ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
12 вересня 2024 р., протокол № 05

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для виконання курсового проекту з навчальної дисципліни «Технологія будівельного виробництва»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво»
факультет гірничої справи, природокористування та будівництва
кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

Схвалено на засіданні кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.
27 серпня 2024 р., протокол № 08

Розробники:
к.т.н., доцент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.
БАШИНСЬКИЙ Сергій
асистент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.
КОСТЮЧЕНКО Олександр

Житомир
2024

УДК 69

Методичні рекомендації для виконання курсового проекту з навчальної дисципліни «Технологія будівельного виробництва» (для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво»).

Укладачі – к.т.н., доцент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. БАШИНСЬКИЙ Сергій, асистент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. КОСЮЧЕНКО Олександр – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2024. – 40 с.

Рецензенти:
БАЙДА Денис – к.т.н., доцент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.
КОТЕНКО Володимир – к.т.н., доцент кафедри маркшейдерії.

Відповідальний за випуск: завідувач кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. – к.т.н., доц. БАШИНСЬКИЙ Сергій.

Методичні рекомендації розроблені для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво» освітнього ступеня «бакалавр» денної та заочної форм навчання і містять детальні рекомендації виконання курсового проекту з навчальної дисципліни «Технологія будівельного виробництва».

ЗМІСТ

Вступ 4

1. Склад курсового проекту 6
2. Вказівки щодо розробки графічної частини проекту 7
3. Вказівки щодо оформлення курсової роботи 7
   - 3.1. Загальні вказівки до тексту пояснювальної записки. 7
   - 3.2. Загальні вказівки щодо оформлення формул. 8
   - 3.3. Загальні вказівки щодо оформлення таблиць. 8
   - 3.4. Загальні вказівки щодо оформлення ілюстрацій. 9
   - 3.5. Загальні вказівки щодо оформлення списку використаних джерел. 9
4. Вказівки щодо оформлення графічної частини роботи. 10
5. Вказівки до виконання курсової роботи 10
   - 5.1. Область застосування 10
   - 5.2. Технологія та організація робіт 10
   - 5.3. Вказівки щодо виконання робіт 22
   - 5.4. Контроль якості виробництва робіт 32
   - 5.5. Калькуляція та нормування витрат праці 33
   - 5.6. Календарний графік виконання робіт 34
   - 5.7. Потреба в матеріально-технічних ресурсах 35
   - 5.8. Безпечне виконання робіт, охорона праці та охорона навколишнього середовища 36
   - 5.9. Техніко-економічні показники 37

Рекомендована література 39

ВСТУП

Основною метою курсового проекту є закріплення, узагальнення та поглиблення знань, одержаних студентами під час вивчення навчальної дисципліни, а також розвиток навичок щодо самостійного прийняття рішень під час проєктування будівельних процесів у частині вибору техніки, обладнання тощо.

Кожен студент має індивідуальне завдання для самостійного проектування технології ведення земляних робіт і можливість консультування з керівником згідно з графіком на кафедрі.

Особливості формування та основні вимого оформлення курсового проекту регламентуються методичними рекомендаціями. Курсова робота проходить обов'язкову перевірку на плагіат. На кафедрі, що забезпечує викладання даної дисципліни створюється комісія, яка перевіряє роботу на дотриманні академічної доброчесності. Для перевірки використовуються програми, які є у вільному доступі мережі Інтернет.

Процедура захисту курсового проекту

Виконаний курсовий проект подають на кафедру у термін, передбачений графіком освітнього процесу, але не пізніше 10 днів до визначеної дати захисту. Спочатку виконаний курсовий проект реєструється на кафедрі та передається викладачу – керівнику на перевірку.

Викладач ретельно перевіряє проект, пише відгук. Керівник у своєму відгуку щодо оцінювання курсового проекту пропонує допустити його до захисту або не допускати. Якщо проект не відповідає вимогам, викладач повертає роботу з позначкою «на доопрацювання» без письмового відгуку. У такому разі викладач не допускає здобувача до захисту та встановлює строки усунення недоліків. Тільки після доопрацювання, з урахуванням зауважень, викладач пише відгук і допускає роботу до захисту.

Захист курсової роботи проводиться на відкритому засіданні комісії кафедри щодо захисту курсових проектів/робіт. Для розкриття змісту курсового проекту здобувачу надається не більше 10-ти хвилин. При захисті курсового проекту здобувач має продемонструвати глибокі знання з досліджуваної теми, вміти чітко викладати власні думки, використовувати ілюстративний матеріал, аргументовано відповідати на питання. Під час захисту дозволяється використовувати різні діаграми, плани, карти, схеми, таблиці. У процесі захисту члени комісії, керівник курсової роботи можуть ставити питання по темі роботи.

Після виступу здобувача слово надається його керівнику, який висловлює свою позицію. Після обміну думками здобувачу надається заключне слово для захисту своєї позиції щодо поставлених в процесі обговорення курсового проекту питань. Він може погодитись або не погодитись з висловленими оцінками, може уточнити свою позицію або залишитись при своїй думці.

Проте в будь-якому випадку здобувач повинен об'єктивно оцінювати хід обговорення, висловлені зауваження, вміти визнати їх справедливість. Якість виконання та успішність захисту курсової роботи визначається за наступною системою.

Оцінювання курсового проекту відбувається за наступними критеріями:

Критерій	**Максимальна кількість балів**
Коректність виконаних розрахунків	10
Коректність прийнятих рішень до вихідних та розрахованих даних	15
Оформлення пояснювальної записки	5
Відповідність графічної інформації на кресленні прийнятим у проекті рішенням	25
Оформлення креслення	5
Захист проекту	40
ВСЬОГО	100

1. СКЛАД КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

1. Область застосування.

2. Технологія та організація робіт.

2.1. Визначення обсягів робіт і характеристик використовуваних матеріалів.

2.1.1. Визначення обсягів робіт при вертикальному плануванні майданчика.

2.1.2. Визначення обсягів робіт при розробці котловану.

2.1.3. Визначення обсягів робіт при влаштуванні фундаментів.

2.2. Визначення середньої відстані переміщення ґрунту.

2.3. Вибір комплектів машин і механізмів для виконання робіт.

2.3.1. Вибір комплектів машин і механізмів для вертикального планування майданчика.

2.3.2. Вибір комплектів машин і механізмів для розробки котловану.

2.3.3. Вибір комплектів машин і механізмів для влаштування фундаментів.

2.4. Вказівки по виконанню робіт.

2.4.1. Вертикальне планування майданчика.

2.4.2. Розробка котловану.

2.4.3. Влаштування фундаментів.

3. Контроль якості виконання робіт.

4. Калькуляція та нормування витрат праці.

5. Календарний графік виконання робіт.

6. Потреба в матеріально-технічних ресурсах.

6.1. Відомість потреби в матеріалах та виробах.

6.2. Відомість потреби в машинах, механізмах, інструментах, пристосуваннях.

7. Безпечне виконання робіт, охорона праці та навколишнього середовища.

8. Техніко-економічні показники.

2. ВКАЗІВКИ ЩОДО РОЗРОБКИ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ ПРОЕКТУ

У графічній частині проекту мають бути представлені наступні матеріали:

По вертикальному плануванню майданчика:

- Схема майданчика з вказівкою розмірів, обсягів земляних мас за фігурами, нульовою лінією, ухилом, місцем розташування котловану, епюр робіт по переміщенню ґрунту з котловану в насип.
- Схеми по вертикальному плануванню майданчика скреперами або бульдозерами (схеми руху, спосіб розробки ґрунту).
- Схема попереднього розпушування мерзлого ґрунту в котловані (при необхідності).
- Схеми по ущільненню немерзлого ґрунту в насипу.

По розробці котловану:

- Схема виконання робіт по розробці котловану з вказівкою осей, розмірів, виду та схеми проходок, розмірів проходок, огорожі, стоянок екскаватора, робочої та небезпечної зони.
- План екскаваторного вибою з вказівкою розмірів, стоянки транспорту, розташування відвалу.
- Схема розробки недобору або влаштування піщаної підсипки.
- Схема попереднього розпушування мерзлого ґрунту для розробки котловану (при необхідності).
- Схеми зворотної засипки пазух та ущільнення ґрунту.

3. ВКАЗІВКИ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

3.1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ТЕКСТУ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ.

1. Пояснювальна записка виконується відповідно до ГОСТ 2.105-95.

2. Пояснювальна записка виконується на аркушах письмового паперу стандартного формату А4 (210х297). Записку рекомендується друкувати. Мінімальна висота букв і цифр має бути не менше 2,5 мм.

3. Усі аркуші записки повинні мати поля: ліве — 30 мм, праве — 10 мм,

верхнє — 15 мм, нижнє — 20 мм.

4. Текст записки викладається чітко, без зайвих подробиць і повторів. Усі пояснення повинні бути короткими та зрозумілими. У записці необхідно навести розрахунки з чітким обґрунтуванням прийнятих рішень.

5. Текст записки слід розподілити на розділи та підрозділи. Також можливий поділ тексту на пункти та підпункти.

6. Заголовки таких розділів, як «Зміст», «Список використаних джерел», пишуться великими літерами по центру рядка.

7. Заголовки розділів, окрім зазначених у п. 1.6, пишуться великими літерами з абзацу.

8. Кожен розділ починається з нової сторінки.

9. Першою сторінкою пояснювальної записки є титульний лист, який включається в загальну нумерацію сторінок. Номер сторінки на титульному аркуші не проставляється. На наступних аркушах номер сторінки ставиться в правому верхньому куті.

10. Розділи, окрім зазначених у п. 6, нумеруються в межах усієї записки.

11. Підрозділи нумеруються в межах розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу та підрозділу, розділених крапкою.

3.2. Загальні вказівки щодо оформлення формул.

Формули записуються по центру рядка.

Пояснення символів та числових коефіцієнтів, що входять у формулу, наводяться безпосередньо під формулою. Пояснення кожного символу та числового коефіцієнта повинні подаватися з нової строки в тій послідовності, в якій вони йдуть у формулі.

Формули в пояснювальній записці нумеруються арабськими цифрами відповідно до одного з варіантів:

• послідовно в межах розділу, при цьому номер формули складається з номера розділу та порядкового номера формули в розділі, розділених крапкою (наприклад, 3.1).

• послідовно в межах усієї записки (наприклад, 21).

Номери формул пишуть у правому полі аркуша на рівні останнього рядка формули в круглих дужках.

3.3. Загальні вказівки щодо оформлення таблиць.

Назва таблиці повинна бути точною і короткою, відображати основний зміст таблиці. Назва розміщується над таблицею.

Таблиці нумеруються арабськими цифрами відповідно до одного з варіантів:

• послідовно в межах усієї пояснювальної записки (наприклад, таблиця 12);

• послідовно в межах розділу, при цьому номер таблиці складається з номера розділу та порядкового номера таблиці, розділених крапкою (наприклад, таблиця 1.7).

