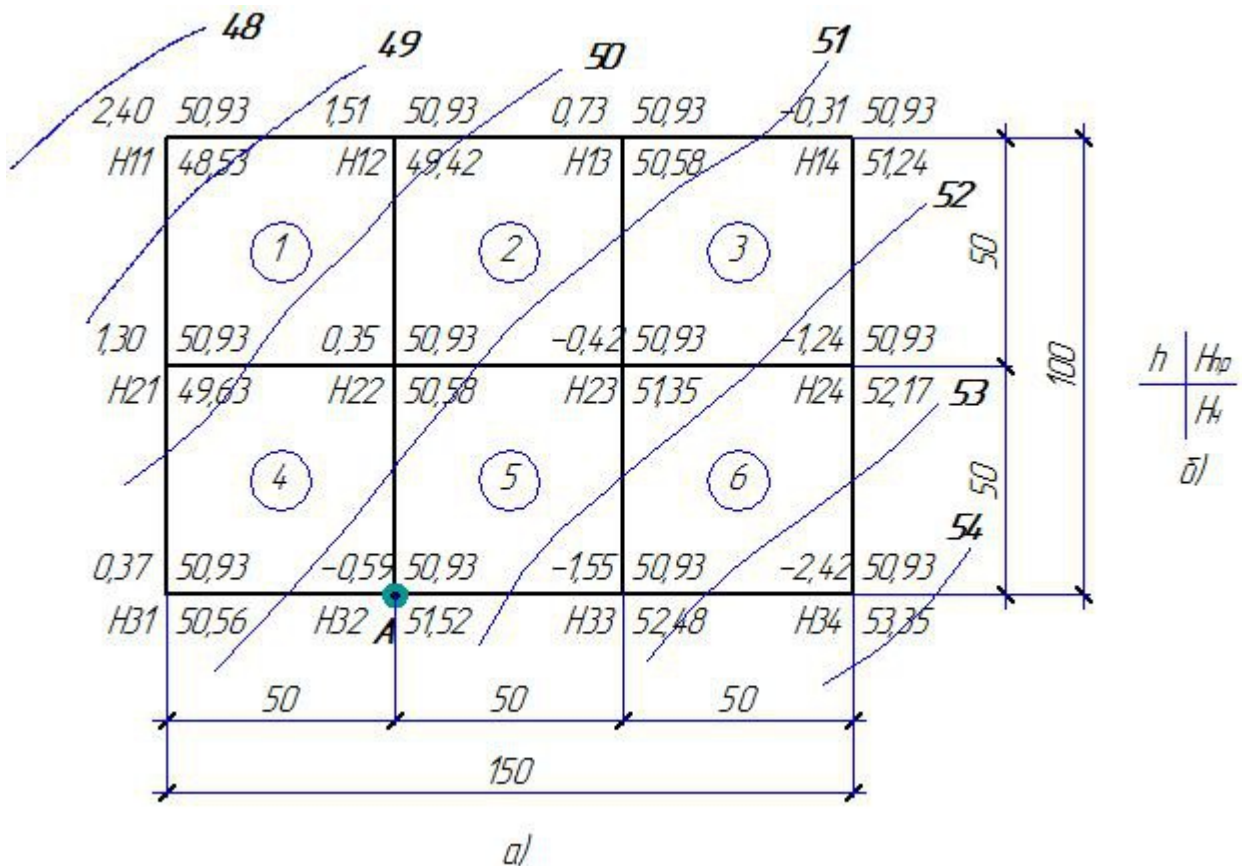


Рис. 3.1 Схема майданчика з відмітками

3.1 Визначення чорних позначок вершин квадратів

Чорні позначки вершин квадратів, що знаходяться між двома горизонталями, визначаються за допомогою метода інтерполяції. Для цього через вершину квадрата А (рисунок 3.2) проводять пряму лінію, яка з'єднає дві суміжні горизонталі, і чорна позначка вершини квадрата визначається за формулою:

$$H_{i,j} = H + h \frac{l}{L}, \quad (1)$$

де H – позначка горизонталі з меншою висотою, м;

h – перевищення однієї горизонталі над іншою, м;

l – горизонтальна проекція відстані від горизонталі з меншою позначкою до точки А (вершини квадрата), м;

L – горизонтальна проекція відстані поміж двома горизонталями, м.

Величинам l і L відповідають розміри аналогічних закладень цих ліній, виміряних безпосередньо на плані ділянки.

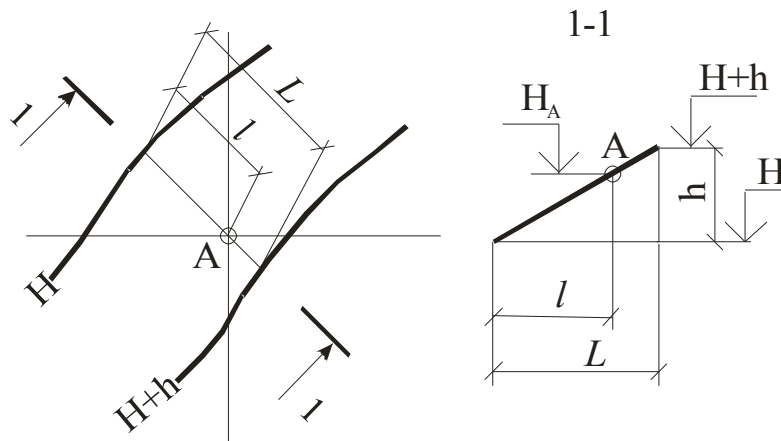


Рис. 3.2 Схема визначення чорних відміток майданчика

Приклад. Для вершини H_{22} (рисунок 3.1) $H=50$ м, $h=1$ м, $L=35,3$ м, $l=20,6$ м. Чорна позначка вершини H_{22} буде становити:

$$H_{2,2} = 50 + 1 \frac{20,6}{35,3} = 50,58 \text{ м}.$$

Аналогічно визначаються позначки вершин усіх квадратів.

3.2 Визначення проектної позначки майданчика

3.2.1 При плануванні горизонтального майданчика з нульовим балансом земляних мас проектна (червона) позначка визначається за формулою:

$$H_{np} = \frac{\sum H_1 + 2\sum H_2 + 4\sum H_4}{4 \cdot n}, \quad (2)$$

де $\sum H_1$, $\sum H_2$, $\sum H_4$ – сума числових значень чорних позначок вершин квадратів, які одночасно належать відповідно одному, двом та чотирьом квадратам;

n – кількість квадратів.

Приклад. Для майданчика (рисунок 3.1) проектна позначка буде становити:

$$H_{np} = \frac{(H_{11} + H_{14} + H_{31} + H_{34}) + 2(H_{12} + H_{13} + H_{21} + H_{24} + H_{32} + H_{33})}{4n} + \frac{4(H_{22} + H_{23})}{4n}, \quad (3)$$

$$H_{np} = \frac{(48,53 + 51,24 + 50,56 + 53,35)}{4 \cdot 6} + \frac{2(49,42 + 50,20 + 49,63 + 52,17 + 51,52 + 52,48)}{4 \cdot 6} + \frac{4(50,58 + 51,35)}{4 \cdot 6} = 50,93 \text{ м.}$$

Проектна позначка $H_{np} = 50,93$ м дає рівність об'ємів ґрунту виїмки й насипу, тобто – нульовий баланс земляних мас.

3.3 Визначення робочих позначок вершин квадратів

Робочі позначки кожної вершини квадрата визначаються як різниця між червоною й чорною позначками:

$$\pm h = H_{np} - H_c, \quad (4)$$

Знак робочої позначки "плюс" вказує на необхідність улаштування насипу, а знак "мінус" – виїмки.

Значення робочих, проектних і чорних позначок наносять біля вершин квадрата так, як це зображено на рисунку 3.1б, де H_p – робоча позначка, H_{np} і H_c – відповідно, проектна (червона) і чорна позначки.

Дані розрахунку значень позначок заносяться до таблиці 2.

Таблиця 2

Для запису розрахунків майданчика

Номер квадрата	Робоча позначка, м				Середня робоча позначка (h_c), м		Площа квадрата, (фігури), m^2		Обсяги робіт, m^3	
	h_1	h_2	h_3	h_4	насип	виїмка	насип	виїмка	насип	виїмка
					(+)	(-)			(+)	(-)
<i>l</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	2,40	1,51	0,35	1,30	1,39	–	2500	–	3475	–
2	1,51	0,73	–0,42	0,35	0,52	0,14	2251	249	1171	35
3	0,73	–0,31	–1,24	–0,42	0,24	0,39	557	1943	134	758
4	1,30	0,35	–0,59	0,37	0,40	0,20	2018	482	807	96
5	0,35	–0,42	–1,55	–0,59	0,12	0,51	212	2288	25	1167
6	–0,42	–1,24	–2,42	–1,55	–	1,41	–	2500	–	3525
Всього:									5612	5581

3.4 Побудова нульової лінії

Нульову лінію, яка розмежовує ділянки виїмки й насипу майданчика, проводять через нульові точки перехідних квадратів – квадрати, вершини яких мають робочі позначки різного знаку.

Для цього в довільному масштабі на сторонах квадратів відкладають робочі позначки зі знаком "плюс" у один бік, а зі знаком "мінус" – у інший, і з'єднують їх між собою прямою (рисунок 3.3).

На перетині цієї прямої зі стороною квадрата знаходяться точки нульової лінії. З'єднавши нульові точки у всіх перехідних квадратах плавною лінією, отримують лінію нульових робіт.

При аналітичному способі виходять із пропорційності відстаней від точки *A* нульової лінії до вершин *l* і *4* квадрата та значень робочих позначок h_1 і h_4 цих вершин. Наприклад, для нульової точки *A* (рисунок 3.4) можна записати рівність:

$$\frac{X}{a - X} = \frac{|h_1|}{|h_4|}, \quad (5)$$

звідки

$$X = \frac{|h_1| \cdot a}{|h_1| + |h_4|}, \quad (6)$$

де X – відстань від вершини квадрата з робочою позначкою h_1 до шуканої точки нульових робіт, м.;

a – довжина сторони квадрата, м;

$|h_1|$, $|h_4|$ – робочі позначки вершин квадрата, що лежать на стороні, яку перетинає нульова лінія, м.

Приклад. У четвертому квадраті (рисунок 3.3) відстань X від вершини H_{31} до нульової точки E визначиться з виразу:

$$x_{31,E} = \frac{|h_4| \cdot a}{|h_3| + |h_4|},$$

$$x_{31,E} = \frac{0,37 \cdot 50}{0,59 + 0,37} = 19,27 \text{ м.}$$

Результати розрахунку заносяться до таблиці 3.

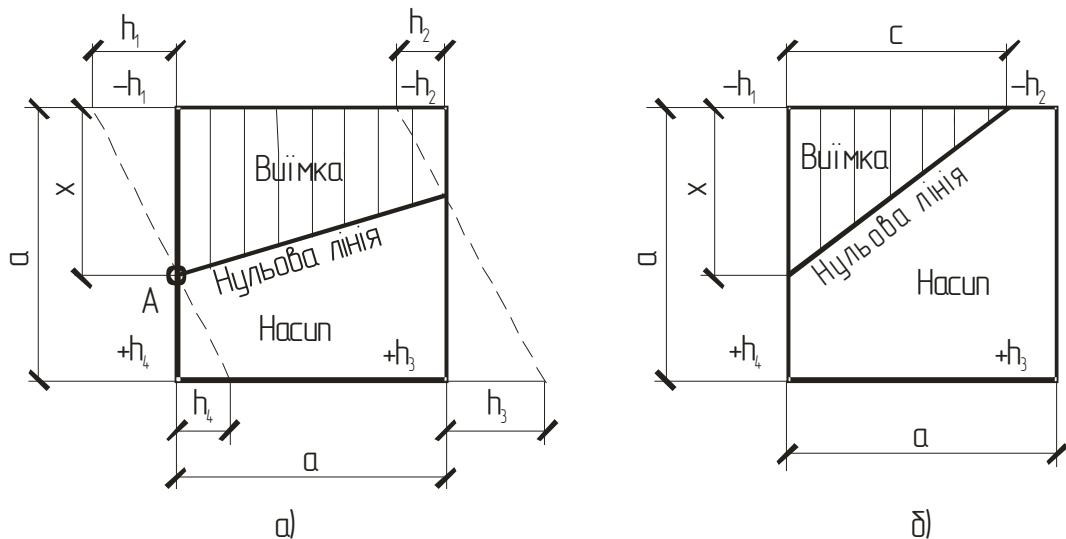


Рис. 3.3 Квадрати майданчика з фрагментами нульової лінії

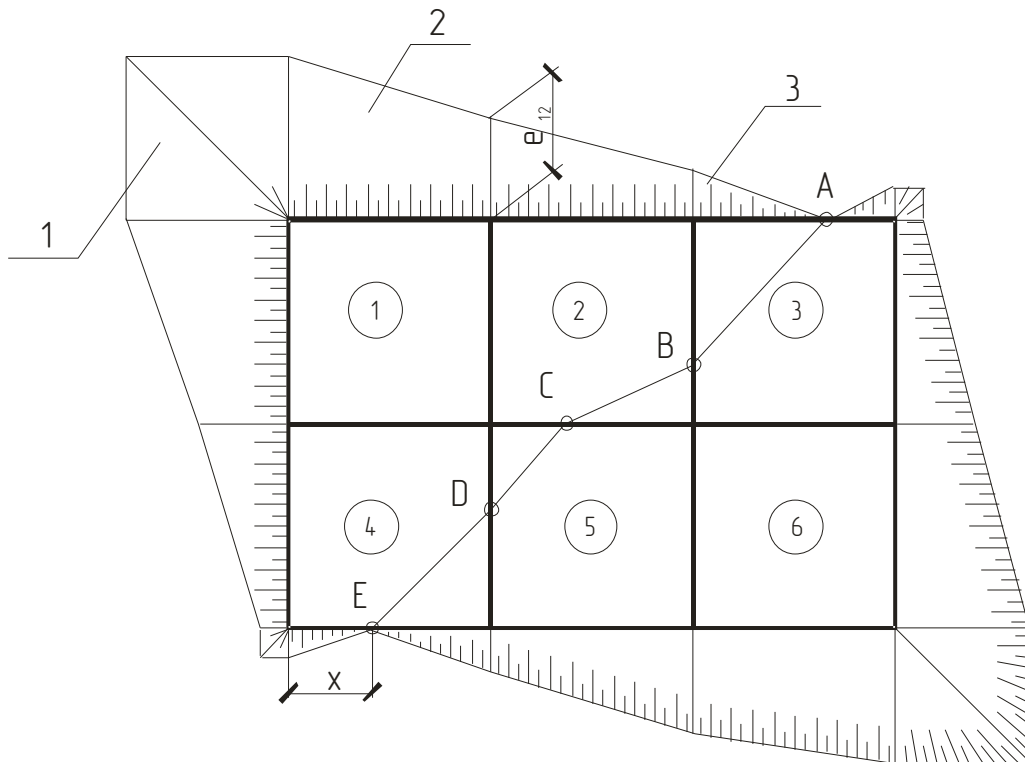


Рис. 3.4 Схема майданчика з укосами і нульовою лінією

Таблиця 3

Відстані від вершин квадратів до точок нульової лінії

$X_{13,A}$	$X_{13,B}$	$X_{22,C}$	$X_{22,D}$	$X_{31,E}$
35,10	31,74	22,73	18,62	19,27

3.5 Визначення закладин укосів

Стійкість земляної споруди забезпечується улаштуванням укосів по її периметру.

