

| | | | | |
|----------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 1 |

ЗАТВЕРДЖЕНО

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

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

**для проведення практичних занять 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

| | | | | |
|----------------------------|---|----------------|----------------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | <i>Випуск 1</i> | <i>Зміни 0</i> | <i>Екземпляр № 1</i> | <i>Арк 112 / 2</i> |

УДК 69

Методичні рекомендації для проведення практичних занять 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. – 112 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 для проведення практичних занять з навчальної дисципліни «Технологія будівельного виробництва».

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 3 |

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| 1. Визначення обсягів земляних робіт з вибором схем руху землерійно-транспортних машин при вертикальному плануванні будівельного майданчика..... | 5 |
| 1.1. Визначення середньої відстані переміщення ґрунту | 5 |
| 1.2. Вибір технічних засобів для виконання робіт з вертикального планування майданчика..... | 11 |
| 1.3. Вибір схем роботи землерійно-транспортних машин | 24 |
| 2. Розрахунок параметрів зниження рівня ґрунтових вод. Вибір комплекту обладнання осушувальної установки..... | 31 |
| 2.1. Визначення припливу води до установки..... | 31 |
| 2.2. Визначення довжини колектора, кількості насосів та голкофільтрів | 34 |
| 3. Визначення обсягів земляних робіт з виконанням схем розробки котлованів та траншей землерійними машинами..... | 41 |
| 3.1. Визначення обсягів робіт при влаштуванні котлованів та траншей..... | 41 |
| 3.2. Вибір технічних засобів для виконання робіт по влаштуванню котлованів та траншей | 50 |
| 3.3. Вибір схем роботи та проходок екскаваторів..... | 58 |
| 4. Розрахунок параметрів та вибір обладнання для занурення паль | 67 |
| 4.1. Визначення мінімальної енергії удару молота і вибір типу молота для забивання паль та шпунта [2]..... | 67 |
| 4.2. Вибір типу віброзанурювача для занурення палювих елементів | 75 |
| 5. Визначення трудомісткості робіт. Складання калькуляцій витрат праці..... | 82 |
| 5.1. Визначення трудомісткості робіт | 82 |

| | | | | |
|----------------------------|---|----------------|----------------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | <i>Випуск 1</i> | <i>Зміни 0</i> | <i>Екземпляр № 1</i> | <i>Арк 112 / 4</i> |

| | |
|---|-----|
| 5.2. Калькуляція та нормування витрат праці | 89 |
| 6. Контроль якості робіт. Документація на приховані роботи..... | 99 |
| 6.1. Схема операційного контролю якості розробки виїмок (траншей) під конструкції..... | 103 |
| 6.2. Схема операційного контролю якості розробки котлованів екскаваторами..... | 106 |
| 6.3. Схема операційного контролю якості зворотної засипки..... | 108 |
| 6.4. Схема операційного контролю якості вертикального планування | 111 |
| 6.5. Техніка безпеки..... | 112 |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 5 |

1. ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГІВ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ З ВИБОРОМ СХЕМ РУХУ ЗЕМЛЕРИЙНО-ТРАНСПОРТНИХ МАШИН ПРИ ВЕРТИКАЛЬНОМУ ПЛАНУВАННІ БУДІВЕЛЬНОГО МАЙДАНЧИКА

Література

1. КНУ РЕКНБ. Збірник 1. «Земляні роботи» / Міністерство розвитку громад та територій України, 2021.
2. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12)
3. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів (СНиП 3.02.01-87, MOD)

1.1. ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОЇ ВІДСТАНІ ПЕРЕМІЩЕННЯ ҐРУНТУ

Середня відстань переміщення ґрунту з виїмки в насип $L_{\text{ср}}$ — це середня відстань між центрами ваги виїмки та насипу. Це основний технічний параметр для вибору землерійно-транспортних комплектів при вертикальному плануванні майданчика. Визначається він різними методами: графоаналітичним, методом балансових об'ємів, аналітичним, еквівалентних об'ємів, Фогеля або використанням математичних методів та обчислювальної техніки.

За величиною даного технічного параметра $L_{\text{ср}}$ у подальшому проводиться вибір землерійно-транспортних комплектів для вертикального планування майданчика.

Визначення середньої відстані переміщення ґрунту методом балансових об'ємів

Підрахунок середньої відстані переміщення ґрунту методом балансових об'ємів здійснюється в наступній послідовності.

1. Викреслюється майданчик з сіткою квадратів, на якій по кожному квадрату вказуються об'єми виїмки та насипу. По горизонтальних і вертикальних рядах квадратів об'єми виїмки та насипу додаються, в результаті

виходять балансові об'єми (умовно показані на рис. 1).