Слово «Таблиця» з вказівкою номера ставиться в верхньому лівому куті безпосередньо над назвою таблиці.

3.4. Загальні вказівки щодо оформлення ілюстрацій.

Схеми, рисунки розміщують по тексту записки або в її кінці. Схеми, рисунки повинні бути розташовані так, щоб їх було зручно розглядати без повороту пояснювальної записки або з поворотом за годинниковою стрілкою.

Нумерація схем і рисунків здійснюється арабськими цифрами відповідно до одного з варіантів:

• послідовно в межах розділу. При цьому номер схеми або рисунка складається з номера розділу та номера ілюстрації в розділі, розділених крапкою (наприклад, рисунок 2.3);

• послідовно по всій пояснювальній записці (наприклад, рисунок 4).

3.5. Загальні вказівки щодо оформлення списку використаних джерел.

Список використаних джерел складається відповідно до одного з наступних варіантів:

- у порядку їх згадування в пояснювальній записці;
- в алфавітному порядку прізвищ авторів;
- в хронологічному порядку.

Нумерація літератури здійснюється арабськими цифрами. Виділення посилань на літературні джерела в записці здійснюється квадратними дужками (наприклад, в джерелі [12]).

4. ВКАЗІВКИ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ РОБОТИ.

Графічна частина виконується відповідно до ГОСТ 21.101-93, ГОСТ 21.501-93.

Графічна частина виконується згідно з одним з наступних варіантів:

• на форматі А1 (594х841) в кількості одного аркуша;

• на форматі А3 (297х420) в кількості трьох-чотирьох аркушів.

Креслення та схеми виконуються за допомогою друкуючих та графічних пристроїв ЕВМ.

5. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

5.1. ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ

Розділ «Область застосування» повинен містити:

• найменування технологічного процесу, конструктивного елемента або частини будівлі, споруди;

• умови та особливості виконання робіт, зокрема температури, вологості та інші;

• склад робіт, режим праці.

Для робіт з вертикального планування майданчика необхідно вказати розміри майданчика, ґрунт, час виконання (літо, зима). При розробці котловану — його розміри, глибину, спосіб виконання робіт, час їх проведення. При влаштуванні фундаментів вказується конструкція, умови та час виконання робіт. Для всіх видів робіт вказується їх змінність.

5.2. ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ РОБІТ

Визначення обсягів робіт і характеристик використовуваних матеріалів

Визначення обсягів робіт при вертикальному плануванні майданчика

Вертикальне планування майданчика виконується з нульовим, надлишковим або недостатнім балансом земляних мас (відповідно до завдання). Для підрахунку обсягів земляних робіт майданчик розбивається на

фігури (квадрати, трикутники). Для кожної вершини фігури визначають наступні позначки рельєфу: чорні (фактичні), червоні (проектні) та робочі. За робочими позначками будується нульова лінія. Обсяги насипу VH і виїмки VB визначаються як сума елементарних обсягів. Загальний алгоритм визначення обсягів робіт по плануванню майданчика наведений на рис. 1 [16, 18, 21].

Визначення балансу земляних мас при вертикальному плануванні майданчика:

- для нульового балансу $V_H = V_B$;
- для надлишкового балансу $V_B > V_H$;
- для недостатнього балансу $V_B < V_H$.

Надлишок ґрунту вивозиться з майданчика, дефіцит ґрунту привозиться.

Зрізка рослинного шару виконується по всій площі майданчика, тому для визначення обсягів цієї роботи необхідно підрахувати площу майданчика (м²).

Обсяг робіт по попередньому розпушуванню в зоні виїмки та ущільненню в зоні насипу дорівнює обсягу планування

$$V_{\text{рих}} = V_{\text{ущ}} = V_{\text{пл}}$$

Приклад відомості обсягів насипу та виїмки наведено в табл. 1, а картограма земляних мас — на рис. 2. При цьому:

$$\sum_{i=1}^{n} V_{iH} = \sum_{i=1}^{n} V_{iB}$$

де i — номера фігур (i = 1...n); ,

V_{iH} ,V_{iB}— елементарні об'єми за фігурами насипу та котловану відповідно.

Таблиця 1

Відомість обсягів насипу та котловану

Номер фігури	Обсяг ґрунту, м^3
1	V_1
2	V_2
3	V_3
4	$-V_4$
...	...
i	$\pm V_i$
...	...
n	$\pm V_n$

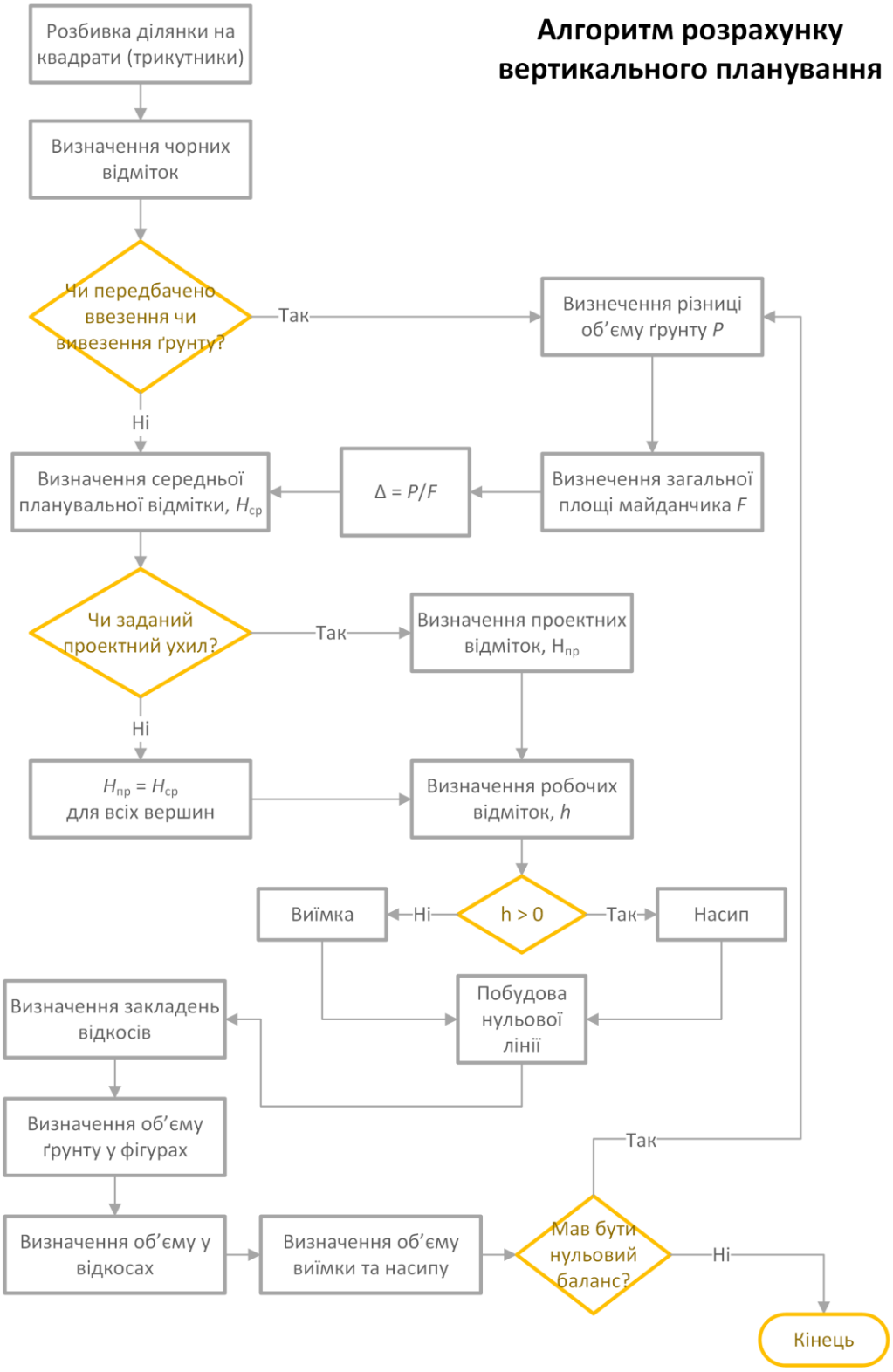


Рис. 1. Алгоритм визначення обсягів робіт по плануванню майданчика

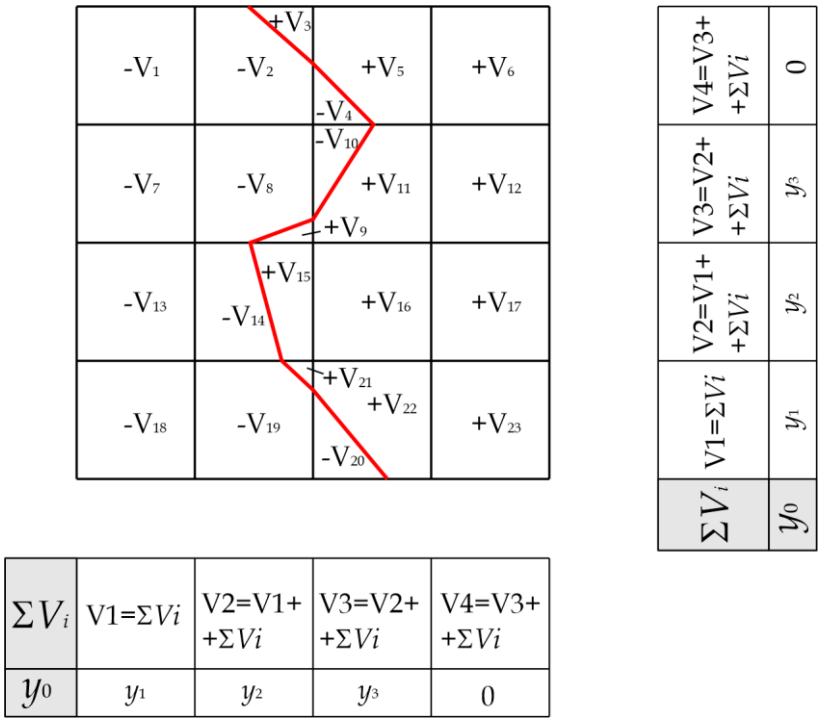


Рис. 2 Картограма земляних мас на будівельному майданчику

Визначення обсягів робіт при розробці котловану

Схематично послідовність розрахунку обсягів робіт при розробці котловану представлено на рис. 3

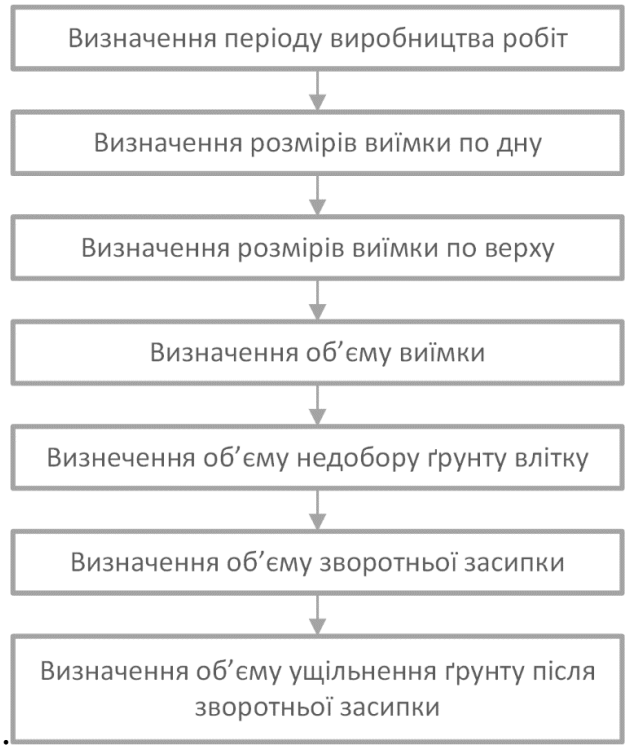


Рис. 3. Схема визначення обсягів робіт при розробці котловану

Спочатку визначається вид котловану:

- суцільний (котлован);
- у вигляді траншеї під поздовжні або поперечні стіни будівлі чи споруди;
- у вигляді ям під окремо стоячі фундаменти.