Величина закладин укосів для виїмки і насипу в зовнішніх вершинах квадратів визначається зі співвідношення (див. рисунок 3.5):

$$\frac{h}{e} = \frac{1}{m}, \quad (7)$$

де h – висота укосу, м;

e – закладання укосу, м;

m – коефіцієнт закладання укосу, який є зворотною величиною до тангенса кута природного укосу α .

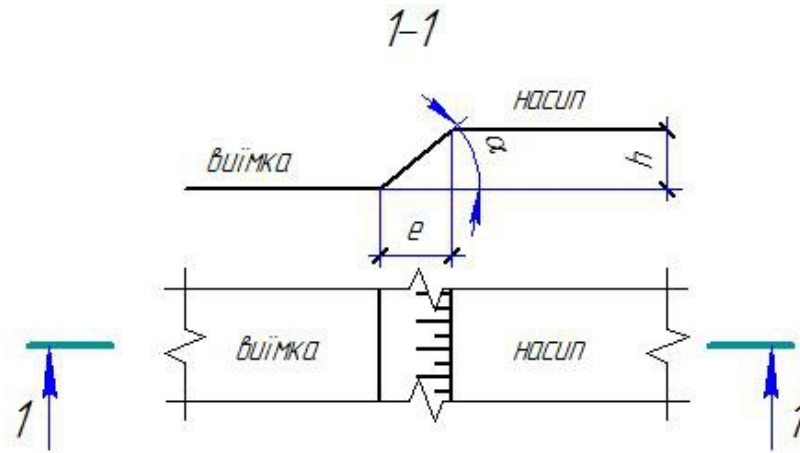


Рис. 3.5 Схема закладання укосу

Приклад: Для вершини H_{12} (рисунок 3.3) закладання укосу визначається з виразу:

$$e_{12} = h_{12} \cdot m,$$

де h_{12} – робоча позначка вершини H_{12} , $h_{12} = 1,51$ м;

m – коефіцієнт укосу, для постійних земляних споруд з суглинку $m = 1,25$ [15].

$$e_{12} = 1,51 \cdot 1,25 = 1,89 \text{ м.}$$

Аналогічно визначаються закладки укосів для усіх вершин зовнішніх квадратів. Дані розрахунку заносяться до таблиці 4. Відклавши закладки у довільному масштабі від вершин і з'єднавши їх кінці лініями, отримують абрис укосів майданчика в плані (рисунок 3.3).

Таблиця 4

Заклади укосів зовнішніх квадратів

e_{11}	e_{12}	e_{13}	e_{14}	e_{21}	e_{24}	e_{31}	e_{32}	e_{33}	e_{34}
3,00	1,89	0,91	-0,39	1,63	-1,55	0,46	-0,74	-1,94	-3,03

3.6 Підрахунок об'єму планувальних робіт

Об'єм планувальних робіт в окремих квадратах або фігурах можна визначити за формулою:

$$V = F \cdot h_c, \quad (8)$$

де F – площа квадрата або фігури, м^2 ;

h_c – середня робоча позначка квадрата або фігури, м.

Об'єм ґрунту в однойменних квадратах приймають як об'єм чотиригранної призми, у якої площина однієї основи відповідає природному рельєфу, а другої – поверхні планування. Середня робоча позначка цього тіла визначається за формулою:

$$h_{4c} = \frac{(h_1 + h_2 + h_3 + h_4)}{4}, \quad (9)$$

де h_1, h_2, h_3, h_4 – робочі позначки вершин квадрата, м.

Нульова лінія може розділити площину квадрата двома способами: на дві трапеції (рисунок 3.3 а) та трикутник і п'ятикутник (рисунок 3.3 б).

Середня робоча позначка ґрунту у чотиригранних призмах з основою у вигляді трапеції визначається за формулою:

$$h_{mc} = \frac{h_1 + h_2}{4}, \quad (10)$$

При визначенні об'єму ґрунту у три – та п'ятигранній призмах середні робочі позначки визначаються відповідно за формулами (див. рисунок 3.3 б):

$$h_{3c} = \frac{h_1}{3} \quad (11)$$

$$h_{5c} = \frac{h_2 + h_3 + h_4}{5} \quad (12)$$

Площа F_5 п'ятикутника при цьому визначається як різниця між площею квадрата та трикутника.

Для зручності розрахунок ведуть у формі, наведеній у таблиці 2.

3.6 Підрахунок об'єму ґрунту в укосах насипу та виїмки

Укоси, які прилягають до окремих квадратів, можна поділити за формою на три основні фігури (рисунки 3.4): кутова чотиригранна піраміда 1, бічний призматод 2, бічна тригранна піраміда 3.

Обходячи майданчик по контуру за годинниковою стрілкою для кожної сторони квадратів визначають об'єм ґрунту в елементах укосів за формулами:

- у кутових пірамідах

$$V_{kn} = \frac{m^2 \cdot h_1^3}{3}; \quad (13)$$

- у бічних призматоїдах

$$V_{bn} = \frac{a \cdot m}{6} (h_1^2 + h_1 \cdot h_2 + h_2^2); \quad (14)$$

- у бічних тригранних пірамідах перехідних квадратів

$$V_{mn} = \frac{l \cdot m \cdot h_1^2}{6}, \quad (15)$$

де m – коефіцієнт укосу;

h_1, h_2 – робочі позначки кутів квадрата, м;

a – довжина сторони квадрата, м;

l – висота тригранної бічної піраміди (відстань від вершини квадрата до нульової точки), м.

Результати підрахунку обсягів робіт в укосах насипу та виїмки заносяться до таблиці 5.

Таблиця 5

Підрахунок обсягу робіт в укосах

Номер квад- рата	Робочі позначки зовнішніх кутів квадратів, м ³		Об'єм ґрунту в укосах, м ³					
			в кутових пірамідах		в бічних призматоїдах		в бічних тригранних пірамідах	
	h_{31}	h_{32}	насип (+)	виїмка (-)	насип (+)	виїмка (-)	насип (+)	виїмка (-)
<i>l</i>	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2,40	1,51	7,2	–	121,5	–	–	–
2	1,51	0,73	–	–	40,8	–	–	–
3	0,73	–0,31	–	–	–	–	3,9	0,3
3	–0,31	–1,24	–	–	–	21,0	–	–
6	–1,24	–2,42	–	–	–	108,3	–	–
6	–2,42	–1,55	–	7,4	–	125,1	–	–
5	–1,55	–0,59	–	–	–	38,2	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	-0,59	0,37	-	-	-	-	0,5	2,2
4	0,37	1,30	-	-	24,0	-	-	-
1	1,30	2,40	-	-	110,1	-	-	-
Всього: насип – 308 м ³ , виїмка – 303 м ³ .								

3.7 Складання балансової відомості земляних робіт

При розробці ґрунту його об'єм збільшується внаслідок розпушення.

Додатковий об'єм ґрунту внаслідок залишкового розпушення визначається за формулою:

$$V_{\partial} = \frac{V_{\epsilon} \cdot P_p}{100}, \quad (16)$$

де V_{ϵ} – об'єм виїмки у природному стані, м³;

P_p – показник залишкового розпушення ґрунту, %, приймається відповідно до [15] (див. додаток Б).

Приклад: додатковий об'єм ґрунту внаслідок залишкового розпушення за даними таблиць 2 і 5 буде становити:

$$V_{\partial} = \frac{(V_{\epsilon k} + V_{\epsilon y}) \cdot P_p}{100}, \quad (17)$$

де $V_{\epsilon k}$ і $V_{\epsilon y}$ – об'єм ґрунту виїмки відповідно у квадратах і укосах.

$$V_{\partial} = \frac{(5581 + 303) \cdot 6}{100} = 353 \text{ м}^3.$$

Дані розрахунку обсягів робіт по площадці, в укосах та внаслідок залишкового розпушення зводяться в балансову відомість земляних мас (таблиця 6).

Розбіжність в об'ємах виїмки й насипу не повинна перевищувати 5%. Якщо ця умова не виконується, то перераховують проектну позначку:

$$H_{np}^1 = H_{np} + \Delta h, \quad (18)$$

де H_{np} – початкова проектна позначка, м;

Δh – поправка, на величину якої треба змінити початкову проектну позначку для виконання умови нульового балансу земляних мас, м.

Балансова відомість земляних мас

Розподіл ґрунтових мас	Насип, м ³	Виїмка, м ³
Об'єм ґрунту в межах квадратів	5612	5581
Об'єм ґрунту в укосах	308	303
Об'єм ґрунту внаслідок залишкового розпушення	–	353
Разом	5920	6237
Баланс: $V=5920-6237=-317 \text{ м}^3$		

$$\Delta h = \frac{V_{зв} - V_{зн}}{F_n}, \quad (19)$$

де $V_{зв}$ і $V_{зн}$ – загальний об'єм ґрунту відповідно у виїмці та насипу, м³;

F_n – площа майданчика, м².

Приклад: розбіжність у об'ємах виїмки й насипу за даними таблиці 6 визначиться з виразу:

$$\Delta = \frac{6237 - 5920}{5920} \cdot 100\% = 5,4 \%$$

Так як розбіжність об'ємів насипу й виїмки перевищує 5%, то необхідно внести поправку до проектної позначки.

$$\Delta h = \frac{6237 - 5920}{15000} = 0,02 \text{ м}$$

$$H_{np}^1 = 50,93 + 0,02 = 50,95 \text{ м}$$

Після коригування проектної позначки знову виконується розрахунок обсягів робіт по плануванню майданчика.

3.8 Визначення середньої відстані переміщення ґрунту

На майданчиках, вільних від споруд за середню відстань переміщення ґрунту приймають відстань між центрами ваги виїмки й насипу.

Центри ваги ділянок насипу й виїмки можна визначити аналітичним, графічним та методом лінійного програмування.

При аналітичному методі за середню відстань переміщення ґрунту з виїмки у насип приймають відстань між центрами ваги виїмки й насипу.

Координати $X_в$, $Y_в$, $X_н$, $Y_н$ центрів ваги об'ємів ґрунту виїмки й насипу (рисунок 3.6) визначаються за формулами:

$$X_в = \frac{\sum_{i=1}^n (V_{вi} \cdot x_{вi})}{\sum_{i=1}^n V_{вi}}, \quad (20)$$

$$Y_в = \frac{\sum_{i=1}^n (V_{вi} \cdot y_{вi})}{\sum_{i=1}^n V_{вi}}, \quad (21)$$

$$X_н = \frac{\sum_{i=1}^n (V_{нi} \cdot x_{нi})}{\sum_{i=1}^n V_{нi}}, \quad (22)$$

$$Y_н = \frac{\sum_{i=1}^n (V_{нi} \cdot y_{нi})}{\sum_{i=1}^n V_{нi}}, \quad (23)$$

де n – загальна кількість квадратів та їх складових фігур, які утворюють виїмку або насип;

$x_{в(н)i}$, $y_{в(н)i}$ – координати центра ваги ґрунту виїмки (насипу) i -го квадрата або їх складових фігур відносно умовних осей X і Y . Центр ваги ґрунту окремого квадрата або фігури умовно приймається в центрі ваги площини даної фігури;

$V_{в(н)i}$ – об'єм ґрунту окремих квадратів або їх складових фігур насипу (виїмки), м^3 .

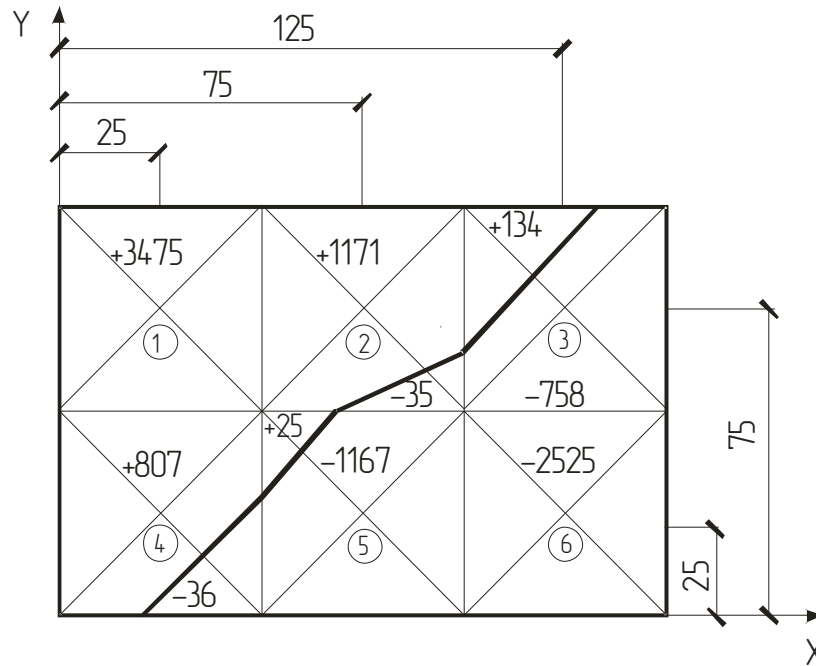


Рис. 3.6 Схема майданчика з координатами центра ваги виїмки і насипу

Центри ваги фігур, на які поділяє квадрати нульова ліня, наведені в додатку В.