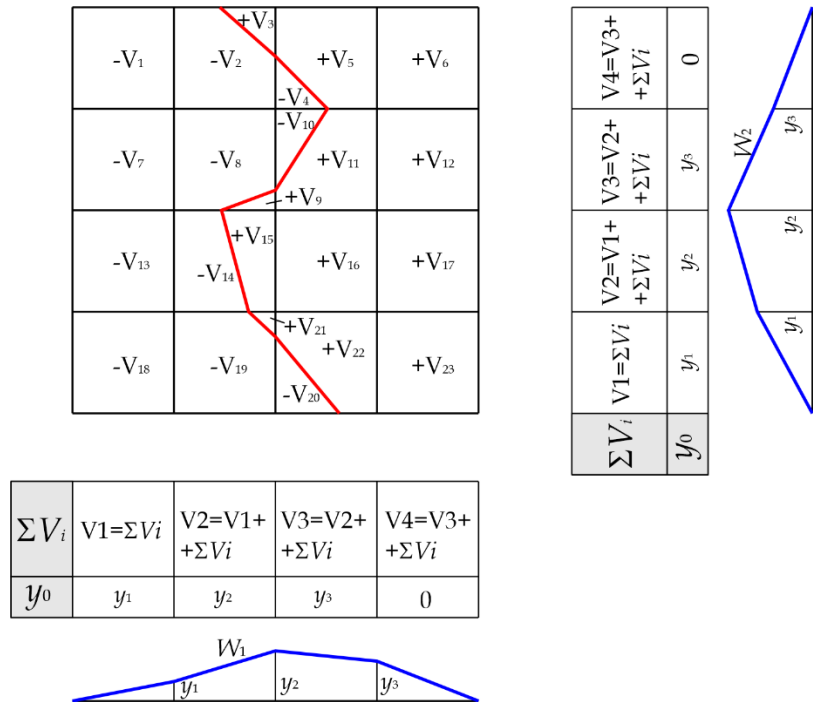


Рис. 1. Визначення середньої відстані переміщення ґрунту методом балансових об'ємів

2. Послідовно додаючи балансові об'єми, одержують ординати кривої (епюри робіт):

$$y_k = \sum V_i \quad (1)$$

де y_k – ординати кривої, м³; V_i – об'єми виїмки та насипу по вертикальному або горизонтальному рядах, м³.

3. Якщо всі ординати мають один знак, епюра розташована по один бік від осі (знак не має значення), а її площа визначається за формулою

$$W = a \sum_{k=1}^n y_k \quad (2)$$

де a – сторона квадрата, м; y_k – ординати кривої, м³.

Якщо ординати мають різні знаки, тобто крива перетинає вісь, то сумарна робота визначається як алгебраїчна сума окремих ділянок площ епюри робіт (з урахуванням їх знаку).

4. Підрахунок складових середньої дальності переміщення ґрунту L_1 та L_2 проводиться за формулами:

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 7 |

$$L_1 = \frac{W_1}{V}$$

$$L_2 = \frac{W_2}{V} \quad (3)$$

де V – планувальний об’єм, м³.

Планувальний об’єм – об’єм ґрунту, який необхідно виїняти та укласти на майданчику, без врахування об’ємів вивезеного або привезеного ґрунту. У випадку нульового балансу земляних робіт – планувальний об’єм буде рівний об’єму виїмки або об’єму насипу.

Тоді середня відстань переміщення становитиме:

$$L = \sqrt{L_1^2 + L_2^2} \quad (4)$$

Визначення середньої відстані переміщення ґрунту графоаналітичним методом

Підрахунок середньої відстані переміщення ґрунту графоаналітичним методом здійснюється в наступній послідовності.

1. У двох проекціях картограми по рядах квадратів будують криві об’ємів виїмки та насипу. Площі фігур W_x та W_y (рис. 2), обмежені кривими об’ємів виїмки та насипу, є геометричною інтерпретацією проекції сумарної роботи з переміщення ґрунту. Площі фігур W_x та W_y є добутками величини об’єму ґрунту V на проекцію середньої відстані переміщення L_1 і L_2 .

Таким чином, площі фігур дорівнюють:

$$W_x = V \cdot L_1,$$

$$W_y = V \cdot L_2.$$

2. Підрахунок складових L_1 і L_2 проводиться за формулами (3), а середня відстань переміщення ґрунту визначається за формулою (4).

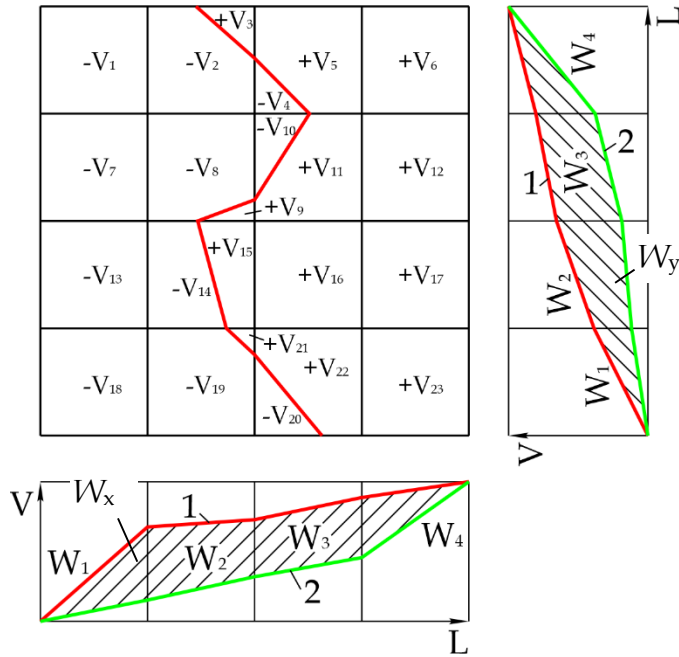


Рис. 2. Визначення середньої відстані переміщення ґрунту графоаналітичним методом: 1 - лінія наростаючих об'ємів по квад-ратах виїмки; 2 - лінія наростаючих об'ємів по квад-ратах насипу

Приклад розв'язку задачі визначення середньої дальності переміщення ґрунту

Задача. Визначити середню відстань переміщення ґрунту методом балансових об'ємів. Довжина сторони квадрата, на які розбитий будівельний майданчик, дорівнює 100 м. Схема майданчика, лінія нульових робіт та обсяги ґрунту по фігурах представлені на рис. 3.