При цьому вид котловану залежить від розмірів будівлі, її конфігурації, глибини закладання фундаментів, наявності підвалу чи технічного підпілля.

При визначенні розміру котловану також враховується, що відстань від зовнішньої грані фундаменту до нижньої бровки ухилу повинна бути не менше 0,6 м [7].

Згідно з умовами безпечного виконання робіт, розробка котлованів може здійснюватися з вертикальними стінками без їх кріплення, з кріпленнями та з ухилами. Влаштування котлованів з вертикальними стінками без їх кріплення дозволяється тільки в ґрунтах природної вологості на глибину, що не перевищує таких значень [8]:

- в насипних, піщаних та гравелистих ґрунтах — 1 м;
- супісках — 1,25 м;
- суглинках та глинах — 1,5 м;
- особливо щільних несхилених ґрунтах — 2,0 м.

При більшій глибині котловану розробляються з ухилами (рідше з укріпленням стінок). Найбільша допустима крутість ухилів у ґрунтах природної вологості визначається виходячи з умов безпечного виконання робіт і залежить від глибини розроблюваного котловану h та виду ґрунту [8].

В загальному випадку обсяг виїмки V_K ($м^{3)}$ в вигляді суцільного котловану визначається за формулою

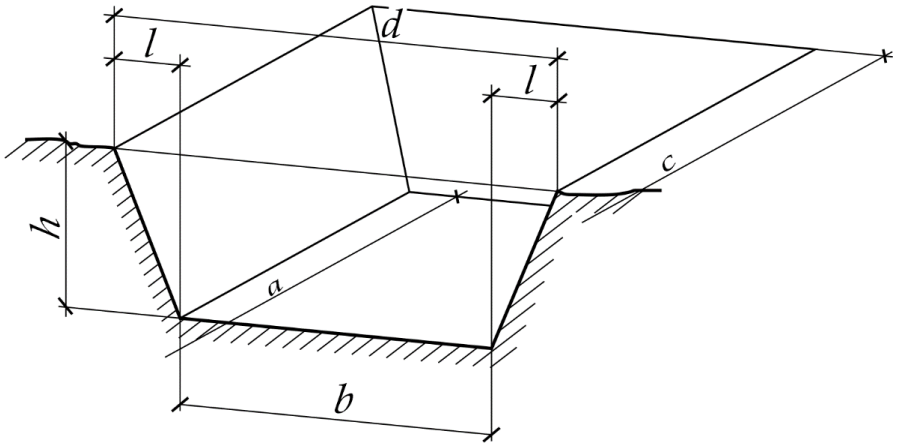
$$V_к = \frac{h}{6}[ab + cd + (a + c)(b + d)]$$

де *a, b* — розміри котловану знизу, м; е, *d* — розміри котловану зверху, м (рис. 4):

c =a +2l =a +2mh;

d=b +2l =b + 2mh,

m — Коефіцієнт ухилу(див. табл. 1.1 на с. 10).



При виконанні робіт взимку спочатку виконується попереднє розпушування мерзлого ґрунту.

Обсяг робіт по попередньому розпушуванню ґрунту клином-молотом для влаштування котловану визначається за формулою.

$$V_{\text{р.м}} = \frac{h_{\text{м}}}{6}[a'b' + cd + (a' + c)(b' + d)]$$

де $\boldsymbol{h}_{\text{м}}$ — глибина промерзання ґрунту, м; a', b'— розміри котловану на рівні глибини промерзання ґрунту, м.

$$\text{a}' = \text{a} + 2m(h - h_{\text{м}}\ );$$
$$b' = b + 2m(h - h_{\text{м}}).$$

Об'єм мерзлого ґрунту визначається на основі рис. 5.

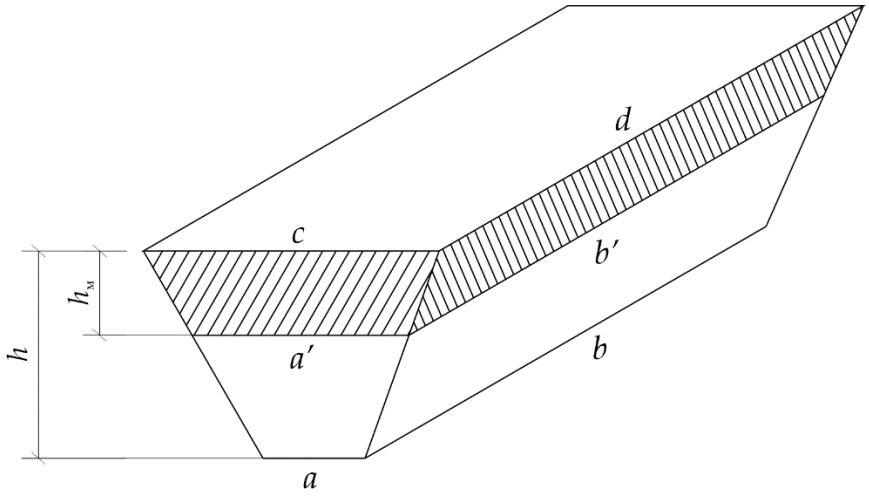


Рис. 5. Схема для визначення об'єму мерзлого ґрунту.

Під час виконання робіт у зимовий період визначається обсяг піщаної

підсипки. $V_{\text{п.п}}$

$$V_{\text{п.п}} = F_{\text{к}} h_1$$

де F_K — площа виїмки знизу, м^2; h_1— товщина піщаної підсипки, м.

Вага ґрунту піщаної підсипки дорівнює:

$$P = V_{\text{п.п}} \gamma_{\text{п}}$$

де $\gamma_{\text{п}}$ — середня густина піску., кг/м^3.

Об'єм зворотної засипки. $V_{\text{з.з}}$ (м^3) визначається за формулою

$$V_{\text{з.з}} = V_{\text{в}} - V_c$$

де $V_{\text{в}}$ — об′єм виїмки, м^3; V_c — Об'єм споруди або фундаменту, м^3 (Визначається за геометричними розмірами).

При виконанні робіт в літній час визначається недобір ґрунту (м^3):

$$F_{\text{нед}} = ab$$

Допустима величина недобору залежить від ємності ківшу екскаватора та робочого обладнання і приймається за додатком 12. Об'єм ущільнення ґрунту в пазухах фундаменту $V_{\text{ущ}}$ рівний об'єму зворотної засипки $V_{0\ з}$. причому приблизно 25-30 % приймається для ущільнення вручну, а решта 70-75 % — для механізованого ущільнення. Точніше об'єм ущільнення вручну визначається за геометричними розмірами. При цьому враховується, що ширина зони ущільнення від будівлі повинна складати не менше 0,8 м. Приклад схеми ущільнення ґрунту в пазухах фундаменту наведено на рис. 7.Якщо норми часу і розцінки наведені в квадратних метрах, то кількість робіт по послідовному ущільненню обчислюється за формулою

$$F_{\text{ущ}} = \frac{V_{\text{ущ}}}{h_{\text{ущ}}}$$

де $V_{\text{ущ}}$ — об'єм ущільнення, м^3; $h_{\text{ущ}}$— товщина ущільнювального шару, м.

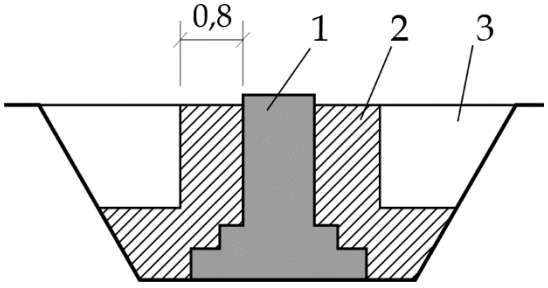


Рис. 7. Схема для визначення ущільнення ґрунту в пазухах фундаментів: 1 — фундамент; 2 — шар ґрунту, ущільнюваний вручну (наприклад, електротрамбуванням); 3 ділянка ґрунту, ущільнена механізмами (наприклад, котком)

Визначення обсягів робіт при влаштуванні фундаментів

Кількість фундаментних подушок і фундаментних блоків для збірних фундаментів визначають на основі геометричних розмірів будівлі та розмірів подушок, блоків. Розрахунок зручно представити у вигляді специфікації (табл. 2). Обсяги робіт для окремо стоячих збірних фундаментів підсумовуються в таку ж таблицю

Таблиця 2

Специфікація збірних елементів

Назва збірних елементів конструкцій	Марка	Розміри, см			Об'єм одного елемента, м^3	Вага одного елементу, кг	Кількість елементів, шт.		Загальна вага елементів, т
		довжина	ширина	товщина			на одну, захватку	на всю будівлю	
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*

Процес влаштування монолітних залізобетонних фундаментів (стрічкових або окремо стоячих) складається з опалубних, арматурних робіт, укладання бетонної суміші та догляду за бетоном. Площа поверхні бетону, що контактує з опалубкою (об'єм опалубних робіт), визначається на основі геометричних розмірів фундаментів і геометричних розмірів опалубних щитів. Розрахунок обсягів опалубних робіт зручно представити у вигляді таблиці 3 [12].

Дані щодо основних елементів уніфікованої інвентарної дрібнощитової розбірно-переставної опалубки наведено в додатку 13. вантажопідйомність та розміри кузова автотранспортних засобів для перевезення опалубки наведено в додатку 14.