Середня відстань між центрами ваги виїмки й насипу визначається за формулою:

$$l_c = \sqrt{(X_g - X_n)^2 + (Y_g - Y_n)^2}, \quad (24)$$

Приклад: координати центрів ваги виїмки й насипу для майданчика, картограма земляних мас якої зображена на рисунку 3.6, визначаються з наступних виразів:

$$X_g = \frac{35 \cdot 90,9 + 758 \cdot 128,8 + 96 \cdot 39,8 + 1167 \cdot 76,6 + 3255 \cdot 125}{35 + 758 + 96 + 1167 + 3255} =$$

$$= \frac{634649,9}{5581} = 113,7 \text{ м};$$

$$Y_g = \frac{35 \cdot 56,1 + 758 \cdot 67,9 + 96 \cdot 10,5 + 1167 \cdot 22,7 + 3255 \cdot 25}{35 + 758 + 96 + 1167 + 3255} =$$

$$= \frac{169055,6}{5581} = 30,3 \text{ м};$$

$$X_n = \frac{3475 \cdot 25 + 1171 \cdot 73,2 + 134 \cdot 111,7 + 807 \cdot 21,5 + 25 \cdot 57,6}{3475 + 1171 + 134 + 807 + 25} =$$

$$= \frac{206350,5}{5612} = 36,8 \text{ м};$$

$$Y_n = \frac{3475 \cdot 75 + 1171 \cdot 77,1 + 134 \cdot 89,4 + 807 \cdot 28,5 + 25 \cdot 43,8}{3475 + 1171 + 134 + 807 + 25} =$$

$$= \frac{386985,9}{5612} = 69,0 \text{ м}.$$

Середня відстань переміщення ґрунту з виїмки у насип:

$$l_c = \sqrt{(113,7 - 36,8)^2 + (30,3 - 69,0)^2} \approx 86 \text{ м}.$$

При концентричному розташуванні горизонталей або коли мають місце декілька об'ємів насипу, або виїмки, середня відстань переміщення ґрунту з виїмки у насип визначається як середнє вагове з n відстаней переміщення ґрунту на окремих ділянках:

$$l_c = \frac{l_1 \cdot V_1 + l_2 \cdot V_2 + \dots + l_n \cdot V_n}{\sum_1^n V_i}, \quad (25)$$

де l_i – середня відстань переміщення ґрунту на i -й ділянці, м;

V_i – обсяг робіт на i -й ділянці, м³;

n – кількість ділянок.

3.9 Підрахунок обсягів робіт з копання котлованів і траншей

Котловани і траншеї влаштовують із вертикальними та похилими стінками, крутизну яких приймають відповідно до вказівок [9].

Розміри виїмок повинні забезпечувати розміщення конструкцій, механізоване виробництво робіт по монтажу фундаментів, а також, при необхідності, можливість пересування людей у пазухах.

Під будівлю з підвальним приміщенням виїмка виконується у вигляді котловану, в якому улаштовуються траншеї під фундаменти (рисунок 3.7а, 3.7б); під будівлю з стрічковими фундаментами – у вигляді траншей.

При розробці виїмок під окремо стоячі фундаменти земляна споруда може бути або у вигляді окремих котлованів, або у вигляді траншей. Для того, щоб визначитися з видом виїмки, будують профілі котлованів по поздовжній осі для фундаментів, які стоять окремо. При цьому враховується крутизна укосів. Якщо лінії укосів суміжних виїмок не перехрещуються і знаходяться на відстані, яка дозволяє вільний прохід (1,5 м та більше), то проводиться відривання окремих котлованів.

Ґрунт у окремих котлованах і траншеях розробляється у два етапи.

На першому здійснюється механізована розробка до позначки, яка перевищує проектну на величину недобору ґрунту, і на другому – ручна зачистка площин під фундаменти до проектної позначки.

У будинках з підвальним приміщенням рівень підшови фундаменту призначається звичайно не менше ніж на 0,5 м нижче рівня підлоги підвалу.

Товщина підлоги приймається 0,1 м. За цих умов рівень ґрунтової основи під підлогу перевищує позначку підшови фундаменту на $h_{zo}=0,4$ м (рисунок 3.76).

Одна частина ґрунту, яка виймається з траншей під фундаменти у котловані, використовується для зворотної засипки фундаментів у траншеях. Друга частина ґрунту розподіляється по площині ґрунтової основи під підлоги. Тому при улаштуванні котловану рівень його дна понижують на величину h_n , яка компенсується залишком ґрунту з траншей після зворотної засипки.

При улаштуванні котловану виконується механізована розробка ґрунту на глибину, яка менше пониженого рівня ґрунтової основи на величину недобору h_n . Потім здійснюється механізоване зачищення дна котловану на понижений рівень ґрунтової основи під підлогу і розробляються вручну траншеї під фундаменти.

У котловані також виконуються роботи по улаштуванні в'їзної траншеї.

Ґрунт, знятий у результаті зачистки подається в зону роботи екскаватора, який виводить його з виїмки. Якщо за умовами технології це зробити неможливо, то роботи по зачищенню ґрунту виконуються вручну і враховуються окремо, а у роботі екскаватора не враховуються.

У результаті розрахунків необхідно визначити:

- загальний об'єм виїмки;
- об'єм механізованої розробки ґрунту;
- об'єм ґрунту, витиснутого спорудою, і який підлягає вивезенню;
- об'єм зачистки дна виїмки – ручної, механізованої;
- об'єм засипки пазах траншей або котловану.

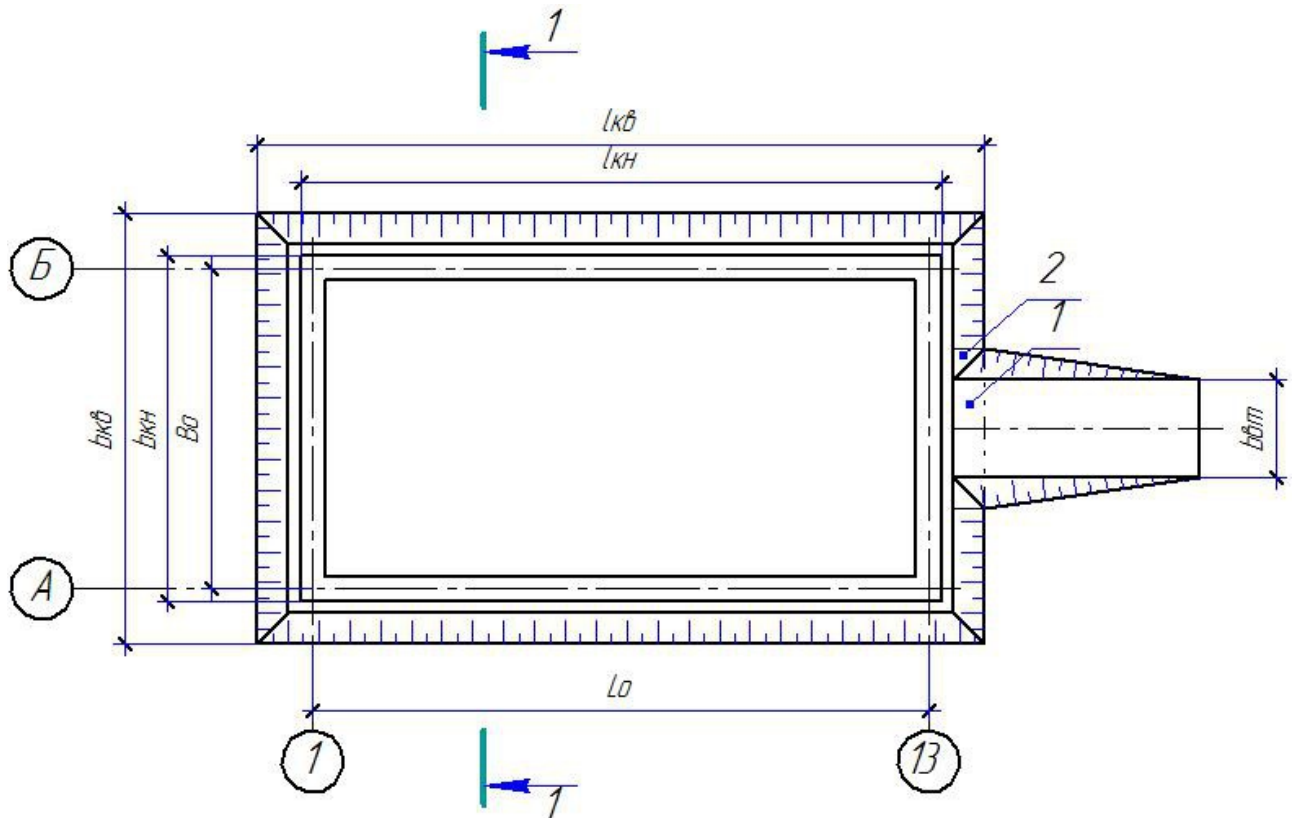


Рис. 3.7а Схема влаштування котловану

3.9.1 Визначення об'єму котловану під будинок з підвальним приміщенням

Розміри площини, що обмежує виїмку під будинок із підвальним приміщенням знизу, по підшві фундаменту, визначають за формулами:

– довжина:

$$l_{кн} = L_0 + b_{ф} + 2c, \quad (26)$$

– ширина:

$$b_{кн} = B_0 + b_{ф} + 2c, \quad (27)$$

де L_0 і B_0 – відстань між зовнішніми осями будинку, відповідно поперечними й поздовжніми, м;

$V_{з.м}$ – об'єм ґрунту зворотної засипки пазах фундаментів на висоту $h_{зо} - h_n$, м³.

Об'єм траншеї визначиться з виразу:

$$V_{тр} = 2b_{тр}(h_{зо} - h_n)(L_0 + B_0). \quad (31)$$

Об'єм зворотної засипки визначиться з виразу:

$$V_{з.м} = V_{тр} - V_{ф}, \quad (32)$$

де $V_{ф}$ – об'єм ґрунту, який витискується фундаментом, м³.

$$V_{ф} = 2b_{ф}(h_{зо} - h_n)(L_0 + B_0). \quad (33)$$

З урахуванням виразів 31, 32, 33 з рівняння 30:

$$h_n = \frac{2h_{зо}(b_{тр}(k_{п.з} - 1) + b_{ф})(L_0 + B_0)}{2b_{тр}(k_{п.з} - 1)(L_0 + B_0) + (L_0 + b_{ф})(B_0 + b_{ф})}. \quad (34)$$

Робоча позначка дна котловану, для механізованої розробки екскаватором, буде становити:

$$h_{п.е} = h_{зф} - (h_{зо} - h_n) - h_n \quad (35)$$

де h_n – величина недобору ґрунту, м.

Розміри котловану по низу, який утворюється у результаті розробки екскаватором, визначаються за формулами:

– довжина:

$$l_{кн.е} = l_{кв} - 2 \cdot m \cdot h_{п.е}, \quad (36)$$

– ширина:

$$b_{кн.е} = b_{кв} - 2 \cdot m \cdot h_{п.е}, \quad (37)$$

Об'єм котловану, що розроблюється екскаватором, визначається як об'єм обеліску за формулою:

$$V_{к.е} = \frac{h_{п.е}}{6} (l_{кн.е} \cdot b_{кн.е} + (l_{кн.е} + l_{кв.е})(b_{кн.е} + b_{кв.е}) + l_{кн.е} \cdot b_{кв.е}) \quad (38)$$

Робоча позначка дна котловану, для зачистки дна котловану бульдозером:

$$h_{п.б} = h_{зф} - h_{п.е} - (h_{зо} - h_n) = h_n \quad (39)$$

Розміри котловану по низу (у площині пониженого рівня ґрунтової основи під підлогу підвального приміщення) визначаються за формулами:

– довжина:

$$l_{кн.б} = l_{кн} + 2m(h_{zo} - h_n), \quad (40)$$

– ширина:

$$b_{кн.б} = b_{кн} + 2 \cdot m \cdot (h_{го} - h_n). \quad (41)$$

Об'єм ґрунту механізованої зачистки дна котловану бульдозером визначається за формулою:

$$V_{к.б} = \frac{h_{р.б}}{6} (l_{кн.б} \cdot b_{кн.б} + (l_{кн.б} + l_{кв.е})(b_{кн.б} + b_{кв.е}) + l_{кн.е} \cdot b_{кв.е}). \quad (42)$$

Об'єм траншей під фундаменти у котловані, які розробляються ручним способом, дорівнює $V_{тр}$.

Об'єм ґрунту для засипки зовнішніх пазух котловану:

$$V_{зв.з} = (V_{к.е} + V_{к.б} - V_c) \quad (43)$$

де V_c – об'єм ґрунту, витиснутий спорудою, м³.

$$V_c = (L_0 + b_{сн})(B_0 + b_{сн})(h_{зф} + h_{zo}) + (L_0 + b_{ф})(B_0 + b_{ф})h_{zo}$$

де $b_{сн}$ – товщина стіни підвалу, м.

Об'єм ґрунту, що вивозиться, дорівнює об'єму ґрунту витиснутого спорудою.

Об'єм в'їзної траншеї (рисунок 3.8) можна визначити за формулою:

$$V_{вт} = m^l \cdot \left(\frac{b_{вт} \cdot h_{р.к.}^2}{2} + \frac{h_{р.к.}^3 \cdot m}{3} \right), \quad (44)$$

де m^l – коефіцієнт закладання в'їзної траншеї, при $i=0,1$ $m^l=10$;

$b_{вт}$ – ширина в'їзної траншеї по дну, при односторонньому русі автосамоскидів вантажопідйомністю до 12 т $b_{вт}=3,5$ м, а при двосторонньому – $b_{вт}=7$ м;

$h_{р.к}$ – робоча позначка дна котловану, м; у даному випадку:

$$h_{р.к} = h_{рек} + h_{р.б}.$$

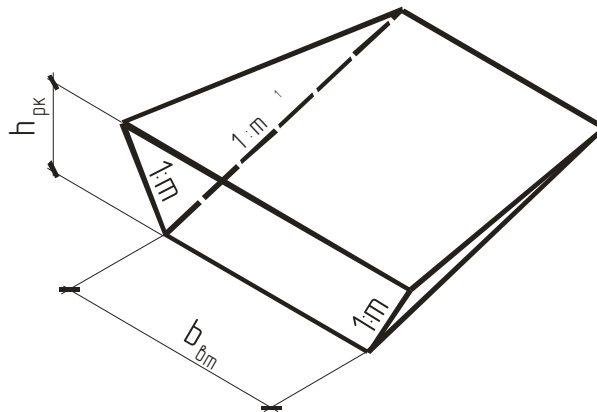


Рисунок 3.8

3.9.2 Визначення об'єму робіт під будівлю з стрічковим фундаментом

Довжина по низу траншей поздовжніх і поперечних (рисунок 3.9), які влаштовуються тільки по основним осям, визначається так же як і довжина котловану відповідно:

$$l_{mn} = L_0 + b_{\phi} + 2c ,$$

$$l_{n.mn} = B_0 + b_{\phi} + 2c .$$

Ширина траншеї визначається за формулою:

$$b_{mn} = b_{\phi} + 2c , \quad (45)$$

Розміри траншей по верху збільшуються на величину закладин.

$$l_{ms} = l_{mn} + 2m \cdot h_{зф} , \quad (46)$$

$$l_{n.ms} = l_{n.mn} + 2m \cdot h_{зф} . \quad (47)$$

Траншеї під фундаменти розбиваються на окремі елементи: осьові призми – 1, кутові піраміди – 2 і бічні призматоїди – 3, об'єм яких визначається відповідно за формулами 8, 13, і 14. Величина робочої позначки дорівнює $h_{зф}$ – глибині закладання фундаменту.