Розв'язок. 1. Підраховуємо ординати епюри за формулою (1), її площу – за формулою (2) та складові середньої дальності переміщення ґрунту за формулами (18):

$$W_1 = 100 \cdot (26\,326 + 34\,523 + 27\,175 + 10) = 8\,803\,400 \text{ м}^4$$

$$L_1 = \frac{8\,803\,400}{38\,633} = 227,87 \text{ м}$$

де V – об'єм планування, який дорівнює об'єму виїмки або об'єму насипу: $V = V_B = V_H = 38\,633 \text{ м}^3$;

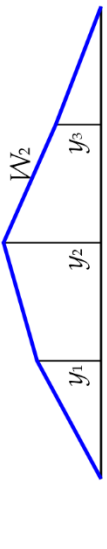
$$W_2 = 100 \cdot (3\,560 + 9\,558 + 4\,088 - 10) = 1\,419\,600 \text{ м}^4$$

$$L_1 = \frac{1\,419\,600}{38\,633} = 36,75 \text{ м}$$

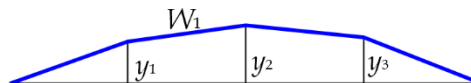
Рис. 3. Приклад визначення середньої відстані переміщення ґрунту

| | | | |
|-------|-------|-------|-------|
| -7818 | -3368 | +1166 | +6380 |
| -8661 | -3286 | +817 | +5973 |
| -6134 | -823 | +4331 | +7145 |
| -3713 | -2678 | +3186 | +7667 |

| | |
|--------------|--------|
| -4 098 | -10 |
| -5 470 | +4 088 |
| +5 998 | +9 558 |
| +3 560 | +3 560 |
| ΣV_i | y_0 |



| | | | | |
|--------------|---------|---------|---------|---------|
| ΣV_i | -26 326 | -8 197 | +7 348 | +27 165 |
| y_0 | -26 326 | -34 523 | -27 175 | -10 |



2. Визначаємо величину середньої дальності переміщення ґрунту за формулою (4):

$$L = \sqrt{L_1^2 + L_2^2} = \sqrt{227,87^2 + 36,75^2} = 230,81 \text{ м}$$

Варіанти завдань

Визначити середню відстань переміщення ґрунту. Плани майданчиків № 1...12 та об'єми ґрунту по фігурах вказані на рис. 4-15