Таблиця 3

Визначення обсягів опалубних робіт по ярусах і захватках

Назва конструктивного елемента	Марка щита	Параметри щита				Загальна кількість щитів, шт.	Загальна площа, м^2	Загальна вага елементів , т
		ширина, м	довжина, м	площа, м^2	маса, т			
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*

Об'єм арматурних робіт розраховується окремо для кожного конструктивного елемента. При установці арматури окремими стрижнями обсяги робіт обчислюються в тонах, при армуванні сітками та каркасами — в штуках.

Зважаючи на перевезення на майданчик, розміри просторових і площинних каркасів доцільно приймати відповідно до розміру кузова бортового вантажного автомобіля або бортового напівпричепа. Маса 1 п.м арматурних стрижнів вибірково наводиться в додатку 15.

Таблиця 4

Специфікація арматурних виробів у конструкціях

Найменування конструктивного елемента	Розмір, м			Загальна кількість, шт.	Тип армування та маса арматури , кг												Загальна маса арматури, т
					Сітки			Плоский каркас			Об'ємний каркас			Окремі стрижні			
	ширина	висота (товщина)	довжина		кількість, шт.	Маса однієї, кг	Загальна маса, кг	кількість, шт.	маса одного, кг	загальна маса, кг	кількість, шт.	маса одного, кг	загальна маса, кг	кількість, шт.	маса одного, кг	загальна маса, кг	
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*	*18*

Об'єм окремо стоячих залізобетонних фундаментів обчислюється за вирахуванням обсягів стаканів, ніш і отворів. Підсумкові результати заносяться в загальну відомість обсягів робіт (табл. 5) [12].

Таблиця 5

Визначення обсягів монолітних залізобетонних робіт

Назва конструктивного елемента	Марка елемента	Розміри , м			Кількість, шт.	Розрахункова формула	Об'єм , $м^3$	
		ширина	висота (товщина)	довжина			одного елемента	загальний v
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*

При визначенні обсягів робіт по влаштуванню пальових фундаментів (із готових паль) враховуються всі технологічні процеси, включаючи підготовчі роботи, забивку паль та влаштування монолітного або збірного ростверку. Дані заносяться в табл. 2-5.

При визначенні обсягів робіт по влаштуванню фундаментів з буронабивних паль враховуються всі технологічні процеси, включаючи підготовку, свердління паль та ростверку. Дані заносяться в табл. 3-5.

Визначення середньої відстані переміщення ґрунту

Середня відстань переміщення ґрунту з виїмки в насип $L_{\text{ср}}$ — це середня відстань між центрами тяжіння виїмки та насипу. $L_{\text{ср}}$ — Основний технічний параметр для вибору землерийно-транспортних комплектів при вертикальній плануванні майданчика (рис. 8) [21].

Вибір комплектів машин та механізмів для виконання робіт

Залежно від середньої відстані переміщення ґрунту $L_{\text{ср}}$ здійснюється вибір машин та механізмів для вертикальної планування майданчика. В основному вибираються скреперні ($L_{\text{ср}} \geq 100\text{м}$) або бульдозерні ($L_{\text{ср}} \leq 100\text{м}$) комплекти. Комплексна механізація земляних робіт з використанням бульдозерів та скреперів і алгоритм їх вибору наведені на рис. 9 [21]. Вибір машин за $L_{\text{ср}}$ є умовним.

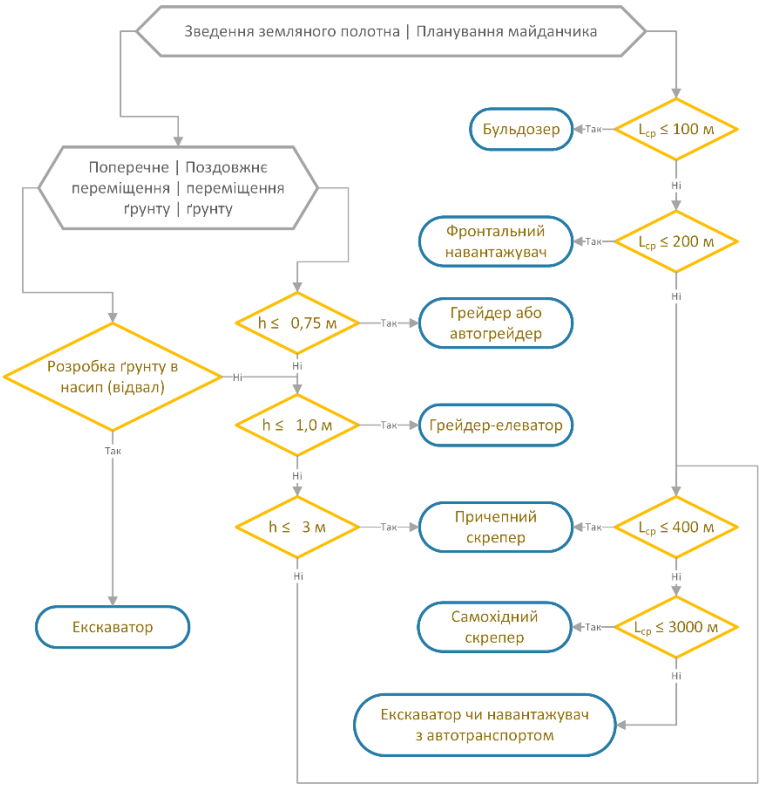


Рис. 8. Схема вибору ведучої землерийно-транспортної машини при вертикальній плануванні майданчика в залежності від $L_{ср}$.

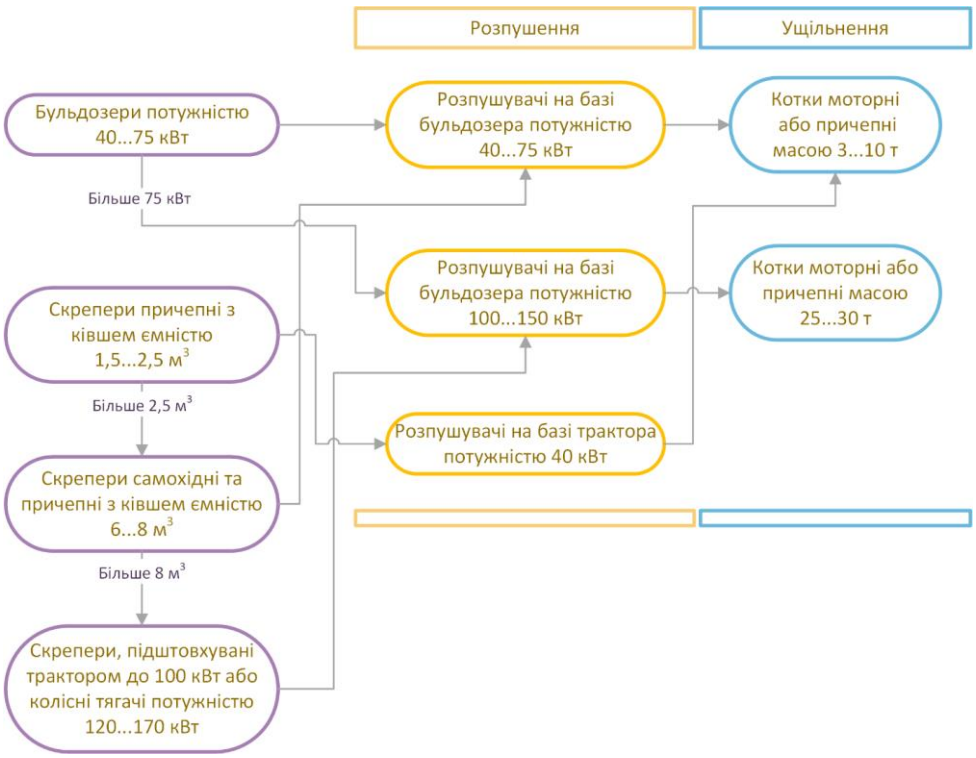


Рис. 9. Алгоритм вибору комплектів машин та механізмів при комплексній механізації земляних робіт з використанням бульдозерів та скреперів.

Вибір комплектів машин та механізмів при розробці виїмки здійснюється на основі техніко-економічного порівняння варіантів наступним чином:

Вибір екскаваторів за технічними параметрами (за ємністю ковша залежно від об'єму виїмки). Попередній вибір навісного обладнання при розробці ґрунту екскаваторами зручно здійснювати за схемою, наведеною на рис. 10. При цьому слід пам'ятати, що вибір типорозміру одноковшового екскаватора залежить також від групи ґрунту та потужності розроблюваного шару (висоти забою)[21].

Техніко-економічне порівняння варіантів виконується за мінімумом приведених витрат[12, 20].

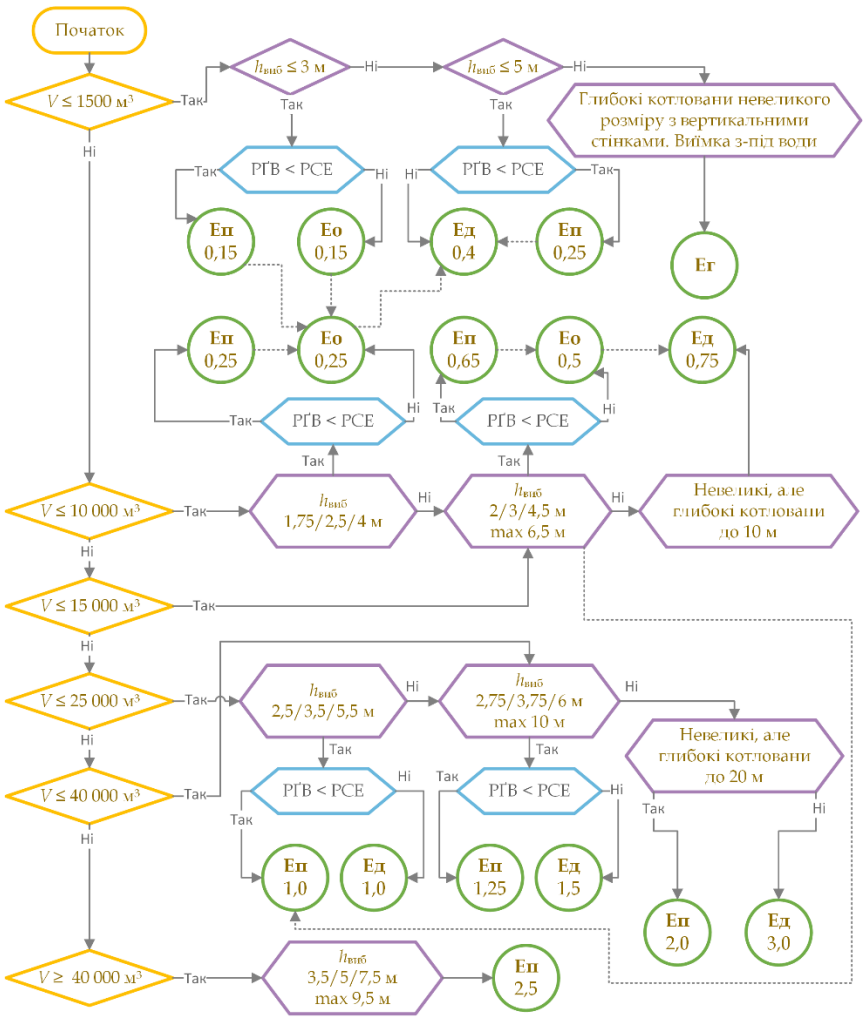


Рис. 10. Алгоритм вибору типу екскаватора для розробки котловану (Еп — екскаватор з прямою лопатою; Ео — екскаватор з зворотною лопатою; Ед — драґлайн; Ег — грейфер; цифри в кружках — ємність ковша обраного екскаватора, м³; цифри в блоках «Висота забою» — висота

забоїв в ґрунтах різної щільності (легкі — середні — важкі); 1 — так; 0 — ні).