Сума об'ємів окремих елементів траншей складе загальний об'єм $V_{тр}$ виїмки.

Об'єм $V_{мех}$ механізованої розробки траншеї визначається аналогічно. Величина робочої позначки, при цьому, зменшується на h_n – середню величину недобору ґрунту, $h_n = 0,15$ м.

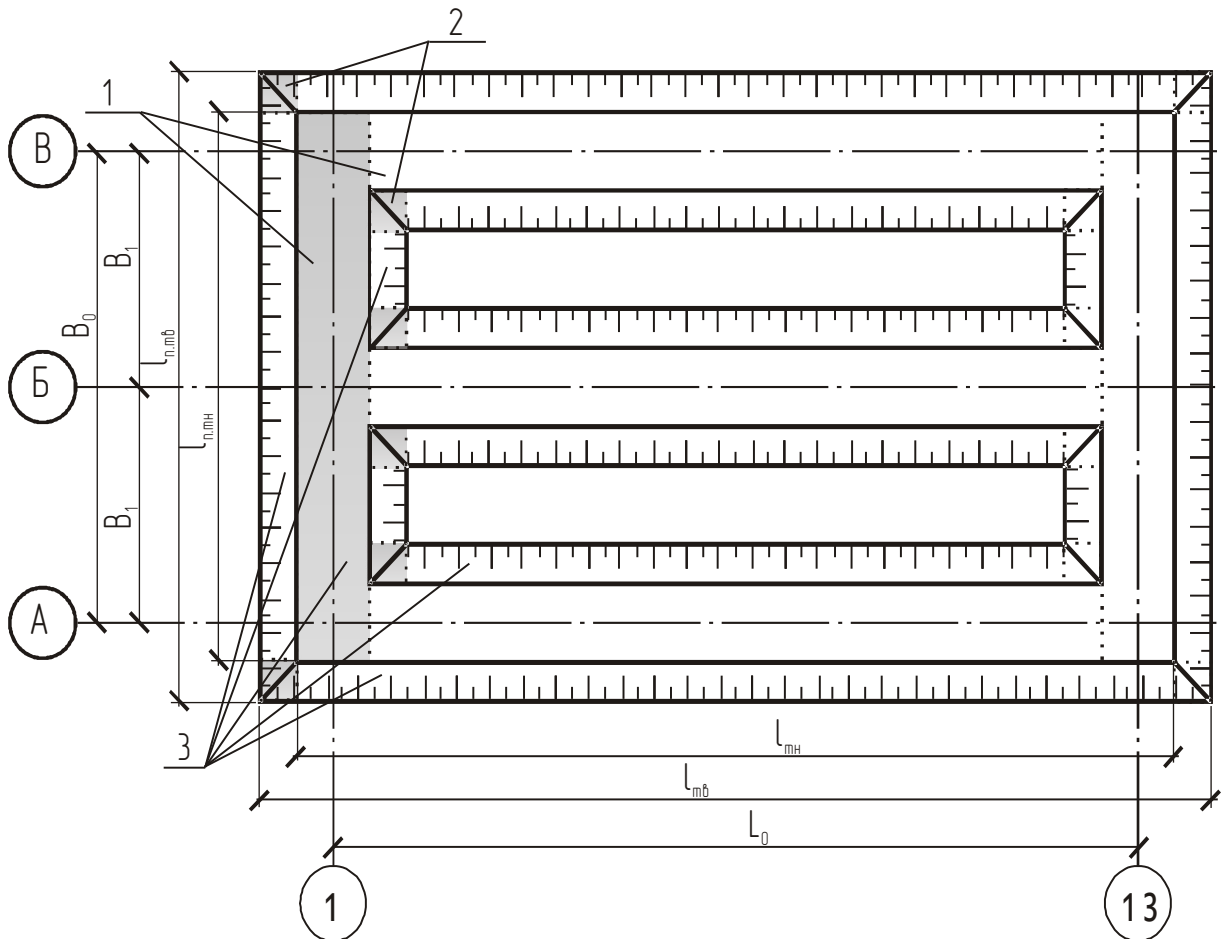


Рис. 3.9 Схема під будівлю з стрічковим фундаментом

Об'єм робіт по ручній зачистці дна траншей:

$$V_p = V_{mp} - V_{mex}, \quad (48)$$

Об'єм V_c ґрунту, витиснутого спорудою, дорівнює об'єму фундаментів.

Об'єм $V_{зв.з}$ ґрунту зворотної засипки пазух визначиться як різниця загального об'єму виїмки й об'єму ґрунту, витиснутого спорудою.

3.9.3 Визначення об'єму виїмок під окремі стовпчасті фундаменти

Ширина й довжина виїмок по низу під окремі стовпчасті фундаменти визначаються за формулами відповідно:

$$b_{ви} = b_{ф} + 2c, \quad (49)$$

$$l_{ви} = l_{ф} + 2c, \quad (50)$$

де $l_{ф}$ і $b_{ф}$ – відповідно довжина і ширина підшови фундаменту, м.

Ширина і довжина виїмки по верху збільшуються на величину закладин.

Об'єм окремих виїмок, які влаштовуються під окремі фундаменти визначається за формулою:

$$V = \frac{h_{зф}}{6} \left((2b_{вв} + b_{вн})l_{вв} + (2b_{вн} + b_{вв})l_{вн} \right) \quad (51)$$

При визначенні інших складових виїмок враховують зауваження п. 3.9.2.

4 Вибір засобів механізації земляних робіт

Для кожного виду робіт – планування майданчика й розробки виїмок – вибирається два комплекти машин за технічними характеристиками. При цьому продуктивність допоміжних машин повинна перевищувати продуктивність ведучої на 10–15 %. Після техніко-економічного порівняння варіантів робиться остаточний висновок щодо ефективного варіанту.

4.1 Машини для планування майданчика і ущільнення ґрунту у насипу

При планувальних роботах основними параметрами для вибору засобів механізації є: обсяг робіт, термін їх виконання, середня відстань переміщення ґрунту та його категорія.

Розробку ґрунту виконують бульдозерами, автогрейдерями, скреперами, навантажувачами й екскаваторами. Переміщення ґрунту здійснюється ведучою машиною, або транспортними засобами, в залежності від виду прийнятої машини.

Без попереднього розпушування розробляють ґрунти: скреперами – I групи, бульдозерами – I–III, екскаваторами одноківшовим – I–IV і навантажувачами – I–III груп.

Бульдозери доцільно застосовувати при розробці й переміщенні ґрунту на відстань до 100 м, навантажувачі – до 200-300 (м), причіпні скрепери – на відстань 100-500 (м), самохідні – до 5 км.

Раціональна дальність переміщення ґрунтів бульдозерами залежить [13] від потужності бульдозера: на тракторах ДТ-54 – до 30-50 (м), ДТ-75 і ДТ-100 – до 50-70 (м), Т-130 і Т-180 – до 100 м і на ДЭТ-250 – до 150 м. При розробці виїмки найбільш продуктивна робота бульдозера досягається при русі під уклін 10–15° стружкою постійної товщини.

Застосовують також спарену або групову роботу бульдозерів.

Переміщення ґрунту з виїмки у насип [16] на відстань до 50 м рекомендується виконувати по човниковій схемі траншейним способом без проміжного вала, а на відстань 50-100 м – за еліптичною схемою з двома поворотами або з накопиченням ґрунту у проміжних валах через 20-25 (м).

Глибина траншеї, яка утворюється при багаторазовому проході по одному і тому ж слідові становить 0,5 м. Ширина перемички між траншеями – 0,4-0,6 (м).

При планувальних роботах скреперами доцільно застосовувати еліптичну, спіральну схему руху машини та "вісімкою".

Різання стружкою постійної товщини (10-25 (см)) виконують у піщаних ґрунтах і зніманні рослинного шару, а також при наповненні ковша під уклін.

Різання стружкою клиноподібного і гребінчастого профілю більш продуктивне (ніж спочатку заглиблюється на максимальну глибину, а при падінні обертів двигуна виглиблюється приблизно на 70 % до відновлення нормальної роботи двигуна, після чого процес періодично повторюється).

Рекомендації щодо вибору машин для ущільнення ґрунту наведені у п.2.

4.2 Машини для розробки виїмок, зворотного засипання і ущільнення ґрунту у пазухах

Траншеї і котловани під фундаменти будинків найчастіше розроблюють одноківшовими екскаваторами.

Пряму лопату доцільно застосовувати на необхідних важких ґрунтах, ґрунтах з міцними включеннями та скелястих, які розпушенні попередньо вибухом.

При копанні котлованів та траншей застосовують такі основні параметри для вибору екскаваторів:

- 1) обсяг робіт та термін їх виконання;
- 2) вид ґрунту;
- 3) потрібна глибина копання;
- 4) потрібний радіус копання;
- 5) потрібний радіус навантаження ґрунту;
- 6) потрібна висота вивантаження ґрунту.

Зворотну засипку пазух здійснюють бульдозерами пошарово з ущільненням електро- та пневмотрамбівками.

4.3 Розрахунок необхідної кількості автосамоскидів

При розробці котлованів і траншей ґрунт витиснутий спорудою вивозиться з майданчика автосамоскидами на відстань згідно з завданням. Вантажопідйомність автосамоскидів вибирається в залежності від дальності транспортування та місткості ковша екскаватора або навантажувача (додаток Б).

4.3.1 Кількість транспортних засобів, при роботі землерийної машини тільки на автотранспорт, визначається за формулою [15]:

$$N_{mp} = \frac{T_u}{t_n}, \quad (52)$$

де T_u – тривалість циклу роботи автосамоскида, хв.;

t_n – тривалість навантаження автосамоскида, хв.

Тривалість циклу роботи автосамоскида:

$$T_u = t_n + \frac{120 \cdot L}{v_{cp}} + t_{p.m} + t_m, \quad (53)$$

де L – відстань перевезення ґрунту, км;

v_{cp} – середня розрахункова швидкість руху до місця розвантаження і в зворотному напрямку, км/год.;

$t_{p.m}$ – час розвантаження з маневруванням, хв.;

t_m – час, який необхідний на маневрування при завантаженні автосамоскида, хв.

Тривалість навантаження одного самоскида:

$$t_n = \frac{M}{n_m \cdot K_m}, \quad (54)$$

де M – кількість ковшів ґрунту, необхідних для завантаження кузова автосамоскида (приймається ціле число, перевантаження допускається не більше ніж на 10%). Для ефективного використання екскаватора і автотранспорту M повинно бути в межах 4–10;

n_m – кількість циклів екскавацій за хвилину;

K_m – коефіцієнт, який залежить від організації роботи транспорту (додаток Б).

$$M = \frac{Q}{q \cdot K_e}, \quad (55)$$

де Q – місткість кузова автосамоскида, м³ [15];

q – геометрична місткість ковша землерийної машини, м³;

K_e – коефіцієнт використання місткості ковша, [15].

$$n_m = \frac{60 \cdot K_e}{t_y}, \quad (56)$$

де K_e – коефіцієнт використання екскаватора у часі за зміну [11];

t_y – тривалість циклу екскаватора, с [12].

4.3.2 Кількість транспортних засобів при роботі землерийної машини поперемінно у відвал і у автотранспорт:

$$N_{mp} = \frac{\mu \cdot T_y}{t_n}, \quad (57)$$

де

$$\mu = \frac{k}{\varphi + k}, \quad (58)$$

$$k = \frac{\Pi_{сид}}{\Pi_{mp}},$$

$$\varphi = \frac{V_{від}}{V_{тр}},$$

$P_{від}$, $P_{тр}$ – продуктивність землерийної машини відповідно при роботі у відвал і на автотранспорт, м³/год.;

$V_{від}$, $V_{тр}$ – об'єм ґрунту, що розроблюється, відповідно у відвал і на автотранспорт, м³.

5 Техніко-економічне порівняння засобів механізації

Вибір найбільш ефективного варіанту механізації земляних робіт здійснюється на основі порівняння їх техніко-економічних показників.

Основними такими показниками виступають:

- тривалість виконання робіт T , зміни;
- трудомісткість q_e , люд.-год./м³;
- приведені витрати P_o , грн.

У курсовій роботі порівняння техніко-економічних показників провадиться тільки для машин, що виконують ведучі процеси.

5.1 Визначення тривалості механізованих робіт

Тривалість виконання механізованих земляних робіт визначається по ведучому процесу за формулою (умовно вважаючи, що тривалість підготовчих та заключних робіт для машин, що порівнюються, приблизно однакова):

$$T = \frac{V_m}{P_e}, \quad (59)$$

де V_m – загальний обсяг земляних робіт, що виконується даним комплектом машин, м³;

P_e – експлуатаційна продуктивність ведучої машини у відповідних одиницях виміру.

Нормативна змінна продуктивність машини визначається за даними [8]:

$$\Pi_n = \frac{V_{од.н} \cdot t_{зм}}{H_{м.ч}}, \quad (60)$$

де $V_{од.н}$ – одиниця об'єму, для якої в [8] наведені норми витрат машинного часу;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, $t_{зм}=8$ год.;

$H_{м.ч}$ – норма витрат машинного часу за [8], маш.-год.

5.1.1 Експлуатаційна продуктивність ($m^3/зм$) бульдозера визначається за формулою:

$$\Pi_e = \frac{3600 \cdot t_{зм} \cdot V_2 \cdot K_q \cdot K_3 \cdot K_y}{t_u}, \quad (61)$$

де V_2 – об'єм ґрунту (у щільному тілі), який зрізується відвалом. m^3 ;

K_q – коефіцієнт використання змінного часу бульдозера;

K_3 – коефіцієнт зберігання ґрунту під час його транспортування,

$$K_3 = 1 - 0,005 \cdot l_c, \quad (62)$$

де l_c – середня відстань транспортування ґрунту, м;

K_y – коефіцієнт, який враховує вплив уклону місцевості на продуктивність бульдозера див. додаток Б;

t_u – тривалість одного повного циклу роботи бульдозера, с;

$$V_2 = \frac{b \cdot H^2}{2 \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot K_p}, \quad (63)$$

де b і H – відповідно довжина і висота відвалу, м;

φ – кут природного укосу ґрунту, град.;

K_p – коефіцієнт початкового розпушення ґрунту, див. додаток Б;

$$t_u = t_n + t_2 + t_n, \quad (64)$$

де t_n – час, який витрачається на набирання ґрунту, с;

t_2 – час переміщення ґрунту до місця відвалу, с;

t_n – час, який витрачається на зворотній шлях машини, с.