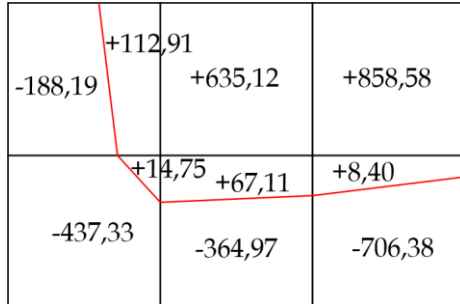


Рис. 4. План майданчика № 1

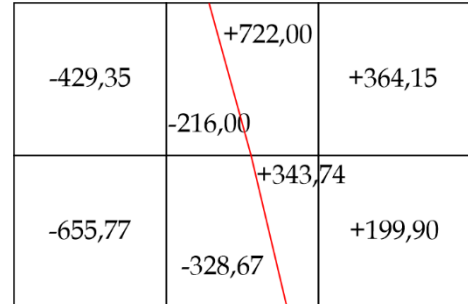


Рис. 5. План майданчика № 2

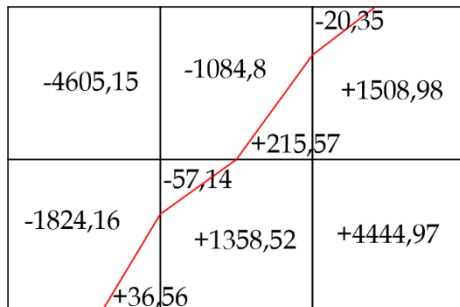


Рис. 6. План майданчика № 3

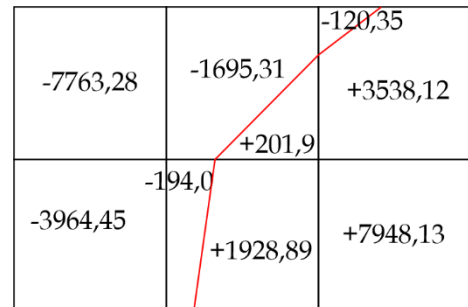


Рис. 7. План майданчика № 4

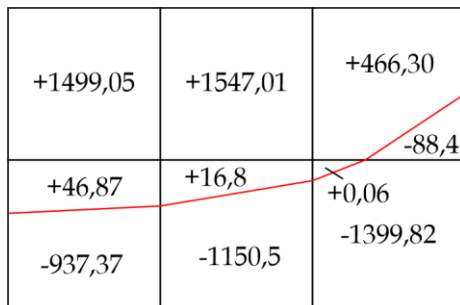


Рис. 8. План майданчика № 5

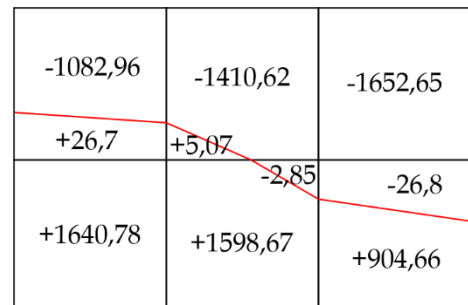


Рис. 9. План майданчика № 6

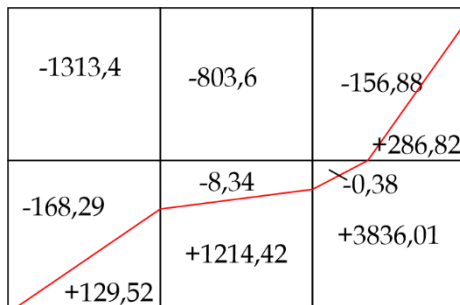


Рис. 10. План майданчика № 7

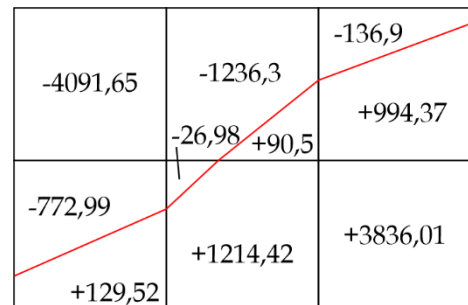


Рис. 11. План майданчика № 8

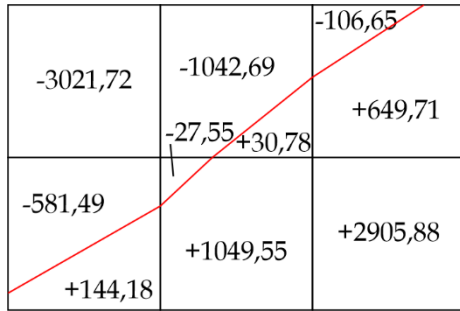


Рис. 12. План майданчика № 9

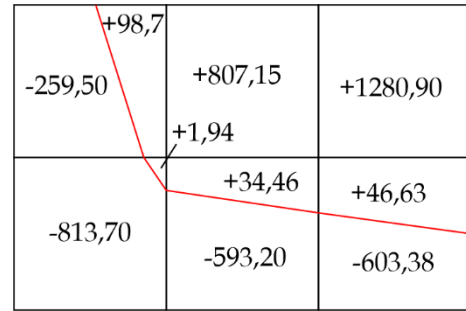


Рис. 13. План майданчика № 10

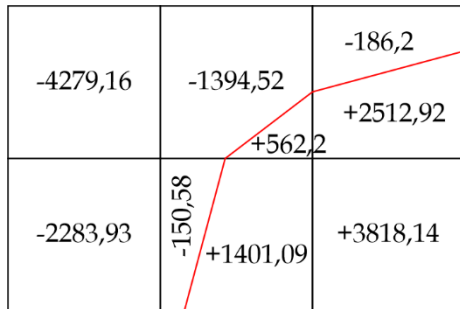


Рис. 14. План майданчика № 11

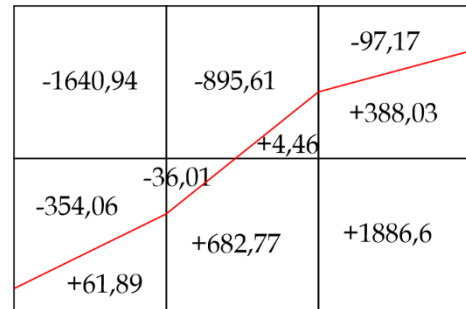


Рис. 15. План майданчика № 12

1.2. ВИБІР ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ З ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ МАЙДАНЧИКА

Розробка ґрунту землерійно-транспортними машинами [3]

До землерійно-транспортних машин відносяться грейдери, грейдери-елеватори, бульдозери, навантажувачі, скрепери. За їх допомогою виконується значна кількість основних, допоміжних та підготовчих процесів у найрізноманітніших умовах. Однак є ряд обмежень щодо застосування даних машин, пов'язані з геометричними розмірами і просторовою формою земляної споруди, дальністю транспортування ґрунту, вузькою спеціалізацією деяких типів машин.

Грейдери та автогрейдери використовуються для профілювання ґрунтових доріг з улаштуванням бічних каналів, валів з бокових резервів, планування земляного полотна, укосів, зведення дорожніх насипів, дамб, влаштування дорожнього полотна і терас на крутих схилах, основи доріг. Грейдери можуть бути причіпними чи напівпричіпними. Вони працюють у ланці з гусеничними тракторами чи колісними тягачами. Автогрейдери – це

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 12 |

самохідні машини на пневмоколісному ході. Грейдери здатні переміщати ґрунт на відстань до 20 м.

Грейдери-елеватори служать для пошарового різання і переміщення ґрунту при зведенні дорожніх насипів і дамб з використанням ґрунту з бічних резервів, розробки виїмок, влаштуванні каналів і котлованів. Грейдер-елеватор є землерийною машиною безперервної дії з транспортним пристроєм у вигляді стрічкового конвеєра або метальника. Грейдери-елеватори можуть переміщувати ґрунт у відвал чи транспортний засіб.

Однак на практиці найбільш часто застосовуваними для вертикального планування майданчиків є бульдозери та скрепери. Вони призначені для розробки ґрунту, його переміщення та розвантаження в насипі. Машини повертаються у вибій порожніми. Вартість робіт, що виконуються за допомогою бульдозерів і скреперів, у 3-4 рази менше вартості робіт, що виконуються одноковшовими екскаваторами.