Наведені витрати (в базових цінах 1991 року) на розробку 1 м³ ґрунту (П) становлять:

$$П = С + ЕК,$$

де С — вартість розробки 1 м^3 ґрунту виїмки; *Е* — нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (Е=0,15 для нової (експлуатація до одного року), Е=0,12 для неодноразово використовуваної (експлуатація понад рік) техніки); К — питомі капітальні вкладення на розробку 1 м³ ґрунту. Далі визначається кількість автосамоскидів для вивезення ґрунту при безперебійній роботі екскаватора [12, 20].

Будівельні крани для влаштування збірних і монолітних фундаментів вибираються за технічними та техніко-економічними параметрами [15, 20, 21].

Вибір допоміжних машин та механізмів для рихлення ґрунту в літній та зимовий час, зрізки рослинного шару, очищення дна виїмки, зворотної засипки і ущільнення ґрунту, буріння свердловин тощо здійснюється після визначення провідних машин у комплектах, виходячи з конкретних умов виконання робіт (тип ґрунту, розміри споруд, глибина, обсяги робіт зимового та літнього часу) [1,7, 11-16,18,20].

Вибір машини чи механізму (марки та типу) необхідно здійснювати так, щоб вони могли виконувати кілька видів робіт. Наприклад, той самий бульдозер має виконувати роботи зі зрізки рослинного шару, остаточної планування, очищення дна виїмки, зворотної засипки пазух.

5.3. Вказівки щодо виконання робіт

Загальні вказівки

Вказівки щодо виконання робіт містять вимоги до організації та технології виконання робіт, а також послідовність їх виконання під час

підготовчих, основних, допоміжних та заключних робіт. Розділ має включати:

• вимоги до якості та завершеності раніше виконаних (попередніх) робіт;

• вимоги до якості та завершеності підготовчих робіт, порядок їх проведення;

• схеми організації робочих місць;

• схеми виконання технологічних операцій;

• вимоги до транспортування, зберігання, складування виробів та матеріалів у робочій зоні із зазначенням схем складування та стропування, способів транспортування матеріалів і виробів до робочих місць;

• вимоги до організації майданчика складування, температурно-вологісному режиму зберігання;

• вказівки щодо тривалості зберігання та запасу матеріалів і виробів у робочій зоні;

• найменування технологічних операцій, їх опис і послідовність виконання з вказівкою застосовуваних засобів технологічного забезпечення (технологічної оснащення, інструменту, інвентарю та пристосувань), машин, механізмів, обладнання та виконавців (спеціальність, розряд, склад ланки);

• вказівки щодо виконання робіт та особливості виконання робіт у зимовий період (методи утеплення конструкцій, схеми прокладання парових трубопроводів, режим витримки конструкцій, місця вимірювання температури тощо).

Найменування технологічних операцій, їх опис та послідовність виконання зручно оформлювати у вигляді операційної карти (табл. 6) [5].

Таблиця 6

Операційна карта на_____

(найменування робіт)

Назва презентації	**Засоби технологічного забезпечення** (технологічне оснащення, інструмент, інвентар, пристосування), машини,	Виконавці	Опис оперції
1	2	3	4

Вертикальне планування майданчика

Надаються вказівки щодо виконання робіт зі зрізки рослинного шару, показується схема руху машини, глибина різання [1, 7, 16-19]. Приклад схеми зрізки рослинного шару бульдозером наведено на рис. 11.

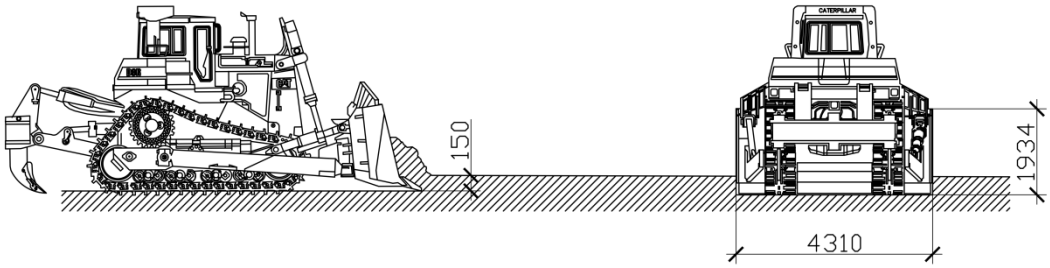


Рис. 11. Схема зрізки рослинного шару бульдозером

Попереднє рихлення незамерзаючого ґрунту в зоні виїмки обов'язкове:

- для ґрунтів II групи для скреперів;
- для ґрунтів III групи для бульдозерів.

Приклад схеми попереднього рихлення ґрунту в зоні виїмки наведено на рис. 12. На схемі вказуються товщина рихлого шару та схема руху механізму [7, 16-19].

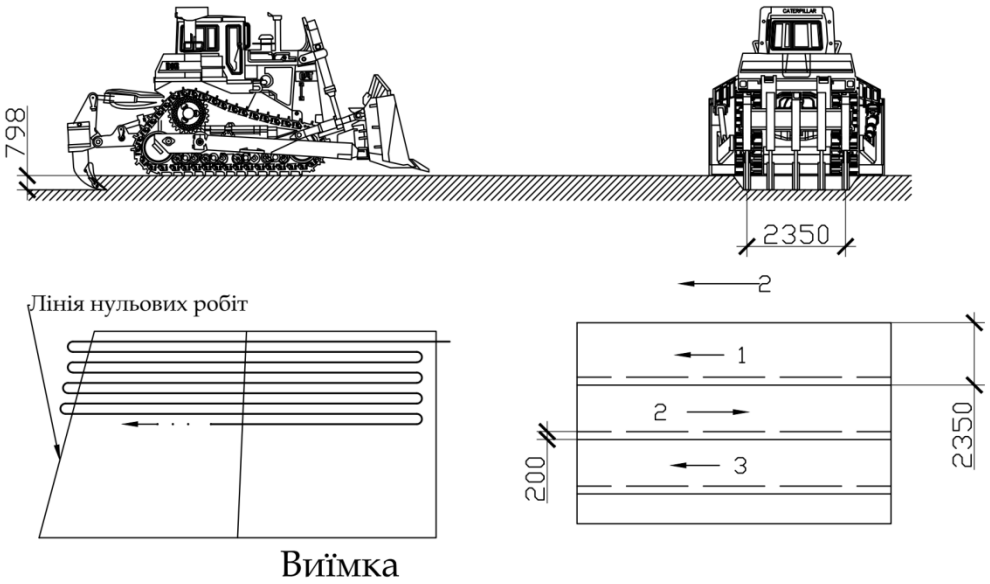


Рис. 12. Схема розпушення ґрунту: а — розпушувач; б — загальна схема розпушування ґрунту розпушувачем ДП-18 (А — послідовність розпушення)

Алгоритм вибору схеми виконання робіт з вертикальної планування майданчика скрепером або бульдозером наведений на рис. 13-15 [21].

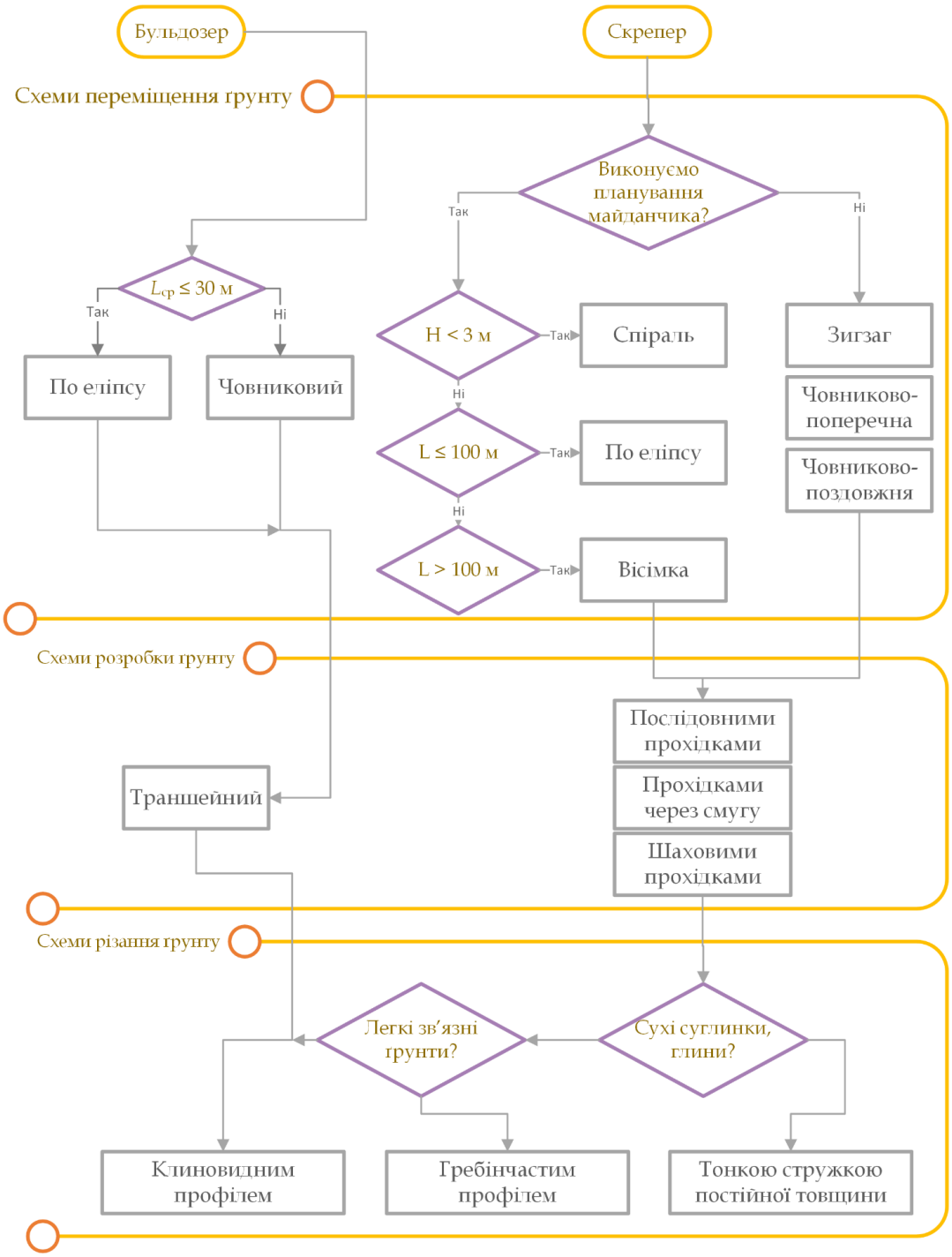


Рис. 13. Вибір схеми виконання робіт з планування майданчика бульдозером та скрепером (1 — так; 0 — ні)