Складові частини повного циклу роботи машини:

$$t_{n(z,n)} = \frac{3,6 \cdot L_{n(z,n)}}{v_{n(z,n)}}, \quad (65)$$

де $L_{n(z,n)}$ – довжина шляху набору ґрунту у призму волочіння (переміщення, зворотного ходу порожняком), м;

$v_{n(z,n)}$ – швидкість різання ґрунту (переміщення призми волочіння, зворотного ходу порожняком), км/год.

Довжина шляху набирання ґрунту:

$$L_n = \frac{2 \cdot V_z}{b \cdot h_c}, \quad (66)$$

де b – довжина відвалу, м;

h_c – товщина стружки, що зрізується відвалом бульдозера, м.

5.1.2 Експлуатаційна продуктивність ($\text{м}^3/\text{зм}$) скрепера визначається за формулою:

$$P_e = \frac{3600 \cdot t_{zm} \cdot q \cdot K_m \cdot K_u \cdot K_h}{t_u}, \quad (67)$$

де q – місткість ковша скрепера, м^3 ;

K_m – коефіцієнт використання місткості ковша:

K_u – коефіцієнт використання скрепера за часом [11];

K_h – коефіцієнт впливу глибини виїмки й висоти насипу на продуктивність самохідного скрепера (для причіпних скреперів $K_h=1$);

t_u – тривалість одного повного циклу скрепера, с.

$$K_m = \frac{K_n}{K_p}, \quad (68)$$

де K_n – коефіцієнт наповнення ковша скрепера;

K_p – коефіцієнт розпушення ґрунту у ковші скрепера (додаток Б).

$$t_u = t_n + t_z + t_p + t_n + t_{нов}, \quad (69)$$

де t_n – час набору ковшем ґрунту, с;

t_z – час пересунення завантаженого скрепера, с;

t_p – час, що витрачається на розвантаження ковша, с;

t_n – час, який витрачається на зворотній шлях порожньої машини, с;

$t_{нов}$ – час, який витрачається на повороти (тривалість одного повороту складає 10–25 с, кількість поворотів залежить від прийнятої схеми роботи), с.

$$t_{H(3,n)} = \frac{3,6 \cdot L_{H(3,n)} \cdot K_{n,n}}{v_{H(3,n)}}, \quad (70)$$

де $L_{H(3,n)}$ – довжина шляху відповідно набору ґрунту, пересування завантаженого та порожнього скрепера, м;

$K_{n,n}$ – коефіцієнт, який враховує розгін, переключення передач;

v_H, v_3, v_n – відповідні швидкості руху скрепера, м/с, v_H становить 0,65-0,8 від паспортної швидкості на першій передачі, v_3 – 0,5-0,75 найбільшої паспортної швидкості тягача, v_n – 0,5-0,75 найбільшої паспортної швидкості тягача.

Довжина шляху завантаження скрепера:

$$L_H = \frac{2 \cdot q \cdot K_m (1 + K_n)}{a \cdot h_c}, \quad (71)$$

де q – місткість ковша скрепера, м³;

K_n – коефіцієнт призми волочіння, який характеризує відношення її об'єму, що накопичується перед ковшем, до місткості ковша;

a – ширина різання ножем скрепера, м;

h_c – товщина стружки, що зрізується, приймається меншою h_{\max} м.

5.1.3 Експлуатаційна продуктивність екскаватора:

$$P_e = \frac{3600 \cdot t_{zm} \cdot q \cdot K_e \cdot K_u}{t_u}, \quad (72)$$

де q – місткість ковша екскаватора, м³;

K_e – коефіцієнт використання місткості ковша;

K_u – коефіцієнт використання екскаватора за часом;

t_u – тривалість одного повного циклу екскаватора, с.

5.1.4 Експлуатаційна продуктивність одноківшового навантажувача:

$$P_e = \frac{3600 \cdot t_{zm} \cdot q \cdot K_n \cdot K_u}{K_p \cdot t_u}, \quad (73)$$

де q – місткість ковша навантажувача, м³;

K_n – коефіцієнт наповнення ковша;

K_q – коефіцієнт використання змінного часу навантажувача (приймається рівним 0,65);

K_p – коефіцієнт розпушення ґрунту (додаток Б);

t_u – тривалість одного повного циклу роботи навантажувача визначається в залежності від умов роботи, с:

- при транспортуванні ґрунту навантажувачем у відвали і навантажені у автосамоскиди по схемі роботи з поворотом:

$$t_u = t_n + t_{mp} + t_p + t_x, \quad (74)$$

тут t_n , t_{mp} , t_p , t_x – тривалість відповідно набору, транспортування, розвантаження ґрунту і холостого ходу, с;

- при навантаженні ґрунту у автосамоскиди при човниковій схемі роботи:

$$t_u = t_n + t_{mp} + t_m + t_p + t_x, \quad (75)$$

тут t_m – тривалість маневру автосамоскида, с;

$$t_m = \frac{L_m}{v_m}, \quad (76)$$

де L_m і v_m – відповідно відстань (приймається 10-20 (м)) і швидкість руху автосамоскида при маневруванні (таблиця Бб).

Тривалість t_n набору ґрунту приймається рівною 5-10 (с).

Тривалість транспортування ґрунту, с:

$$t_{mp} = \frac{3,6 \cdot L_{mp}}{v_{mp}}, \quad (77)$$

де L_{mp} і v_{mp} – відповідно відстань (встановлюється відповідно до схеми роботи) і швидкість транспортування ґрунту (приймається в межах 3-20 км/год.).

Тривалість холостого ходу, с:

$$t_x = \frac{3,6 \cdot L_x}{v_x}. \quad (78)$$

Тривалість розвантаження, с:

$$t_p = 0,6 \cdot q + 2,5. \quad (79)$$

5.2 Складання калькуляції трудових витрат і заробітної плати

На основі вихідних даних і попередніх розділів складається калькуляція (таблиця 7) трудових витрат і заробітної плати на прийняті варіанти виконання робіт.

При складанні калькуляції враховуються всі витрати праці робітників, машин і заробітна плата не тільки на основні процеси, але й на допоміжні процеси і операції, якщо вони не входять в основну норму.

Всі роботи по плануванню майданчика і улаштуванню котлованів і траншей заносяться в графу 2 у технологічній послідовності.

Норма часу приймається по [8] і заноситься у графу 5. Кількісний і професійно-кваліфікаційний склад ланки в залежності від складу робіт, включених в норму, по відповідним типовим технологічним картам, картам трудових процесів.

По шифру норм з [14] визначається заробітна плата машиністів за одиницю обсягу робіт. Цю величину заносять до графи 7.

Перемноживши дані граф 4 і 5, 4 і 7 записують результати у графи відповідно 6 та 8.

Приклад. Ущільнення ґрунту здійснюється кулачковим котком масою 8 т за шість проходок по одному сліду шарами завтовшки 20 см. З таблиці 258 [8] норма часу (1-131-3) для першого проходу становить 5,2 маш.-год.(один трактор і два причіпних котки). Для кожного наступного – 1,04 маш.-год. Загальна норма складе:

$$H_{мч} = 5,2 + 5 \cdot 1,04 = 10,4 \text{ маш.} - \text{год.}$$

Для норми часу (1-131-3) заробітна плата з [14] становить 156,78 грн., а для норми (131-6) – 5,95 грн.

Вартість експлуатації машин протягом 1 маш.-год. визначається з [7].

По шифру трактора (201-0312) з вартість експлуатації 1 маш.-год. становить 26,38 грн., бульдозера (207-0149) – 31,94 грн., котка (212-0701) - 12,45 грн.

Розробка ґрунту 2 групи здійснюється скрепером причіпним місткістю 3 м³ (зрізання і переміщення) з середнім переміщенням на 115 м та бульдозера (планування).

При розробці і переміщенні ґрунту причіпним скрепером на відстань до 100 м норма часу на одиницю вимірювача становить 53,38 маш.-год., а для роботи бульдозера потужністю 59 кВт - становить 5,29 маш.-год.

Для роботи скрепера з переміщенням на кожні наступні 10 м після 100 м норма машинного часу становить 2,86 маш.-год., роботу виконує тільки скрепер причіпний (з гусеничним трактором), а норма часу на 111,5 м буде становити: $2,86 * 1,15 = 3,29$ маш.-год.

Вартість праці визначається аналогічно, як і для ущільнення ґрунту.

Калькуляція трудових витрат і заробітної плати

Обґрунтування норми, ДБН Д.2.2.-99, (шифр машин та механізмів)	Роботи	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Норма часу на одиницю виміру		Витрати праці на весь обсяг робіт	Розцінка на одиницю виміру, грн.	Вартість праці на весь обсяг робіт, грн.	Склад ланки	
				люд.-год. маш.-год.	люд.-год. маш.-год.				професія – розряд	кількість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1-22-2	1. Розробка ґрунту 2 групи скрепером причіпним місткістю 3 м ³ з переміщенням до 100 м:	1000 м ³	12,95				214,47	2777,39		
(207-0148)	- бульдозер потужністю 59 кВт			<u>5,29</u> 5,29	<u>68,51</u> 68,51				Машиніст – 5	1
(207-0316)	- скрепер причіпний (з гусеничним трактором)			<u>53,38</u> 53,38	<u>691,27</u> 691,27				Машиніст – 5	1
1-22-14	2. Те ж саме з переміщенням на наступні 11,5 м:	1000 м ³	12,95				10,50	135,98		
(207-0316)	- скрепер причіпний (з гусеничним трактором) (2,86*1,15=3,29)			<u>3,29</u> 3,29	<u>42,61</u> 42,61				Машиніст – 5	1
1-131-3	3. Ущільнення ґрунту причіпними кулачковими котками масою 8 т за перший прохід при товщині шару 20 см:	1000 м ³	12,95				156,78	2030,30		
(201-0312)	- трактори на гусеничному ході потужністю 79 кВт			<u>5,20</u> 5,20	<u>67,34</u> 67,34				Машиніст – 5	1

Продовження таблиці 7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(207-0149)	- бульдозери потужністю 79 кВт			<u>29,97</u> <u>29,97</u>	<u>388,11</u> <u>388,11</u>			Машиніст – 5	1
(212-0701)	- котки дорожні причіпні			<u>-</u> <u>10,42</u>	<u>-</u> <u>134,94</u>				
1-131-6	4. Те ж саме за наступні 5 проходок:	1000 м ³	12,95			5,95	77,05		
(201-0312)	- трактори на гусеничному ході потужністю 79 кВт(1,04*5=5,20)			<u>5,20</u> <u>5,20</u>	<u>67,34</u> <u>67,34</u>			Машиніст – 5	1
(212-0701)	- котки дорожні причіпні (2,09*5=10,45)			<u>-</u> <u>10,45</u>	<u>-</u> <u>135,33</u>				

5.3 Визначення приведених витрат

Приведені витрати виконання процесу визначаються за формулою:

$$P_o = \frac{C + E_n \cdot K}{V}, \quad (80)$$

де C – собівартість виконання даного процесу, грн.;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E_n=0,15$;

K – капітальні вкладення, необхідні для виконання даного процесу, грн.;

V – загальний обсяг земляних робіт, м³.

$$C = 1,08(C_{m.g} \cdot T_{m.g}) + 1,5 \Sigma Z, \quad (81)$$

де $C_{m.g}$ – собівартість однієї маш.-год. експлуатації машини [7], грн.;

$T_{m.g}$ – тривалість виконання процесу, маш.-год.;

Z – заробітна плата робітників, які виконують ручні операції, що не враховані у собівартості машино-години (при виконанні повністю механізованих робіт $\Sigma Z=0$), грн.;

1,08 і 1,5 – коефіцієнти накладних витрат відповідно на експлуатацію машин, механізмів і заробітну плату робітників, що виконують ручні процеси операції.

$$K = \frac{I_m \cdot T_{m.g}}{T_p}, \quad (82)$$

де I_m – інвентарно-розрахункова вартість машини, грн.;

T_p – кількість годин роботи машини на рік, год.

Для виконання процесу приймається машина з меншими приведеними витратами.

Приклад. Умовно прийнявши, що при виконанні процесу планування майданчика скрепером відсутні ручні операції, собівартість виконання процесу буде становити:

$$C = 1,08(38,83 \cdot 733,88) = 30776,29 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення:

$$K_o = \frac{34970 \cdot 733,88}{2250} = 11406,13 \text{ грн.}$$

Приведені витрати:

$$P_o = \frac{30776,29 + 0,15 \cdot 11406,13}{12950} = 2,51 \text{ грн./ м}^3 \text{ .}$$

6 Побудова графіка виробництва земляних робіт

Графік виконання робіт складається за формою, наведеною в таблиці 9 на основі технологічних розрахунків (таблиця 8), у відповідності з наступними показниками:

- виконання механізованих процесів планується не менше ніж у дві зміни;
- у графі "Найменування робіт" наводяться в технологічній послідовності виконані усі основні, допоміжні і супутні робочі процеси і операції, що входять у комплексний процес, на який складена технологічна карта;
- у графі "Трудомісткість" вказуються витрати праці на їх виконання, що відповідають прийнятим методам виконання робіт;
- у графі "Склад бригади (ланки), машини і механізми" наводиться кількісний, професіональний і кваліфікаційний склад будівельних підрозділів для виконання кожного робочого процесу і операції в залежності від трудомісткості, обсягів і термінів виконання робіт, а також найменування, тип, марка й кількість прийнятих будівельних машин і механізованих установок. Для процесів, які повинні виконуватися паралельно і мати однакову тривалість виконання, узгоджується кількісний склад машин;
- у графіку робіт вказуються послідовність виконання робочих процесів і операцій, їх тривалість і взаємна ув'язка із фронтом робіт і в часі. Тривалість виконання комплексного будівельного процесу повинна бути кратною тривалості робочої зміни.