Бульдозери використовують для переміщення ґрунту з виїмки в насип на відстань до 100 м. При використанні потужних тракторів дальність може бути збільшена до 200-300 м. Спектр використання бульдозерів досить широкий. Вони можуть застосовуватися для зворотного засипання пазах траншей і котлованів ґрунтом, який складавався на брівці, зачистки дна котлованів після їх розробки іншими механізмами, розрівнювання і планування ґрунту, влаштування невеликих і неглибоких котлованів. При переміщенні ґрунту на значні відстані відвали бульдозерів з боків можуть бути обладнані окрилками.

Цикл роботи бульдозера складається з наступних операцій:

- різання та набір ґрунту;
- переміщення ґрунту;
- розвантаження.

Набір ґрунту здійснюється шляхом зняття земляної стружки. Він виготовляється на рівних ділянках, бажано при русі під ухил 10...20%, що дозволяє зрізати стружку ґрунту оптимальної товщини. Робота на схилі підвищує продуктивність у 1,5...2,5 рази. Переміщення ґрунту проводиться посуванням його відвалом бульдозера. Розвантаження ґрунту виконується

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 13 |

одночасно з поверненням бульдозера до місця набору ґрунту (зазвичай заднім ходом).

Скрепери – це землерийно-транспортні машини циклічної дії. Вони можуть виконувати самостійну розробку ґрунту, а також його транспортування з виїмок у насипи. Експлуатаційні характеристики скрепера дозволяють використовувати їх для розробки котлованів і планування поверхонь. Скрепер як землерийно-транспортна машина може виконувати такі роботи: розробку та укладання ґрунту в земляні споруди різних типів, переміщення ґрунту на відстань від 100 до 5000 м, зняття та переміщення рослинного шару, пошарове розрівнювання ґрунту. Оптимальна дальність переміщення ґрунту скреперами наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Дальність переміщення ґрунту скрепером

| | | | | | |
|---------------------------------------|-----|-----|-----|------|-------------|
| Ємність ковша, м ³ | 12 | 15 | 20 | 30 | 50 |
| Відстань переміщення, м, не більше | 300 | 500 | 700 | 1000 | 3000...5000 |

Робочим органом скрепера є ківш з ножовим пристроєм, який здійснює пошарове різання ґрунту та одночасний набір його в ківш. Під час підймання та закриття ковша машина переходить у транспортний стан. Вивантаження ґрунту проводиться в процесі руху скрепера: пошарово, шляхом нахилу ковша скрепера або переміщення задньої стінки ковша – вільним або примусовим розвантаженням.

Скрепери поділяються на причіпні, напівпричіпні та самохідні. Їх основні технологічні параметри: вантажопідйомність, ширина і глибина різання, товщина шару, що відсипається.

При розробці супісків та суглинків ковші скреперів можуть завантажуватися «з шапкою». Легкі ґрунти без валунів розроблюються відразу, щільніші – попередньо розпушують. При розробці сухих сипких ґрунтів скреперний ківш завантажують зазвичай лише на 60... 70%.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 14 |

Для повного і швидкого заповнення ґрунтом ковша скреперів традиційної конструкції використовують трактори-штовхачі, які дозволяють збільшити зусилля різання ґрунту ножем ковша і підвищити коефіцієнт його наповнення. Для підвищення продуктивності розроблені скрепери з примусовим завантаженням ковша, двомоторні скрепери, скреперні потяги. Вони дозволяють працювати без штовхачів, що знижує вартість розробки ґрунту.

Цикл роботи скрепера включає такі операції:

- набір ґрунту ковшем скрепера;
- переміщення навантаженого скрепера до насипу;
- розвантаження ковша з розрівнюванням та частковим ущільненням;
- повернення порожнім ходом до виїмки.

Залежно від конкретних умов — протяжності фронту робіт, об'єму переміщуваних земляних мас, взаємного розташування насипів і виїмок, ухилу території, що сплановується, — застосовують різні схеми руху скреперів.

При проведенні земляних робіт значне поширення отримали *одноковшові фронтальні навантажувачі*. Це пов'язано з тим, що сучасні моделі цих землерийно-транспортних машин за своєю мобільністю, маневреністю і простотою конструкції перевершують одноковшові екскаватори. Застосування навантажувачів дозволяє механізувати такі процеси:

- зняття та переміщення рослинного шару ґрунту;
- підготовка вибою;
- зачистка дна виїмок;
- зрізання ґрунту в земляних спорудах;
- розробка та транспортування ґрунту;
- навантаження ґрунту;
- рух на відстань до 200 м;
- пошарове розрівнювання ґрунту;

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 15 |

- планування ґрунту;
- зворотне засипання виїмок та пазух.

Залежно від складності розробки та виду машин, що застосовуються для розробки, ґрунти ділять декілька груп. Групи ґрунту вказуються в довідково-нормативній літературі або визначаються за табл. 2 та 3. При розробці бульдозерами ґрунти поділяють на три групи (I, II, III). Ґрунти III групи попередньо розпушують за допомогою розпушувачів, що встановлюються на бульдозер. При цьому використовують один, два або три зуби-розпушувачі.