При розробці та переміщенні ґрунту скреперами довжина шляху наповнення $l_{\text{нап}}$ ковша скрепера.

$$l_{\text{нап}} = \frac{qK_H}{bh_1K_p}$$

де q — ємність ківша скрепера, м^3; $К_н$ — коефіцієнт наповнення ковша; b — ширина зрізаного шару (ширина ківша), м^3; h_1 — товщина зрізаного шару, м; K_p— Коефіцієнт початкового рихлення (залежить від виду ґрунту, визначається за [1]). Показники рихлення ґрунтів та порід наведені в додатку 15.

Довжина шляху розвантаження скрепера

$$l_p = \frac{qK_H}{bh_2}$$

де h_2— товщина насипного шару, м.

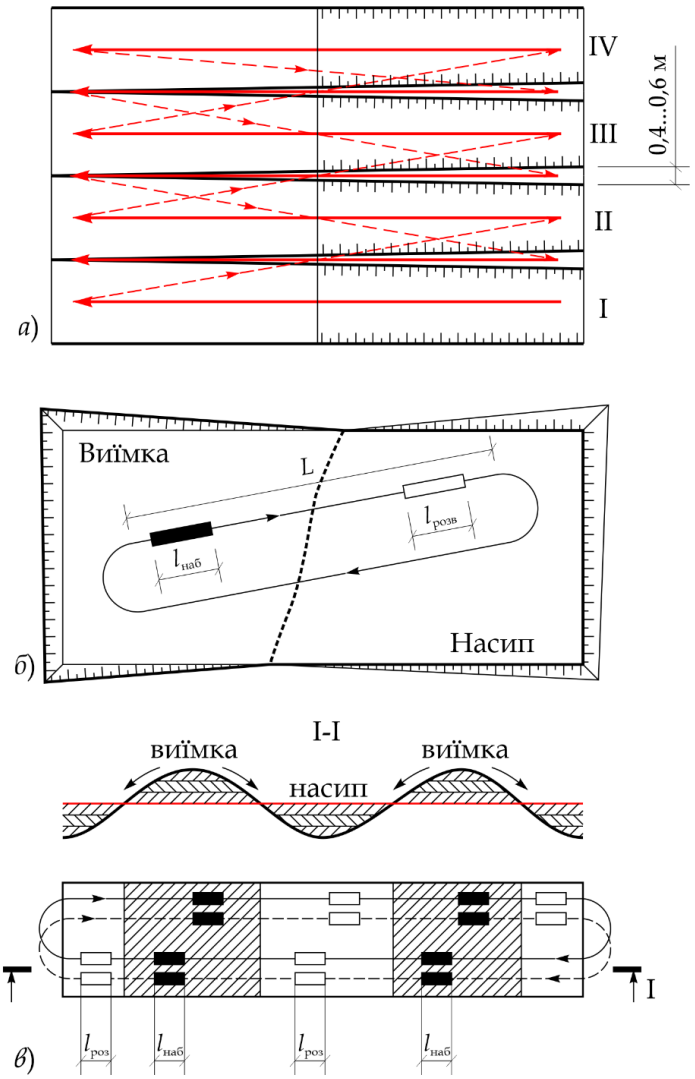


Рис. 14. Схеми переміщення ґрунту при плануванні майданчиків бульдозерами та скреперами: а — човниковий; б — по еліпсу; в — по прямій(R — радіус повороту; L — середня відстань переміщення ґрунту; I — довжина шляху набору ґрунту; l_p — довжина шляху розвантаження ґрунту).

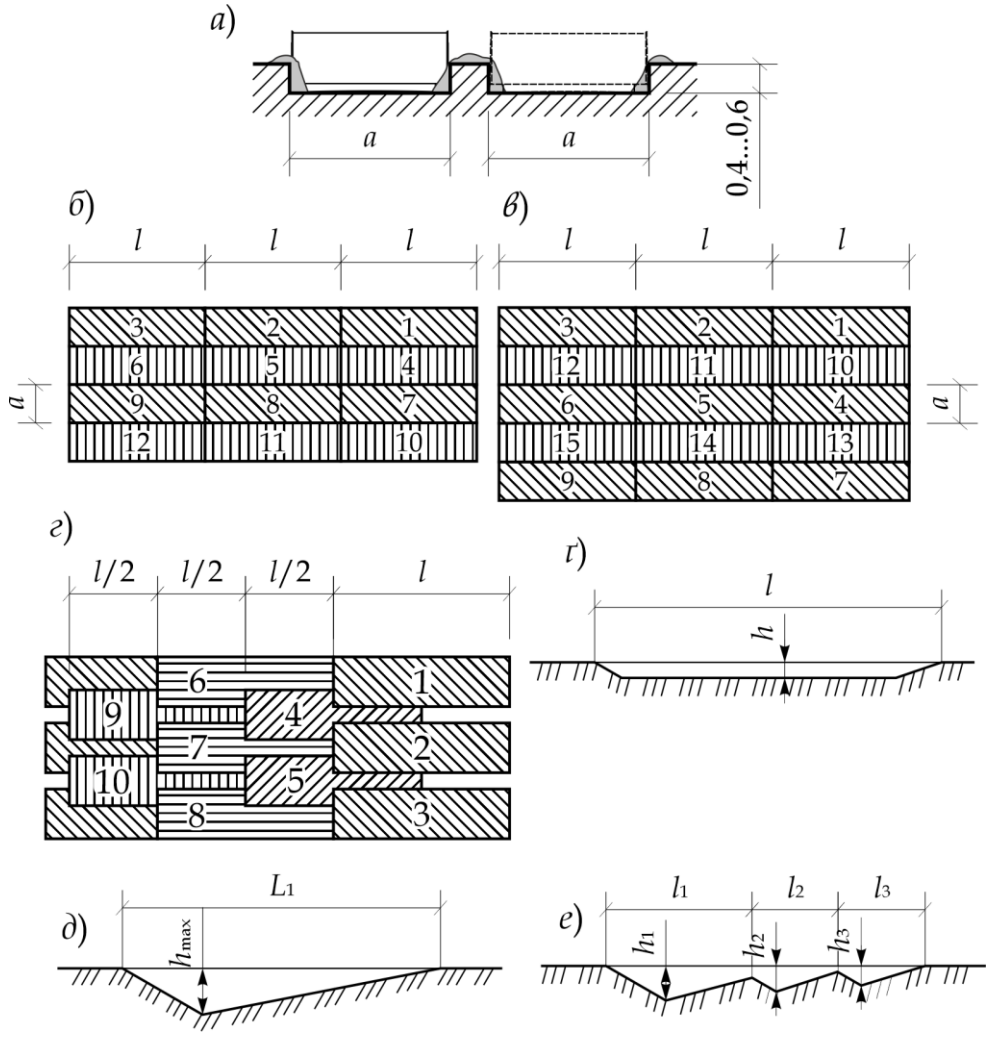


Рис. 15. Схеми розробки (для бульдозера: а — траншейна; для скрепера: б — послідовними проходами; в — проходами через смугу; г — шаховими проходами) та різання ґрунту (3 — тонкою смужкою однакової товщини; е — гребінчастим профілем; ж — клиноподібним профілем); а — ширина ножа; I — довжина шляху набору ґрунту; h — робочі відмітки.

Далі вибирається схема руху скрепера. Вибір схеми руху обґрунтовується [16, 18, 20].

Потім вибирається і обґрунтовується схема роботи скрепера (полоса поряд з полосою, через полосу, ребристо-шахматна [16, 20]) та профіль стружки (постійного перерізу, клиноподібний, гребінчастий). Приклад схеми різання ґрунту тонкою стружкою та схема роботи скрепера «через полосу» показані на рис. 16.

Далі описується цикл роботи скрепера і обґрунтовується застосування трактора-толкача [1].

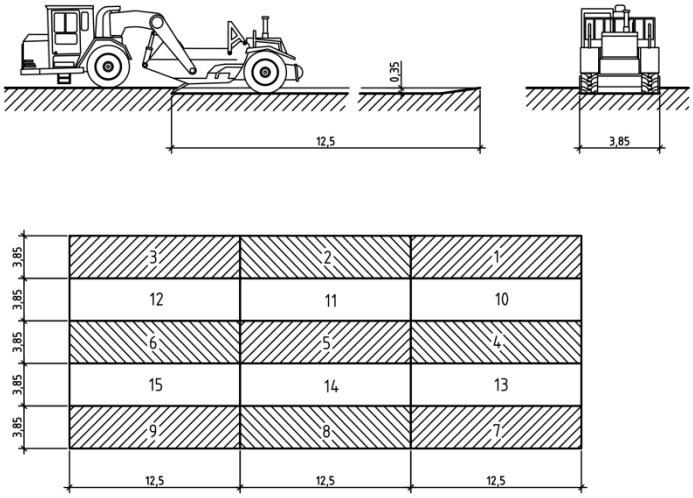


Рис. 16. Схема різання ґрунту тонкою стружкою (а) та схема розробки ґрунту скрепером (прохід через смугу) (б); 1,2,3,... — послідовність розробки ґрунту

При розробці та переміщенні ґрунту бульдозером вибирається схема руху бульдозера, профіль стружки, описується технологія робіт [17, 19].

Для ущільнення ґрунту в зоні насипу обґрунтовується вибір основної будівельної машини — котка, надаються вказівки щодо виконання робіт, показується схема руху механізму та товщина ущільнюваного шару [1, 16, 18-20]. Приклад схеми ущільнення ґрунту причіпним котком наведено на рис. 17.