Технологічні розрахунки

Посилання на пункт калькуляції та шифр норми по ДБН Д.2.2.-№-99	Роботи	Одиниця виміру	Обсяг робіт	Нормативні витрати праці на весь обсяг робіт	Прийняті витрати праці на весь обсяг робіт	Склад ланки (бригади)		Тривалість виконання робіт, зм.	Кількість змін на добу	Виконання норми, %
				люд.-зм. маш.-зм.	люд.-зм. маш.-зм.	професія – розряд	кількість			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1, 1-22-4	1. Розробка ґрунту 2 групи скрепером причіпним місткістю 4,5 м ³ з переміщенням на 100 м:	1000 м ³	12,95							
	- бульдозер потужністю 59 кВт			<u>8,56</u> 8,56	<u>16,0</u> 16,0	Машиніст – 5	1	8	2	54
	- скрепер причіпний (з гусеничним трактором)			<u>86,41⁽¹⁾</u> 86,41	<u>80,0</u> 80,0	Машиніст – 5	5	8	2	115
2, 1-22-16	2. Те ж саме з переміщенням на наступні 11,5 м:	1000 м ³	12,95							
	- скрепер причіпний (з гусеничним трактором)			<u>5,33⁽¹⁾</u> 5,33						
3, 1-131-3	3. Ущільнення ґрунту причіпними кулачковими котками масою 8 т за перший прохід при товщині шару 20 см:	1000 м ³	12,95							

Продовження таблиці 8

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	- трактори на гусеничному ході потужністю 79 кВт			<u>8,42</u> ⁽²⁾ 8,42	16,0 16,0	Машиніст – 5	1	8	2	105
	- бульдозери потужністю 79 кВт			<u>48,51</u> 48,51	48,0 48,0	Машиніст – 5	3	8	2	101
	- котки дорожні причіпні			<u>-</u> 16,87 ⁽³⁾	- 32	-	2	8	2	106
4, 1-131-6	4. Те ж саме за наступні 5 проходок:	1000 м ³	12,95							
	- трактори на гусеничному ході потужністю 79 кВт(1,04*5=5,20)			<u>8,42</u> ⁽²⁾ 8,42						
	- котки дорожні причіпні			<u>-</u> ⁽³⁾ 16,92						

⁽ⁱ⁾ – прийняті витрати праці і тривалість виконання робіт - спільні для процесів з однаковими індексами.

* – Нормативні витрати праці на весь обсяг робіт при плануванні майданчика скреперами визначаються для:

- бульдозера $68,51/8=8,56$ маш.-зм.

- скрепера (до 100 м) $691,27/8=86,41$ маш.-зм.

- скрепера (на 11,5 м після 100 м) $42,61/8=5,33$ маш.-зм.

** – Планувальні роботи виконують 5 скреперів

*** – Виконання норми $100 \cdot (86,41 + 5,33) / 80 = 115\%$

7 Технологія й організація виробництва земляних робіт

Надається короткий опис технології і організації робіт при виконанні планувальних робіт, улаштуванню котлованів і траншей, зворотній засипці, ущільненні ґрунту у насипу і пазухах. Надаються необхідні розрахунки, параметри і схеми роботи машин.

7.1 Планування майданчика

7.2 Ущільнення ґрунту у насипу

7.3 Розробка котлованів і траншей

7.4 Зворотна засипка пазух і ущільнення ґрунту

8 Визначення техніко-економічних показників

Основними техніко-економічними показниками є наступні:

а) тривалість виробництва робіт – визначається з календарного графіка виконання робіт;

б) трудомісткість одиниці продукції – визначається як частка від ділення загальної трудомісткості на загальний обсяг робіт;

в) приведені питомі витрати на розробку 1 м³ ґрунту.

Показники визначаються окремо для робіт по плануванню майданчика і улаштуванню траншей і котлованів.

9 Заходи з техніки безпеки

Заходи з техніки безпеки розробляються у відповідності з [4].

При цьому повинні висвітлені питання з загальної організації будівельного майданчика, безпечної експлуатації машин, вимог техніки безпеки до земляних споруд та переміщенню людей в межах майданчика.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Анзигитов В. А. Справочник мастера–строителя / В. А. Анзигитов, А. П. Котов, А. П. Новак и др.; под ред. Д. В. Коротеева. – 2–е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1989. – 544 с.
2. Беляков Ю. И. Земляные работы / Ю. И. Беляков, А. Л. Левинзон, А. В. Резуник. – М. : Стройиздат, 1983. – 176 с.
3. ГОСТ 2.105–95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. К. : УкрНИИССИ, 1996. – 36 с.
4. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. Мінрегіонбуд України, 2012.
5. ДСТУ Б А.2.4–:2009. СПДБ. Основні вимоги до проектної та робочої документації. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 53 с.
6. ДСТУ Б А.2.4–6–95 (ГОСТ 21.508–93). СПДБ. Правила виконання робочої документації генеральних планів підприємств, споруд та житлово-цивільних об'єктів. К. : Укрархбудінформ, 1996. – 41 с.
7. ДБН Д.2.7–2000 Ресурсні кошторисні норми експлуатації будівельних машин та механізмів (Редакційна колегія. А. В. Беркута, П. І. Губень, В.Г. Іванькіна) – К., 2001. – 248 с.
8. ДБН Д.2.2–1–99. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Збірник 1. Земляні роботи. – К. : Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 2000.

9. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 88 с.

10. ДСТУ Б А.2.4-7:2009 СПДБ. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. -74 с.

11. ЕНИР, сб. 2. Земляные работы, вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы. – М. : Госстрой СССР, 1988.

12. Епифанов С. П. и др. Строительные машины. Общая часть / С. П. Епифанов, М. Д. Полосин, В. И. Поляков. – 3–е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1991. – 176 с.

13. Литвинов О. О. Технология строительного производства / О. О. Литвинов, Ю. И. Беляков. – К. : Высш. школа, Главное изд-во, 1984. – 479 с.

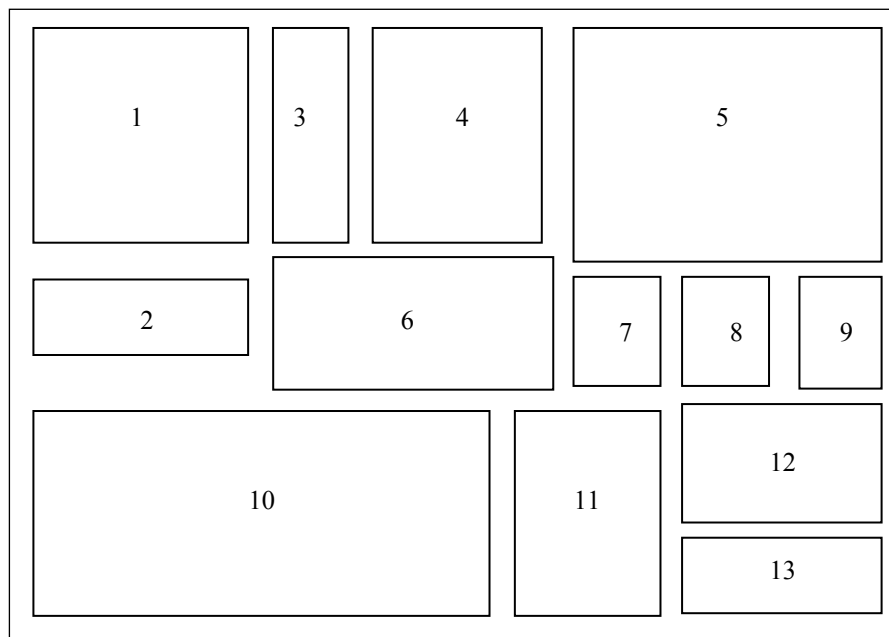
14. Поточні одиничні розцінки до ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи. – Дніпропетровськ : Вид-во ЦМБД "Созидатель". 2001. –284 с.

15. Черненко В. К. Проектирование земляных работ. Программированное пособие : Учеб. пособие / В. К. Черненко, В. А. Галимуллин, Л. С. Чебанов; под ред. В. К. Черненко. – 2–е изд., перераб. и доп. – Киев. : Высш. шк., 1989. – 159 с.

16. Черненко В. К. Технологія будівельного виробництва. Підручник / В. К.Черненко, М. Г.Ярмоленко, Г. М.Батура та ін.; за ред. В. К.Черненка, М. Г.Ярмоленка. – К. : Вища шк., 2002. –430 с.

Додаток А

Схема компоновки графічного матеріалу (Формат А1)



- 1 – план майданчика з горизонталями, спорудами і сіткою квадратів;
- 2 – профіль майданчика поздовжній;
- 3 – профіль майданчика поперечний;
- 4 – схеми проходок екскаватора при улаштуванні виїмок;
- 5 – план і розріз забою;
- 6 – схеми різання ґрунту, його переміщення, укладання в насип і ущільнення при планувальних роботах;
- 7 – відомість чисельно-кваліфікаційного складу бригад, ланок;
- 8 – відомість потреби у матеріально-технічних ресурсах;
- 9 – техніко-економічні показники;
- 10 – таблиця технологічних розрахунків з графіком виконання робіт;
- 11 – схеми зворотного засипання й ущільнення ґрунту у пазухах фундаментів;
- 12 – основні вимоги техніки безпеки;
- 13 – основний надпис.

Показники розпушення ґрунтів

Найменування ґрунту	Початкове збільшення об'єму ґрунту після розробки, %	Залишкове розпушення ґрунту, %
Глина ламана	28–32	6–9
Глина м'яка жирна	24–30	4–7
Глина сланцева	28–32	6–9
Рослинний ґрунт	20–25	3–4
Лес м'який	18–24	3–6
Лес твердий	24–30	4–7
Пісок	10–15	2–5
Скелясті ґрунти	45–50	20–30
Суглинок легкий лесоподібний	18–24	3–6
Суглинок важкий	24–30	5–8
Супісок	12–17	3–5
Чорнозем і каштановий ґрунт	22–28	5–7

Таблиця Б2

**Допустимий недобір ґрунту в котлованах і траншеях при роботі
одноківшових екскаваторів, см**

Робоче обладнання	Місткість ковша, м ³				
	0,25–0,4	0,5–0,65	0,8–1,25	1,5–2,5	3–5
Пряма лопата	5	10	10	15	20
Зворотна лопата	10	15	20	–	–
Драглайн	15	20	25	30	30

Таблиця Б3

**Допустимий недобір ґрунту в котлованах і траншеях при роботі
землерийно-транспортних машин, см**

Машина	Висота недобору ґрунту, см
Бульдозер	0,04–0,07
Скрепер	0,20–0,25
Навантажувач	0,15–0,20

Кількість проходів (ударів) ущільнюючих машин

Ущільнююча машина	Товщина шару ґрунту в щільному тілі, см		Кількість проходів або ударів у ґрунті	
	зв'язного	незв'язного	зв'язному	незв'язному
1. Кулачковий коток масою 3-5 т	<u>15-20</u> 10-15	–	<u>6-8</u> 8-12	–
2. Коток на пневматичних шинах масою, т:				
10	<u>15-20</u> 10-15	<u>20-25</u> 15-20	<u>6-8</u> 6-12	<u>4-6</u> 6-8
25	<u>30-35</u> 20-25	<u>35-40</u> 25-30	<u>6-8</u> 8-10	<u>4-6</u> 6-8
50	<u>35-40</u> 25-30	<u>45-50</u> 35-45	<u>6-8</u> 8-10	<u>4-6</u> 6-8
3. Трамбувальна плита масою 2 т при висоті падіння 2 м	<u>80-90</u> 70-80	<u>100-110</u> 80-90	<u>4-5</u> 6-8	<u>2-4</u> 4-6
4. Дизель-трамбувальна машина	60-70	80-100	75-85	–
5. Навісний тракторний трамбувальник	60-70	80-100	–	–

Примітка. Над ризкою приведені значення, необхідні для ущільнення ґрунту до щільності не менше 0,95; під ризкою – до щільності не менше 0,98 від максимальної.

Галузь раціонального застосування екскаваторів, скреперів, навантажувачів в залежності від обсягів робіт

Обсяг робіт на місяць, тис. м ³	Місткість ковша, м ³		Вантажопідйомність одноківшового навантажувача, т
	екскаваторів	скреперів	
До 10	0,15-0,3	1,5-6	–
10-20	0,45-0,65	6-7	2-3
20-30	0,8-1	7-8	3-6
30-60	1-1,25	8-10	6-10
60-100	1,5-2,5	10-15	10-15
100-150	2,5-3,5	15-25	15-25
Більше 150	3,5-4	25-30	25-40

Таблиця Б6

Значення швидкості руху автосамоскидів, км/год.

Покриття дороги	Клас дороги	Середня розрахункова швидкість руху при дальності переміщення км				
		0,5	1,0	2,0	3,0	0,5
Асфальтове, бетонне, з залізобетонних збірних плит	I	20	25	35	35	35
Щебенева і гравійна	II	18	22	30	30	30
Брук	III	16	20	27	27	27
Ґрунтова дорога	IV	15	17	25	25	25

Таблиця Б7

Значення коефіцієнта K_t , який залежить від організації роботи транспорту

Спосіб розробки і подачі транспортних засобів	Кількість ковшів, необхідних для завантаження кузова одного самоскида	
	2–3	4–6
Кільцева подача однієї машини при фронтальній розробці	0,85–0,89	0,87–0,94
Тупикова подача однієї машини при лобовій розробці	0,55–0,60	0,65–0,75
Тупикова подача двох машин при лобовій розробці	0,82–0,87	,87–0,92

Таблиця Б8

Коефіцієнт наповнення ковша екскаватора, K_n

Група ґрунту	Екскаватор	
	з механічним приводом	з гідравлічним приводом
I	0,9	0,9
II	0,8	0,85
III	0,7	0,8
IV	0,65	0,74
V	0,5	0,7
VI	0,4	0,66

Технічна характеристика автосамоскидів

Основні параметри	Марка автосамоскида					
	ГАЗ53Б	ЗИЛ-ММЗ 555А	МАЗ -5549	КАМАЗ -5511	КрАЗ -556Б	МАЗ-525 БелАЗ-540
Вантажопідйомність, т	3,5	4,5	8,0	10,0	12,0	27,0
Місткість кузова, м ³	5	3,7	5,3		6	15
Радіус повороту по колії переднього зовнішнього колеса, м	8	7,8	7,5	8,5	10,5	11,5
Висота до верху борта, м	1,72	1,90	1,93	2,0	2,59	3,15
Габаритні розміри, м:						
довжина	5,25	5,48	5,92	7,4	8,1	7,18
ширина	2,18	2,43	2,5	2,5	2,64	3,48
висота	2,15	2,35	2,7	3,37	2,79	6,54
Час маневрування при завантаженні, хв.	1	1	1,33	2	2	2
Час розвантаження з маневруванням, хв.	0,9	1,2	1,9	1,9	1,9	2