Таблиця 2

Розподіл немерзлих ґрунтів на групи

| Найменування та характеристика ґрунту | Середня щільність у природному стані, кг/м ³ | Розробка ґрунту | | | | | | |
|---|---|-----------------|-----------------------|---------------------|-----------|-------------|-----------|----------------------|
| | | Ексакаватором | | | Скрепером | Бульдозером | Ґрейдером | Ґрейдером-елеватором |
| | | одноковшовим | траншейним ланцюговим | траншейним роторним | | | | |
| <i>I</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> |
| Глина: жирна м'яка без домішок з домішкою щебеню, гравію, гальки або будівельного сміття до 10% за об'ємом із домішками понад 10% за обсягом карбонна м'яка важка ломова сланцева, тверда карбонна. | 1800 | II | II | II | II | II | II | II |
| | 1750 | II | II | II | II | III | III | – |
| | 1900 | III | – | III | II | II | – | – |
| | 1950 | III | – | III | II | III | III | III |
| 1950...2150 | IV | – | IV | – | III | – | – | |
| Ґрунт рослинного шару: без коренів та домішок з корінням чагарнику та дерев з домішкою щебеню, гравію або будівельного сміття | 1200 | I | I | I | I | I | I | I |
| | 1200 | I | II | II | I | II | – | – |
| | 1400 | I | II | II | I | II | – | – |
| Пісок: без домішок, а також з домішкою щебеню, гравію, гальки або будівельного сміття до 10% за об'ємом те ж саме, з домішкою понад 10 % за об'ємом барханний і дюний | 1600 | I | II | II | II | II | II | III |
| | 1700 | I | – | II | II | II | – | – |
| | 1600 | II | – | – | – | III | III | – |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 16 |

Продовження табл. 2

| | | | | | | | | |
|--|------|-----|----|-----|----|----|----|----|
| Суглинок: легкий та лесовий без домішок | 1700 | I | I | I | I | I | I | I |
| те ж, з домішкою щебеню, галькою або будівельного сміття до 10 % за об'ємом. | 1700 | I | II | II | I | I | I | – |
| те саме, з домішкою понад 10% за об'ємом | 1750 | II | – | II | II | II | – | – |
| важкий без домішок і з домішкою щебеню, гравію, гальки або будівельного сміття до 10 % за об'ємом | 1750 | II | II | III | II | II | II | II |
| те саме, з домішкою понад 10% за об'ємом | 1950 | III | – | IV | – | II | – | – |
| Супісок: без домішок, а також із домішкою гравію, гальки, щебеню або будівельного сміття до 10 % за об'ємом | 1650 | I | II | II | II | II | II | II |
| те саме, з домішкою понад 10% за об'ємом | 1850 | I | – | II | II | II | – | – |

Під час розробки скреперами ґрунти поділяють на чотири групи (I, II, III, IV). IV група включає важкі глинисті ґрунти, що містять валуни та каміння розміром не більше 300 мм. Ґрунти, розробка яких ускладнена, попередньо розпушують на товщину шару, що може бути забезпечена роботою трактора з навісними розпушувачами.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 17 |

Таблиця 3

Розподіл мерзлих ґрунтів на групи

| Найменування та характеристика ґрунту | Розробка | | | Розпушування ґрунту | | Нарізка прорізною баровою машиною |
|--|--|--|---|---|---|--|
| | одноковшевим екскаватором попередньо розпушеного ґрунту | траншейними екскаваторами | бульдозером попередньо розпушеного ґрунту | бульдозерами-розпушувачами | клин-молотом | |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> |
| Глина: жирна м'яка і м'яка без домішок з домішкою щебеню, гравію, гальки або будівельного сміття важка ломова сланцева, тверда | III _м III _м III _м | III _м III _м IV _м | I _м III _м III _м | II _м III _м IV _м | III _м IV _м IV _м | II _м IV _м III _м |
| Ґрунтово-рослинний шар: без домішок з домішкою щебеню, гравієм або будівельного сміття | I _м I _м | I _м II _м | I _м II _м | I _м II _м | I _м II _м | I _м III _м |
| Пісок: без домішок з домішкою щебеню, гравія, гальки або будівельного сміття | I _м I _м | II _м II _м | I _м II _м | I _м II _м | I _м II _м | I _м III _м |
| Суглинок: легкий та лесовий без домішок те ж, з домішкою щебеню, галькою або будівельного сміття. важкий без домішок важкий з домішками і з домішкою щебеню, гравію, гальки або будівельного сміття | II _м II _м III _м III _м | I _м II _м III _м IV _м | I _м III _м II _м III _м | I _м III _м III _м IV _м | II _м III _м III _м III _м | II _м IV _м II _м IV _м |
| Супісок: легкий без домішок з домішкою гравію, гальки, щебеню або будівельного сміття важкий без домішок важкий з домішками і з домішкою щебеню, гравію, гальки або будівельного сміття | I _м I _м I _м I _м | I _м II _м III _м IV _м | I _м II _м I _м II _м | I _м II _м II _м III _м | I _м II _м II _м II _м | I _м III _м I _м III _м |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 18 |

Вибір скреперних та бульдозерних комплектів для виконання робіт з вертикального планування майданчиків

Вибір скреперного чи бульдозерного комплекту починається з вибору основної машини, тобто скрепера або бульдозера, залежно від середньої дальності переміщення ґрунту.