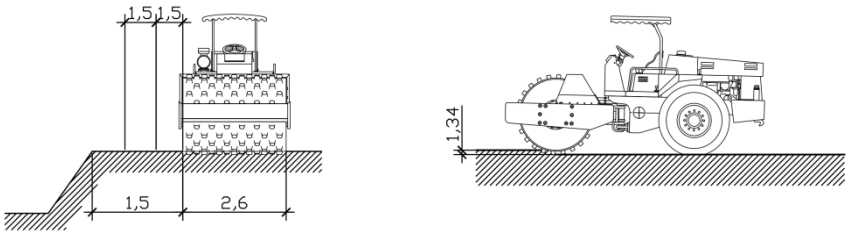


Рис.17. Схема ущільнення ґрунту причіпним катком ДУ-3

Розробка виїмки

Завдяки високій продуктивності при розробці ґрунтів різних категорій в будівництві найбільше поширення отримали одноковшеві екскаватори. Залежно від виробничих умов у якості змінного обладнання екскаваторів застосовуються прямі та зворотні лопати, драглайни, грейфери та струги [12, 16-20].

Одноковшеві екскаватори можуть бути також обладнані стрілою з гаком, трамбівкою для ущільнення ґрунту, дизель-молотом з клином для рихлення мерзлого ґрунту, дизель-молотом для забивання паль.

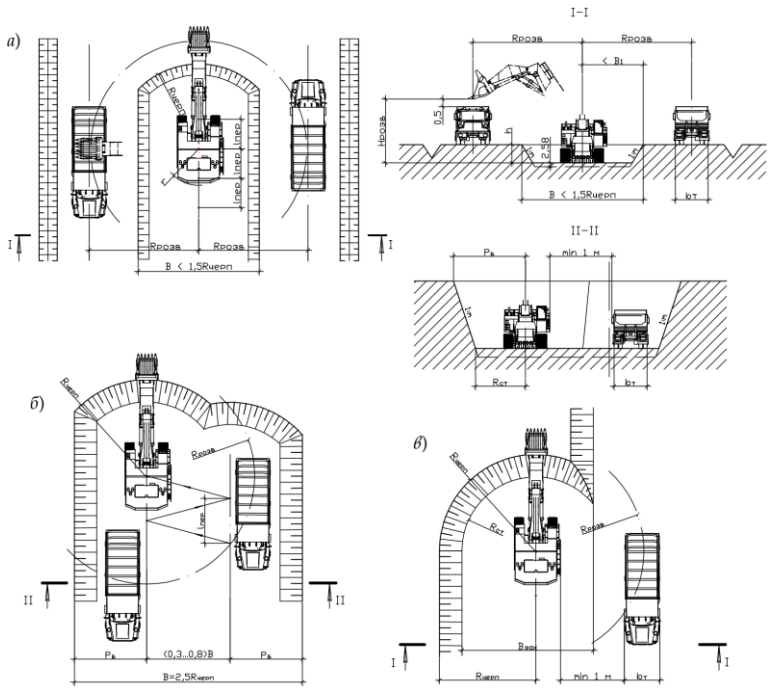
При проектуванні екскаваторного забою, виходячи з розмірів виїмки та максимального радіусу різання екскаватора, визначається тип проходки, розміри проходок та їх необхідна кількість [12, 16, 18, 20].

Загальні схеми забоїв для екскаватора з прямою лопатою наведені на рис. 18.

Загальні схеми забоїв для екскаватора з зворотною лопатою наведені на рис. 19.

Загальні схеми забоїв для драглайна наведені на рис. 20.

Технічні характеристики та вантажопідйомність автосамоскидів, що працюють у комплекті з екскаваторами, наведені в додатках 17 та 18.


а)
I–I
II–II
б)
в)
Rрозв
Rрозв
B < 1,5Rверт
B < 1,5Rверп
Rверт
Rверп
Rрозв
Rрозв
Rрозв
Rрозв
Rверп

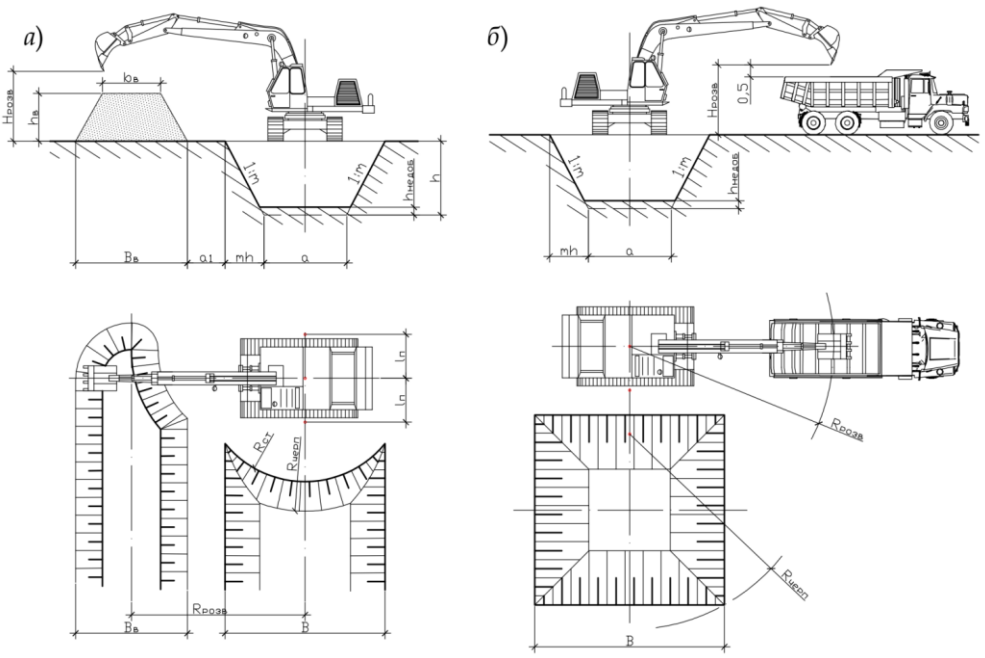


Рис. 19. Схема забоїв для екскаватора з зворотною лопатою: a_1 — відстань від бровки виїмки до відвалу ґрунту; b_0 — ширина відвалу зверху; h_0— висота відвалу; B_o — ширина відвалу знизу (інші умовні позначення див. в написах під рисунком до рис. 18).

Влаштування фундаментів

Виходячи з технічних параметрів монтажного крана описується технологія монтажу збірних фундаментів [2, 12, 16, 18, 20]:

• описується підготовка конструкції до монтажу;

• вибирається монтаж зі складу або з «коліс»;

• визначаються місця стоянок і кількість фундаментів, що монтуються з однієї стоянки;

• призначається послідовність монтажу, починаючи з маячкових блоків;

• розраховується радіус небезпечної зони.

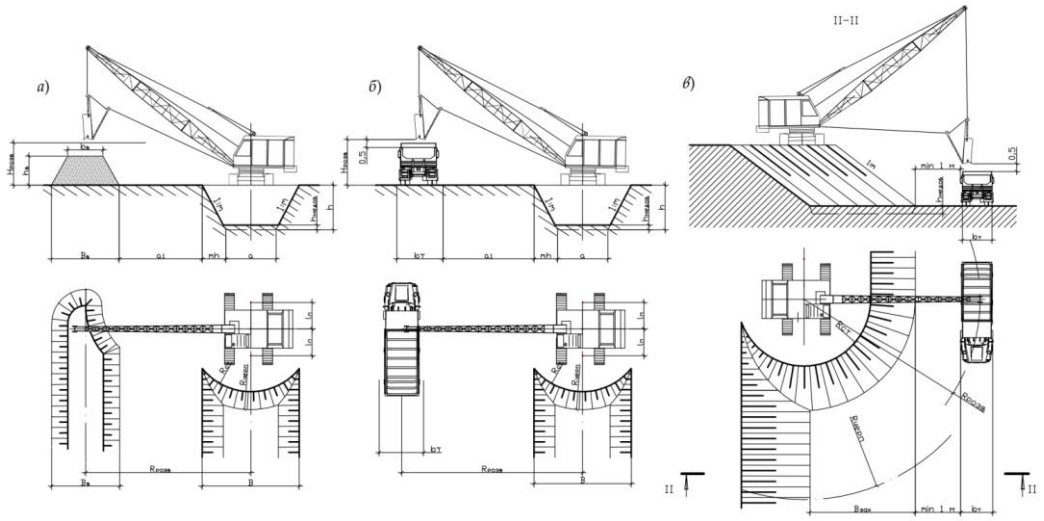


Рис. 20. Схема вибоїв для драглайна:

$\propto$ — кут нахилу стріли; $Р_{т\,в}$ — Найбільша відстань від осі екскаватора до верхньої кромки бокового вибою ; $В_{т.н}$ — найбільша відстань від осі екскаватора до нижньої кромки бокового вибою; β — кут повороту стріли (Інші умовні позначення див. у підписах до рис. 18и 19)

Для влаштування монолітних фундаментів [2, 4, 12, 16, 18, 20] розглядається:

- технологія опалубних та арматурних робіт (вантажопідйомність і розміри кузова автотранспортних засобів для перевезення опалубки та арматурних виробів, а також маса 1 п.м. арматурних стрижнів зазначені в дод. 14 і 15);
- технологія бетонування;
- ущільнення бетонної суміші;
- необхідні правила догляду за бетоном;
- розпалубка.

Для влаштування пальових фундаментів із готових паль [3, 12, 13, 16, 18, 20] описуються:

- розбивка пальового поля;
- вибір типу молота або віброзанурювач для занурення паль, розрахунок відмови палі;

- технологія занурення паль;
- технологія опалубних, арматурних, бетонних робіт при влаштуванні бетонної підготовки та ростверка [2, 12, 13, 16, 18, 20].

Для влаштування пальових фундаментів із буронабивних паль [3, 12, 13, 16, 18, 20] описується:

- розбивка пальового поля;
- технологія влаштування буронабивних паль залежно від прийнятого методу (сухий, під захистом глинистого розчину, під захистом обсадних труб);
- технологія робіт при влаштуванні підготовки та ростверка.

5.4. Контроль якості виробництва робіт

Розділ «Контроль якості виконання робіт» містить опис послідовності, методів і засобів контролю при виконанні та прийманні будівельно-монтажних робіт і включає наступні підрозділи:

- вхідний контроль продукції що надходить;
- операційний контроль на етапах виконання технологічних операцій;
- приймальний контроль виконаних робіт.

Для всіх видів контролю повинні бути вказані:

- контрольований показник;
- місце контролю;
- обсяг контролю;
- періодичність контролю;
- метод контролю;
- засоби вимірювання та випробувальне обладнання — марка (тип), технічні характеристики (діапазон вимірювання, ціна поділки, клас точності тощо);
- виконавець контролю (відділ, служба, спеціаліст);

• документ, в якому реєструється результат контролю (журнали робіт, акти прихованих робіт, протоколи випробувань тощо).