Коефіцієнт використання місткості ковша (К_е) одноківшового екскаватора при розробці ґрунту

Група ґрунту	У котлованах								У траншеях							
	Тип ковша															
	драглайн з зубами		пряма лопата		зворотна лопата з зубами			драглайн з суцільною ріжучою крайкою	зворотна лопата з суцільною ріжучою крайкою		зворотна лопата з зубами				з суцільною ріжучою крайкою	
	0,25-0,32	0,5-1	0,4-1,5	2	0,15	0,25-0,3	0,5-0,65		0,4-1,1	0,4	0,65-0,8	0,15	0,25-0,3	0,5-0,65	0,4	0,65-0,8
1	0,90	0,90	0,90	0,85	0,85	0,85	0,85	0,90	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	
2, 1м	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	
3, 2м	0,65	0,70	0,70	0,70	–	0,65	0,70	0,70	0,65	0,70	–	0,65	0,70	0,65	0,65	
4	–	0,65	0,65	0,65	–	–	0,60	–	–	–	–	–	0,60	–	–	
5, 3м	–	0,50	0,55	0,55	–	–	0,50	–	–	–	–	–	0,50	–	–	
6	–	0,50	0,55	0,55	–	–	0,50	–	–	–	–	–	0,50	–	–	

Таблиця Б11

Можливі параметри робочої передвижки екскаваторів, обладнаних зворотною лопатою

Вид забою і глибина копання	Допустимий кут укошу, град	Гідравлічні екскаватори				Механічні екскаватори		
		ЭО-3322В	ЭО-4321А	ЭО-4121Б	ЭО-5122А	ЭО-3311Г	ЭО-652Б	ЭО-4112
Торцевий при глибині розробки, м:								
2	38	2,0	2,08	2,5	5,2	2,3	4,0	4,4
	45	2,6	3,4	3,0	5,6	2,9	4,2	5,1
	53	3,1	3,8	3,5	6,0	3,4	4,7	5,6
	63	3,6	4,3	4,1	6,6	3,8	5,1	6,2
	80	4,2	5,0	4,7	7,2	4,5	5,8	7,2
4	38	–	–	–	1,4	–	0,5	1,6
	45	–	–	–	2,4	–	0,9	2,8
	53	–	1,1	0,4	3,4	–	2,3	3,6
	63	1,0	2,0	1,5	4,4	1,3	2,8	4,6
	80	2,3	3,3	2,8	5,7	1,5	4,1	6,1
Бічний при глибині розробки, м:								
2	38	2,2	2,2	2,1	4,6	1,2	2,4	5,1
	45	3,0	3,0	2,6	5,1	2,0	3,0	5,5
	53	3,4	3,4	3,2	5,6	2,4	3,7	6,1
	63	3,8	3,8	3,3	6,0	2,8	3,9	6,6
	80	4,5	4,5	4,3	6,7	3,5	4,5	6,9
4	38	–	–	–	0,9	–	0,6	1,7
	45	–	–	–	1,9	–	1,4	2,8
	53	–	0,6	–	2,8	–	2,5	3,8
	63	–	1,5	1,1	3,9	–	2,8	4,5
	80	1,5	1,8	2,4	5,2	–	3,8	5,6

Таблиця Б12

Технологічні показники роботи бульдозерів

Клас тяги бульдозерів	Тривалість набору ґрунту, с (чисельник), швидкість завантаженого ходу, км/год. (знаменник), при групі ґрунтів		
	I	II	III
До 10	$\frac{6,6\alpha}{0,92}$	$\frac{13,8}{0,91}$	$\frac{21,6}{0,9}$
	$\frac{4,2\alpha}{0,79}$	$\frac{10,8}{0,75}$	$\frac{14,4}{0,75}$
10 – 15	$\frac{4,2\alpha}{0,75}$	$\frac{9\alpha}{0,75}$	$\frac{14,4}{0,75}$
	$\frac{4,2\alpha}{0,75}$	$\frac{9\alpha}{0,75}$	$\frac{14,4}{0,75}$

Таблиця Б13

Значення коефіцієнту, який враховує вплив уклону на продуктивність бульдозера

Робота під уклін			Робота проти уклону
0	0,1	0,2	0,1
1	1,8	2,5	0,6

Таблиця Б14

Нормативний термін служби будівельних машин

Тип машини	Термін служби, роки
Екскаватори одноковшові з ківшем місткістю, м ³ : - до 0,4 - 0,4–0,8 - 0,8–1,25 - більше 1,25	6,5 9 10 12
Бульдозери на базі гусеничних і колісних тракторів потужністю двигуна, кВт: - 56–135 - більше 135	8 9
Скрепери з ковшем місткістю, м ³ : - 3–15 - більше 15	7 10
Автогрейдери з двигуном потужністю, кВт: - до 90 - більше 90	8 10
Котки: - самохідні - причепні і напівпричепні статичні, вібраційні	6 8
Машини трамбувальні і устаткування ущільнююче	8
Навантажувачі одноковшові гусеничні класу тяги 10 і 15 т	6
Навантажувачі пневмоколісні вантажопідйомністю 3–4 т	8
Трактори гусеничні загального призначення класу тяги, т: - 3–4 - 6	7 8
Трактори колісні загального призначення класу тяги, т: - 3 - 5	7 8

Коефіцієнти використання машин за часом, які прийняті при розрахунках норм продуктивності землерийних машин [11]

Найменування робіт	Коефіцієнт
Зрізання рослинного шару бульдозерами, грейдерами	0,8
Розроблювання і переміщення ґрунту скреперами:	
- причіпними	0,8
- самохідними	0,75
Розроблювання і переміщення ґрунту бульдозерами:	
- ДЭТ–250	0,75
- інших марок	0,8
Розрівнювання ґрунту бульдозерами при відсипанні насипів	0,7
Ущільнення ґрунту причіпними котками	0,8
Ущільнення ґрунту причіпними гратчастими котками	0,8
Ущільнення ґрунту самохідними котками	0,79
Ущільнення ґрунту віброкотком	0,77
Ущільнення ґрунту ґрунтоущільнючою машиною	0,7
Засипання траншей і котлованів бульдозерами	0,8
Попереднє планування площ бульдозерами	0,8
Остаточне планування площ бульдозерами	0,8
Планування верху земляних споруд грейдерами	0,8

Рекомендована товщина стружки при роботі скреперів, м

Місткість ковша, м ³	Потужність, кВт		Ґрунт			
	тягача	штовхача	пісок	супісок	суглинок	глини
6	75	60–65	<u>0,2</u>	<u>0,15</u>	<u>0,12</u>	<u>0,09</u>
			0,3	–	0,2	0,14
10	100	75	<u>–</u>	<u>0,2</u>	<u>0,18</u>	<u>0,14</u>
			0,3	–	0,25	0,18
15	175	75	<u>–</u>	<u>0,25</u>	<u>0,21</u>	<u>0,16</u>
			0,35	–	0,3	0,22

Примітка. Над рискою – дані при роботі скрепера без штовхача, під рискою – зі штовхачем.

Значення коефіцієнта наповнення ковша скрепера

Умови роботи скрепера	Вид ґрунту		
	сухий рихлий пісок	сухий і середній суглинок	важкий суглинок і глина
Без штовхача	0,5-0,7	0,80-0,95	0,65
З штовхачем	0,8-1,0	1,0-1,2	0,90-1,20
З елеваторним завантаженням	1,0-1,2	1,0-1,2	–

Значення коефіцієнта розпушення ґрунту у ковші скрепера

Вид ґрунту , який розробляється	Вологість ґрунту , %	Об'ємна маса ґрунту у природному стані, т/м ³	Значення коефіцієнта розпушення ґрунту у ковші скрепера, K _p
Пісок сухий	–	1,5-1,6	1,0-1,2
Пісок вологий	12-15	1,6-1,7	1,1-1,2
Супісок легкий	7-10	1,5-1,7	1,1-1,2
Супісок і суглинок	4-6	1,6-1,8	1,2-1,4
Суглинок середній	15-18	1,6-1,8	1,2-1,4
Суглинок пилуватий	8-12	1,6-1,8	1,3-1,4
Суглинок важкий	17-19	1,7-1,8	1,2-1,3
Глина суха	–	1,7-1,8	1,2-1,3

Таблиця Б19

Значення коефіцієнта врахування розгону, сповільнення і переключення передач ковша Кп.п для причіпних скреперів

Дальність переміщення, м	Третя передача		Четверта передача	
	Завантажений хід	Порожній хід	Завантажений хід	Порожній хід
100	1,2	1,2	1,6	1,4
200	1,2	1,1	1,3	1,2
300	1,1	1,1	1,2	1,2
400	1,1	1,05	1,2	1,1
500	1,05	1,04	1,1	1,1
600	1,04	1,04	1,1	1,1
700	1,04	1,03	1,1	1,1
800	1,03	1,03	1,1	1,1
900	1,03	1,02	1,1	1,1
1000	1,02	1,01	1,1	1,05

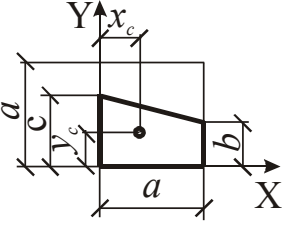
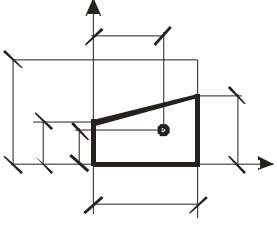
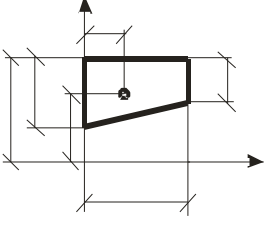
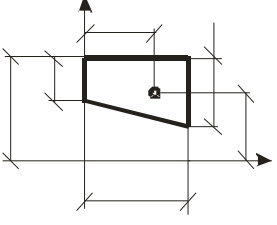
Таблиця Б20

Середнє значення коефіцієнта призми волочіння для скреперів Кп

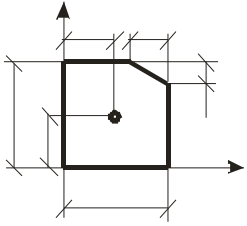
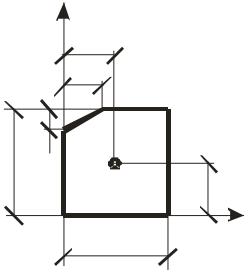
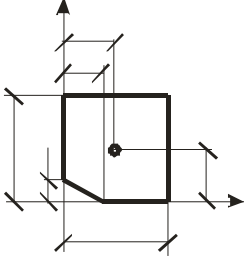
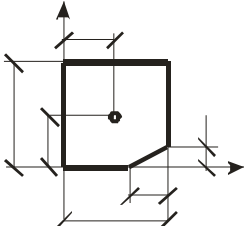
Місткість ковша, м ³	Пісок	Супісок	Суглинок пилуватий		Глина
			сухий	вологий	
6–6,5	0,26	0,22	–	0,1	0,1
10	0,28	0,17	0,13	0,09	0,05
15	0,32	0,16	0,11	0,08	–

Додаток В

Таблиця В1

Фігура	Координати центра ваги
	$x_c = \frac{a(2b+c)}{3(b+c)};$ $y_c = \frac{b^2 + b \cdot c + c^2}{3(b+c)}$
	$x_c = \frac{a(b+2c)}{3(b+c)};$ $y_c = \frac{b^2 + b \cdot c + c^2}{3(b+c)}$
	$x_c = \frac{a(2b+c)}{3(b+c)};$ $y_c = \frac{(b+c)(3a-b-c) + bc}{3(b+c)}$
	$x_c = \frac{a(b+2c)}{3(b+c)};$ $y_c = \frac{(b+c)(3a-b-c) + bc}{3(b+c)}$

Продовження таблиці В1

Фігура	Координати центра ваги
	$x_c = \frac{3a^3 - 3a \cdot b \cdot c + b \cdot c^2}{3(2a^2 - b \cdot c)};$ $y_c = \frac{3a^3 - 3a \cdot b \cdot c + b^2 \cdot c}{3(2a^2 - b \cdot c)}$
	$x_c = \frac{3a^3 - b \cdot c^2}{3(2a^2 - b \cdot c)};$ $y_c = \frac{3a^3 - 3a \cdot b \cdot c + b^2 \cdot c}{3(2a^2 - b \cdot c)}$
	$x_c = \frac{3a^3 - b \cdot c^2}{3(2a^2 - b \cdot c)};$ $y_c = \frac{3a^3 - b^2 \cdot c}{3(2a^2 - b \cdot c)}$
	$x_c = \frac{3a^3 - 3a \cdot b \cdot c + b \cdot c^2}{3(2a^2 - b \cdot c)};$ $y_c = \frac{3a^3 - b^2 \cdot c}{3(2a^2 - b \cdot c)}$

Додаток Г

Вихідні дані до курсової роботи:

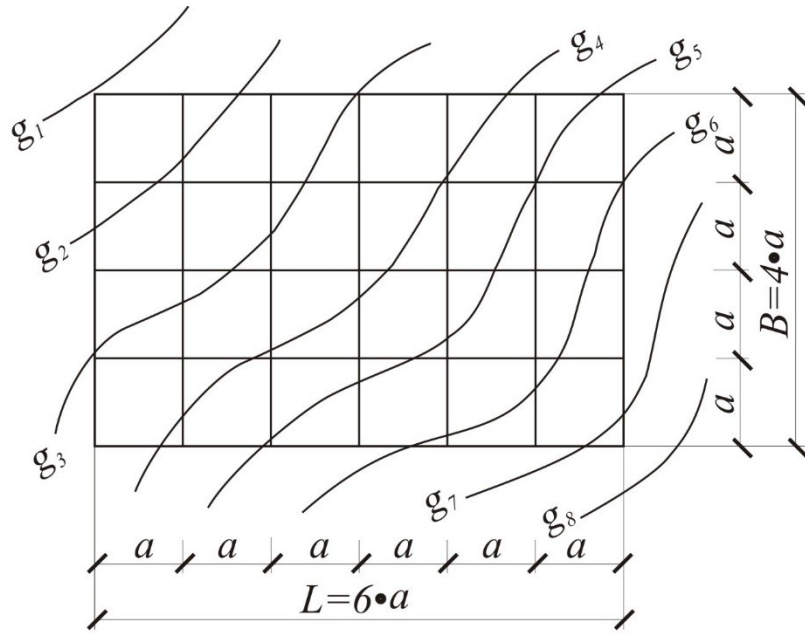
				Номер майданчика														Перевищення горизонталей (Δg), м					
				1				2				3				4							
				Найменування та група ґрунту																			
				П(1)	СП(1)	Г(2)	СГ(2)	П(1)	СП(1)	Г(2)	СГ(2)	П(1)	СП(1)	Г(2)	СГ(2)	П(1)	СП(1)		Г(2)	СГ(2)			
План споруди	4	3	В	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	1		
				10	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	32	0,5	
		3	Б	А	5	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	1	
					10	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	64	0,5
		3	В	А	5	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	1	
					10	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	96	0,5
		3	Б	А	5	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	112	1
					10	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	128	0,5
		3	Б	А	5	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	144	1
					10	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	160	0,5
	3	В	А	5	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	176	1	
				10	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	192	0,5	
	3	Б	А	5	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	208	1	
				10	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	224	0,5	
	3	В	А	5	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	240	1	
				10	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	256	0,5	
	3	Б	А	5	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	272	1	
				10	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	288	0,5	
	3	В	А	5	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	304	1	
				10	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	320	0,5	
3	Б	А	5	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	336	1		
			10	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	352	0,5		
3	В	А	5	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	368	1		
			10	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	384	0,5		
Довжина сторони квадрата (а), м				30	40	50	30	40	50	30	40	50	30	40	50	30	40	50	30				
Знак різниці g^1-g^2				+	—	+	—	+	—	+	—	+	—	+	—	+	—	+	—				

Примітки: 1. Позначення груп ґрунту: П(1) - пісок (1 група); СП(1) - супісок (1 група); Г(2) - глина (2 група); СГ(2) - суглинок (2 група).