Потім для обраної машини визначається загальна трудомісткість робіт:

$$T_{\text{маш}\cdot\text{зм}} = \frac{H_{\text{ч}} \cdot V}{8 \cdot O_{\text{в}}} \quad (5)$$

де V – об’єм земляних робіт, м^3 ; $H_{\text{ч}}$ – норма часу, маш·год (вибирається з [1]); $O_{\text{в}}$ – одиниця виміру по [1]; 8 – тривалість зміни, год.

Змінна продуктивність машини розраховується за формулою

$$P_{\text{зм}} = \frac{V}{T_{\text{маш}\cdot\text{зм}}} \quad (6)$$

або

$$P_{\text{зм}} = \frac{8 \cdot O_{\text{в}}}{H_{\text{ч}}} \quad (7)$$

Необхідну кількість машин розраховуємо як:

$$N = \frac{T_{\text{маш}\cdot\text{зм}}}{t \cdot n} \quad (8)$$

де t – тривалість робіт, дні; n – кількість змін.

Для скреперних комплектів необхідно також визначити кількість тракторів-штовхачів. Рекомендоване число скреперів, що обслуговуються одним трактором-штовхачем, наводиться в табл. 4.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 19 |

Таблиця 4

Число скреперів, що обслуговуються одним трактором-штовхачем

| Відстань переміщення ґрунту, м | Ємність ковша скрепера, м ³ | | | |
|--------------------------------|--|--------|------------|--------|
| | Причепних | | самохідних | |
| | до 6 | 8...10 | 8...10 | 15 |
| 100 | 2 | 2 | — | — |
| 250 | 4 | 3 | 2 | — |
| 500 | 5 | 4 | 3 | 4...5 |
| 750 | — | 6 | 4 | 7...8 |
| 1000 і більше | — | — | 6 | 9...12 |

Приклад розв'язку завдань щодо вибору скреперних та бульдозерних комплектів

Задача 1. Вибрати комплект машин для вертикального планування майданчика за такими вихідними даними: об'єм планування 38 633 м³; середня відстань переміщення ґрунту 232 м; ґрунт II групи; термін виконання земляних робіт 40 днів; роботи виконуються у дві зміни.

Розв'язок. Виходячи із середньої відстані переміщення ґрунту 232 м та вище наведених рекомендацій можна прийняти як скреперний, так і бульдозерний комплекти. Таким чином, розглянемо обидва варіанти.

А. Скреперний комплект.

1. Відповідно до [1] вибираємо причіпний скрепер марки м з ємністю ковша 12 м³. При цьому приймаємо, що остаточне планування майданчика виконуватиметься бульдозером марки Caterpillar D5K XL.

Відповідно до [1] на 1000 м³ ґрунту II групи $H_{ч} = 16,92 + 2,41 = 19,33$ маш·год, $O_{в} = 1000$ м³.

2. Визначаємо загальну трудомісткість робіт за формулою (5):

$$T_{\text{маш}\cdot\text{зм}} = \frac{19,33 \cdot 38\,633}{8 \cdot 1000} = 93,35 \text{ (маш}\cdot\text{зм)}$$

3. Змінну продуктивність скрепера визначаємо за формулою (7):

$$П_{\text{зм}} = \frac{8 \cdot 1000}{19,33} = 413,9 \text{ (м}^3\text{/зм)}$$

4. Кількість скреперів визначаємо за формулою (8):

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 20 |

$$N = \frac{93,35}{40 \cdot 2} = 1,17$$

5. Згідно з проведеним розрахунком приймаємо два скрепери.

Крім того, вибираємо машину для розпушування ґрунту у виїмці та розрівнювання в насипі: для розпушування ґрунту другої групи приймаємо бульдозер марки Caterpillar D5K XL; для ущільнення ґрунту – самохідний каток з гладкими вальцями Caterpillar CS423E. Обраний бульдозер також виконуватиме остаточне планування майданчика.

В результаті отримуємо скреперний комплект:

- скрепер Caterpillar 621G - 2 шт.;
- бульдозер Caterpillar D5K XL - 2 шт.;
- каток Caterpillar CS423E - 1 шт.

Разом: 5 машин.

Технічні характеристики скрепера, бульдозера, трактора-штовхача, катка вибираємо з довідково-нормативної літератури.

6. Загальна трудомісткість робіт скреперного комплексу становитиме:

$$T_{\text{маш}\cdot\text{зм}} = n \cdot t \cdot N = 2 \cdot 40 \cdot 5 = 400 \text{ (маш}\cdot\text{зм)}$$

Трудомісткість розробки 1 м³ ґрунту:

$$T_1 = \frac{T_{\text{маш}\cdot\text{зм}}}{V} = \frac{93,35}{38\,633} = 0,002 \text{ (маш}\cdot\text{зм/м}^3\text{)}$$

Б. Бульдозерний набір.

1. Відповідно до [1] приймаємо бульдозер Komatsu D65E-12. Для нього норма часу за [1] становитиме:

$$H_{\text{ч}} = 5,95 + 22,2 \cdot 4,85 = 113,62 \text{ маш}\cdot\text{год}; O_{\text{в}} = 1000 \text{ м}^3.$$

2. Визначаємо загальну трудомісткість робіт за формулою (20):

$$T_{\text{маш}\cdot\text{зм}} = \frac{113,62 \cdot 38\,633}{8 \cdot 1000} = 548,69 \text{ (маш}\cdot\text{зм)}$$

3. Змінну продуктивність бульдозера визначаємо за формулою (7):

$$P_{\text{зм}} = \frac{8 \cdot 1000}{113,62} = 70,41 \text{ (м}^3\text{/зм)}$$

4. Кількість бульдозерів розраховуємо за формулою (8):

$$N = \frac{548,69}{40 \cdot 2} = 6,86$$

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 21 |

5. Відповідно до проведеного розрахунку приймаємо 7 бульдозерів. Крім того, для ущільнення ґрунту приймаємо причіпний каток Komatsu JV25CW-2.