Обрані з них граничні відхилення та вимоги, що пред'являються до завершених робіт, подаються в описовій та табличній формі (табл. 7) [5].

Таблиця 7

Контроль якості виробництва работ

Контрольований параметр			обсяг контролю	періодичність контролю	Метод контролю	Засоби контролю, випробувальне обладнання (тип, марка, технічні характеристики: діапазон вимірювання, ціна поділки, клас точності, похибка тощо)	Виконавець	Оформлення результатів контролю
Найменування	номінальне значення	граничне відхилення						
1	2	3	4	5	6	7	8	9

5.5. Калькуляція та нормування витрат праці

У розділі «Калькуляція та нормування витрат праці» вказуються основні робочі процеси, які наводяться в технологічній послідовності та нормуються відповідно до чинних КНУ, відомчих норм і за результатами нормування праці на об'єктах-представниках при застосуванні нових матеріалів та конструктивних рішень [1-4,9].

До калькуляції також включаються робочі процеси, які виконуються під час підготовчих, допоміжних та заключних робіт (розвантаження та навантаження інвентарю, розвантаження та складування матеріалів та виробів у робочій зоні, встановлення засобів підмащування, підготовка та приготування допоміжних матеріалів).

При нормуванні витрат праці має бути вказаний застосовуваний метод нормування та розрахункові формули.

Витрати праці в людино-годинах (машино-годинах) підраховуються виходячи з наступних формул:

$$T_{\text{люд·год/маш·год}} = VH_{\text{ч}};$$

$$T_{\text{люд·дн/маш·см}} = \frac{T_{\text{люд·год/маш·год}}}{8}$$

де V— обсяг цього виду робіт; $H_{\text{ч}}$ — норма часу на виконання цього виду робіт (приймається за КНУ або РСН); 8 — тривалість зміни в годинах.

Тривалість робіт у змінах визначається за формулою

$$t_{\text{см}} = \frac{T_{\text{люд·дн/маш·см}}}{N}$$

де N — кількість працюючих людей (машин).

Результати розрахунків зводяться в табл. 8 [5].

Таблиця 8

Калькуляція витрат праці

№ п/п	обґрунтування	найменування робіт	одиниця вимірювання	обсяг	норма часу на одиницю, люд.-год (маш.-год)	склад ланки			Витрати праці на обсяг, люд.-год (маш.-год)
						професія	розряд	Кількість	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	ю

5.6. Календарний графік виконання робіт

Календарний графік виконання робіт є документом, в якому вказуються всі процеси за строками виконання та технологічною залежністю один від одного. Форма календарного графіка наведена в табл. 9.

Таблиця 9

Календарний графік виконання робіт

Найменування робіт	Одиниця вимірювання	Обсяг робіт	склад ланки	марка та кількість машин	витрати праці, люд.-дн	витрати машинного часу маш-см	термін роботи		Робочі дні
									1 2 3 4 ... *i i n*
							зміни	Дні	Зміни
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*

Примітка. Роботи з попереднього розпушування ґрунту в виїмці та ущільнення ґрунту на насипу виконуються в одному потоці з основною роботою (вертикальним плануванням майданчика) і зображуються на плані тонкими лініями з більш раннім початком і закінченням (для розпушування) і, відповідно, з більш пізнім початком і закінченням (для ущільнення).

5.7. Потреба в матеріально-технічних ресурсах

Розділ «Потреба в матеріально-технічних ресурсах» повинен містити інформацію про ресурси, необхідні для виконання технологічного процесу.

Розділ має включати:

- Відомість потреби в матеріалах і виробах, що використовуються при виконанні робіт;
- Перелік засобів технологічного забезпечення (технологічної оснащення, інструментів, інвентарю та пристосувань), машин, механізмів і обладнання.

Кількість і номенклатура матеріалів, виробів та обладнання визначаються за робочими кресленнями та специфікаціями або за фізичними обсягами робіт та нормами витрат ресурсів. Відомість потреби в матеріалах і виробах оформляється відповідно до табл. 10 [5].

Таблиця 10

Відомість потреби в матеріалах і виробах

№ п/п	Найменування матеріалу, виробу	Найменування та позначення нормативно-технічного документа.	Одиниця вимірювання.	Кількість
1	*2*	*3*	*4*	*5*

Кількість та типи засобів технологічного забезпечення (технологічної оснащення, інструментів, інвентарю та пристосувань), машин, механізмів та обладнання визначаються за прийнятою схемою організації робіт відповідно до обсягів робіт, строків їх виконання та кількості змін. Перелік засобів технологічного забезпечення (технологічної оснащення, інструментів, інвентарю та пристосувань), машин, механізмів та обладнання оформляється відповідно до табл. 11 [5].

Таблиця 11

Перелік машин, механізмів, обладнання, технологічної оснащення, інструментів, інвентарю та пристосувань.

№ п/п	Найменування	Тип, марка, Завод-виготовлювач	Призначення	Основні технічні характеристики.	Кількість на ланку (бригаду), шт.
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*

5.8. Безпечне виконання робіт, охорона праці та охорона навколишнього середовища

Розділ «Безпечне виконання робіт, охорона праці та охорона навколишнього середовища›› повинні містити опис безпечних методів виконання технологічних операцій для всіх робочих місць, включаючи:

• Рішення з охорони праці та техніки безпеки;

• Схеми безпечної організації робочих місць з вказівкою огороджень небезпечних зон, попереджувальних написів та знаків, способів освітлення робочих місць;

• Правила безпечної експлуатації засобів технологічного забезпечення, машин, механізмів та обладнання;

• Використовувані засоби індивідуального захисту працівників та вказівки щодо їх застосування;

• Правила безпечного виконання зварювальних робіт та робіт, пов'язаних з використанням відкритого полум'я;

• Екологічні вимоги до виконання робіт (умови збору та видалення відходів, охорона навколишнього середовища, обмеження рівня шуму, пилу, шкідливих викидів та ін.).

Вимоги з охорони праці, охорони навколишнього середовища та безпечного виконання робіт викладаються відповідно до чинних Правил і норм. Склад і зміст рішень щодо безпечного виконання робіт повинні відповідати вимогам нормативно-технічної документації [8].

5.9. Техніко-економічні показники

Техніко-економічні показники включають:

- тривалість робіт;
- загальну трудомісткість робіт;
- трудомісткість на одиницю продукції:
- при вертикальному плануванні майданчика;
- розробці виїмки;
- влаштуванні фундаменту;
- продуктивність на 1 люд.-день:
- при вертикальному плануванні майданчика;
- розробці виїмки;
- влаштуванні фундаменту.

Тривалість робіт у днях ($t_{\text{дн}}$) витрати машинного часу ($T_{\text{маш·см}}$) та загальна трудомісткість робіт ($T_{\text{люд·дн}}$) визначаються з календарного графіка.

Трудомісткість на одиницю продукції ($T_{\text{люд}-\text{дн}/\text{м}^3}$) визначається за формулами:

• при вертикальному плануванні майданчика

$$T_{\text{пл}} = \frac{\sum T_{\text{заг.пл}}}{V_{\text{пл}}}$$

де $\sum T_{\text{заг.пл}}$— загальна трудомісткість робіт по вертикальному плануванню (зрізка рослинного шару, попереднє розпушування мерзлого ґрунту в виїмці, розробка та переміщення ґрунту, ущільнення ґрунту на насипу), люд.-дні (визначається за календарним графіком)**.;** $V_{\text{пл}}$ — обсяг планування, м^3;

• при розробці виїмки:

$$T_{\text{к}} = \frac{\sum T_{\text{заг.к}}}{V_{\text{к}}}$$

де $\sum T_{\text{заг.к}}$ — загальна трудомісткість усіх робіт при влаштуванні виїмки, люд-дн (Визначається за календарним графіком); V_K — обсяг виїмки, м^3;

при влаштуванні фундаментів:

$$T_{\text{ф}} = \frac{\sum T_{\text{заг.ф}}}{V_{\text{ф}}}$$

де $\sum T_{\text{заг.ф}}$— загальна трудомісткість усіх робіт при влаштуванні різних типів фундаментів, людино-дні (визначається з календарного графіка); $V_{\text{ф}}$— об’єм фундаментів , м^3.

Виробіток на 1 люд-день ($В_{м^2/\text{люд•день}}$) розраховується наступним чином:

• при вертикальному плануванні майданчика:

$$\text{В}_{\text{пл}} = \frac{\boldsymbol{V}_{\text{пл}}}{\sum \boldsymbol{T}_{\text{заг.пл}}}$$

• при розробці виїмки:

$$\text{В}_{\text{к}} = \frac{\boldsymbol{V}_{\text{к}}}{\sum \boldsymbol{T}_{\text{заг.к}}}$$

• при влаштуванні фундаментів:

$$\text{В}_{\text{ф}} = \frac{\boldsymbol{V}_{\text{ф}}}{\sum \boldsymbol{T}_{\text{заг.ф}}}$$

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Навчальний посібник з дисципліни "Технологія будівельного виробництва" [Текст] : для студентів за галуззю знань 19 - "Архітектура та будівництво", спец. 192 - "Будівництво та цивільна інженерія", спеціалізація - "Промислове і цивільне будівництво"; програма навчання освіт.-профес., освіт. рівень - перший (бакалавр.) / [В. О. Галушко та ін.] ; Одес. держ. акад. буд-ва та архітектури, Каф. технології буд. вир-ва. - Одеса : ОДАБА, 2020. - 420 с.

2. Технологія будівельного виробництва [Текст] : практикум для студентів спец. 192 Будівництво та цивільна інженерія / С. П. Брайченко ; Нац. ун-т "Львів. політехніка", Каф. "Буд. вир-ва". - Львів : Бона, 2023. - 117 с.

Допоміжна література

1. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів

2. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Земляні роботи (Збірник 1) (РЕКНб)

3. Seaton H. The Construction Technology Handbook. Wiley, 2021. — 215 p. — ISBN 978-1-119-71997-7.

4. Simpson Scot. Complete Book of Framing: An Illustrated Guide for Residential Construction. Second Updated and Expanded Edition. — Canada: Wiley & Sons, Inc, 2019. — 384 p.

5. Гембарський Л.В., Стовпник С.М., Вапнічна В.В. Технологія, механізація та організація геотехнічного будівництва - 2. Технологія та організація геотехнічного будівництва. Навчальний посібник. — Київ:

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (КПІ ім. Ігоря Сікорського), 2020. — 160 с

6. Пшінько О.М., Радкевич А.В., Нетеса М.І., Нетеса А.М. Технологія спеціальних робіт. Навчальний посібник. — Дніпро: Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка Лазаряна, Журфонд, 2020. — 433 с.