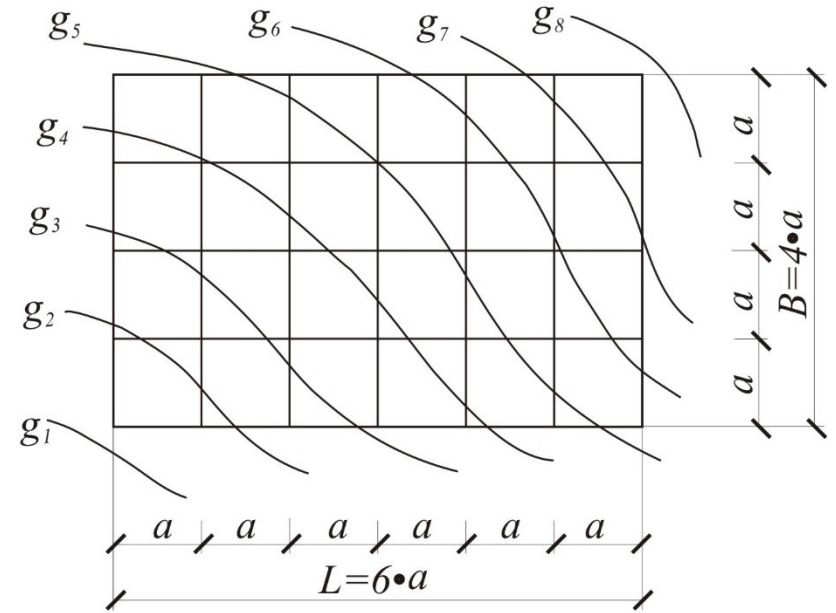
2. Проектування майданчиків виконати з нульовим балансом земляних мас. 3. Позначка першої горизонталі g_1 задається викладачем або знаходиться округлюванням до величини Δg виразу $100 \lg(4N)$, де N — дві останні цифри номеру залікової книжки.

Г2 – Плани майданчиків

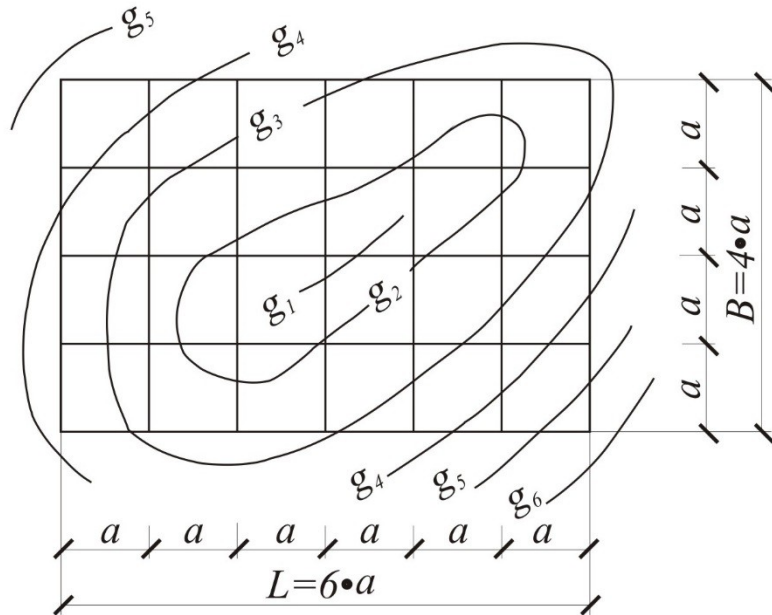
1)



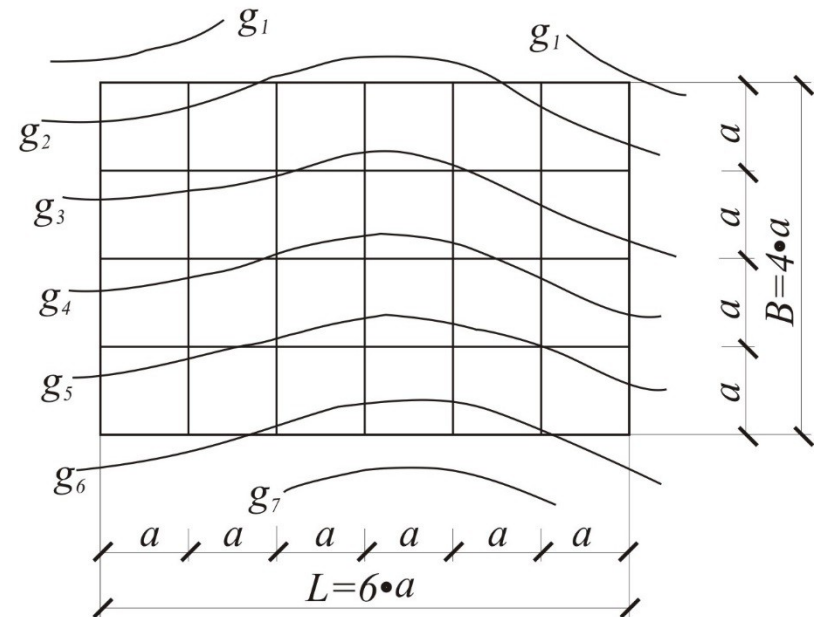
3)



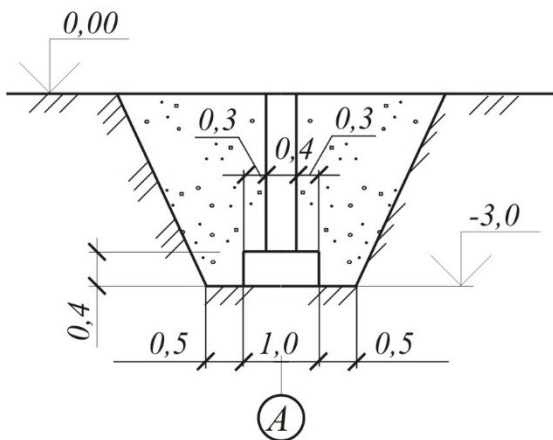
2)



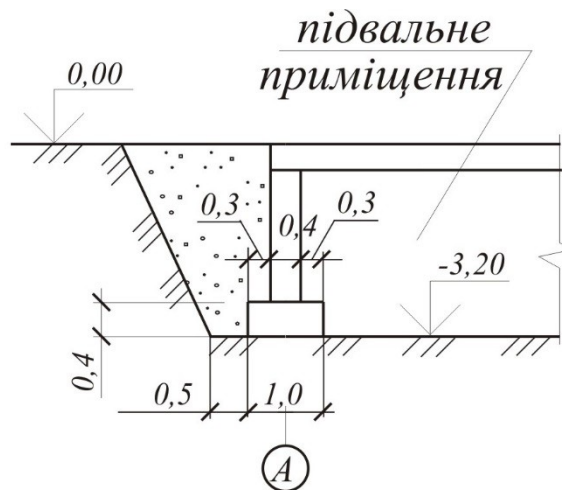
4)



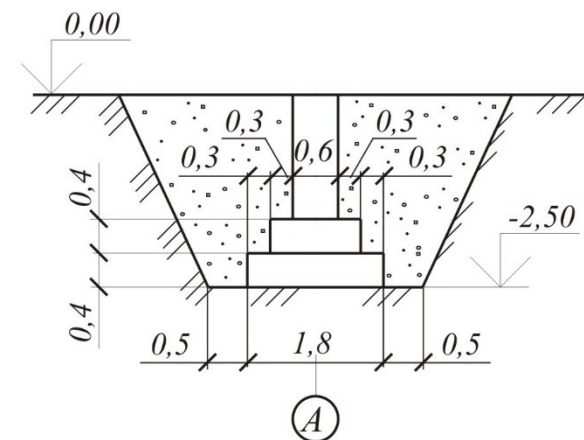
Г3 – Типи фундаментів та плани споруд



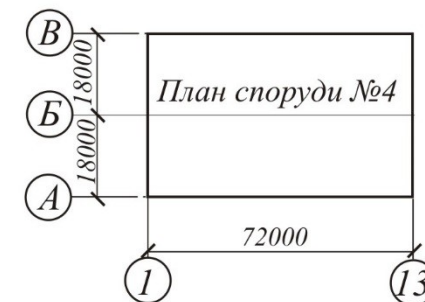
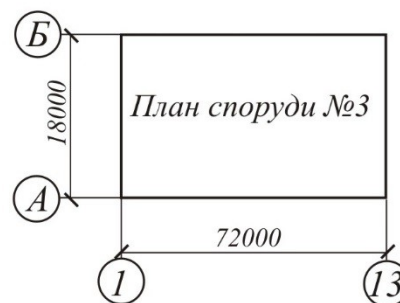
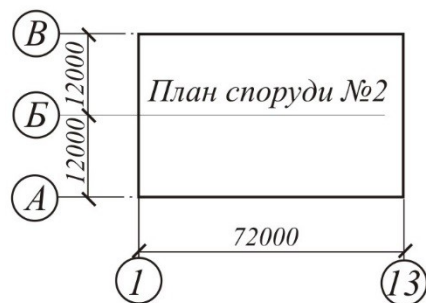
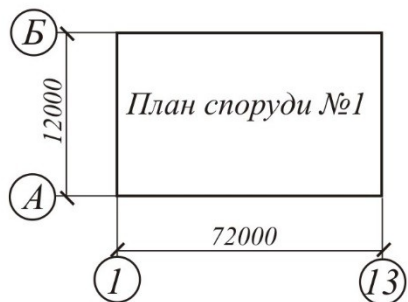
Фундамент типу "А"
стрічковий



Фундамент типу "Б"
з підвальним приміщенням



Фундамент типу "В"
стовпчастий - крок 6 м



ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(назва вищого навчального закладу)

Кафедра Будівельних, дорожніх машин і будівництва

Дисципліна Технологія будівельного виробництва

Спеціальність Будівництво та цивільна інженерія

Курс _____ Група _____ Семестр _____

ЗАВДАННЯ

на курсовий проект (роботу) студента

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проектування земляних робіт

2. Строк здачі студентом закінченого проекту (роботи) 23.12.2020

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Варіант 32. Номер майданчика – 4. Найменування та група ґрунту СГ(2). Тип споруди – 4. Тип фундаменту – В. Відстань транспортування – 10 км. Довжина сторони квадрата – $a=30$ м. Знак різниці g_1-g_2 – "-". Висота перерізу $\Delta g=0,5$ м.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) _____
1 Розшифровка варіантного завдання на проектування. 2 Складання переліку робіт та визначення їх послідовності. 3 Підготовка вихідних даних для проектування. 4 Вибір засобів механізації земляних робіт. 5 Техніко-економічне порівняння засобів механізації. 6 Побудова графіка виробництва земляних робіт. 7 Технологія й організація виробництва земляних робіт. 8 Визначення техніко-економічних показників. 9 Заходи з

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Технологічна карта на виконання земляних робіт (аркуш формату А1)

6. Дата видачі завдання 4.09.20р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів курсового проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1	Розшифровка варіантного завдання на проектування.	09.09	
2	Складання переліку робіт та визначення їх послідовності.	16.09	
3	Підготовка вихідних даних для проектування.	28.09	
3.1	Визначення чорних позначок вершин квадратів		
3.2	Визначення проектної позначки майданчика		
3.3	Визначення робочих позначок вершин квадратів		
3.4	Побудова нульової лінії		
3.5	Підрахунок обсягів планувальних робіт		
3.6	Підрахунок об'єму ґрунту в жосах насипу та виймки		
3.7	Складання балансової відомості земляних робіт		
3.8	Визначення середньої відстані переміщення ґрунту		
3.9	Підрахунок обсягів робіт із копання котлованів і траншей		
4	Вибір засобів механізації земляних робіт	12.10	
4.1	Машини для планування майданчика і ущільнення ґрунту у насипу		
4.2	Машини для розробки виймок, зворотного засипання і ущільнення ґрунту у пазах		
4.3	Розрахунок необхідної кількості автосамоскидів.		
5	Техніко-економічне порівняння засобів механізації.	18.10	
5.1	Визначення тривалості механізованих робіт.		
5.2	Складання калькуляції трудових витрат і заробітної плати.		
5.3	Визначення приведених витрат.		
6	Побудова графіка виробництва земляних робіт.	25.10	
7	Технологія й організація виробництва земляних робіт.	30.10	
8	Визначення техніко-економічних показників.	07.11	
9	Заходи з техніки безпеки	14.11	
	Оформлення пояснювальної записки.	21.11	
	Оформлення графічної частини курсової роботи	28.11	
	Захист курсової роботи	04.12	

Студент _____
(підпис)

Керівник _____
(підпис)

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

« ____ » _____ 20 ____ р.

Навчально-методичне видання

"ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА"

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до курсової роботи
"Проектування виробництва земляних робіт"
для студентів спеціальностей за напрямком
19 - "Архітектура та будівництво"
усіх форм навчання

Електронне видання

© Технологія будівельного виробництва

/Укладачі: І.О. Скриннік, В.В. Дарієнко, В.А. Настоящий, С.О. Карпушин,
О.А. Плотніков. 2020.

© ЦНТУ, тиражування, 2020 р.