В результаті отримуємо бульдозерний комплект:

- бульдозер Komatsu D65E-12 – 7 шт.;
- каток Komatsu JV25CW-2 – 1 шт.

Разом: 8 машин.

Технічні характеристики бульдозера та катка вибираємо з довідково-нормативної літератури.

6. Загальна трудомісткість розробки та переміщення ґрунту по бульдозерному комплекту складе:

$$T_{\text{маш}\cdot\text{зм}} = n \cdot t \cdot N = 2 \cdot 40 \cdot 7 = 560 \text{ (маш}\cdot\text{зм)}$$

Трудомісткість розробки 1 м³ ґрунту:

$$T_1 = \frac{T_{\text{маш}\cdot\text{зм}}}{V} = \frac{548,69}{38\,633} = 0,014 \text{ (маш}\cdot\text{зм/м}^3\text{)}$$

Задача 2. Вибрати комплект машин для вертикального планування майданчика за такими вихідними даними: об'єм планування 14 053,94 м³; середня дальність переміщення ґрунту 98,25 м; ґрунт – пісок без домішок, із середньою щільністю в природному стані 1600 кг/м³; роботи виконуються у дві зміни; тривалість робіт 27,5 дні.

Розв'язок.

Так як середня відстань переміщення ґрунту 98,25 м, то вибираємо бульдозерний комплект.

1. Основною машиною є бульдозер марки Komatsu D65E-12, технічні характеристики бульдозера в даному випадку вибираємо по каталогу:

- тип відвалу – з регульованим перекосом;
- довжина відвалу – 3,42 м;
- висота відвалу – 1, м;
- керування – гідравлічне;
- потужність – 132 кВт;
- марка трактора – D65E-12;
- маса бульдозерного обладнання – 2,6 т.

Для знаходження загальної трудомісткості робіт визначаємо групу ґрунту

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 22 |

залежно від трудомісткості його розробки механізованим способом. По [1] чи табл. 14 приймається ґрунт II групи. Норма часу на 1000 м³ ґрунту II групи становитиме:

$$H_{\text{ч}} = 5,95 + 9,83 \cdot 4,85 = 53,63 \text{ маш} \cdot \text{год}; O_{\text{в}} = 1000 \text{ м}^3.$$

2. Визначаємо загальну трудомісткість робіт за формулою (5):

$$T_{\text{маш} \cdot \text{зм}} = \frac{53,63 \cdot 14 \ 053,94}{8 \cdot 1000} = 94,21 \text{ (маш} \cdot \text{зм)}$$

3. Для одного бульдозера визначаємо тривалість роботи в днях з формули (8):

$$t = \frac{T_{\text{маш} \cdot \text{зм}}}{N \cdot n} = \frac{94,21}{1 \cdot 2} = 47,11 \text{ (днів)}$$

Проводимо коригування кількості бульдозерів та тривалості робіт. В результаті приймаємо два бульдозери, тоді роботи виконуватимуться менш ніж за 27,5 дні.

4. У бульдозерний комплект крім провідної машини входить каток для ущільнення ґрунту в насипі. Для ущільнення незв'язного ґрунту (пісок) у насипу вибираємо самохідний каток на пневмошинах Komatsu JW30-2 (найбільш ефективними для незв'язних ґрунтів є машини вібраційної або динамічної дії, наприклад JV25CW-2, JV40CW-2), Розпушування ґрунту не проводиться.

Отримуємо бульдозерний комплект:

- бульдозер Komatsu D65E-12 - 2 шт.;
- ковзанка ДУ-30 - 1 шт.

Разом: 3 машини.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 23 |

Варіанти завдань

Задача 1. Підібрати тип, марку та кількість машин для планування майданчика у зазначені терміни за умов, що наведені у табл. 5.

Таблиця 5

Вихідні дані

| № вар. | Тривалість робіт T , дні | Середня відстань переміщення L_{cp} , м | Вид ґрунту | Кількість змін на добу | Об'єм планування V , м ³ |
|--------|----------------------------|---|------------|------------------------|---------------------------------------|
| 1 | 14 | 295 | Супісок | 2 | 9250 |
| 2 | 20 | 70 | Супісок | 1 | 10 000 |
| 3 | 8 | 45 | Суглинок | 2 | 5 400 |
| 4 | 13 | 123 | Суглинок | 1 | 12100 |
| 5 | 15 | 340 | Глина | 2 | 13110 |
| 6 | 22 | 164 | Пісок | 2 | 10100 |
| 7 | 25 | 181 | Пісок | 1 | 9 500 |
| 8 | 17 | 105 | Пісок | 1 | 7 200 |
| 9 | 12 | 84 | Супісок | 1 | 6 900 |
| 10 | 30 | 200 | Глина | 2 | 15 680 |
| 11 | 17 | 179 | Пісок | 1 | 7 460 |
| 12 | 15 | 82 | Суглинок | 2 | 9 600 |

Задача 2. Підібрати комплект машин для планування майданчика та визначити трудомісткість робіт із планування майданчика за умов, зазначених у табл. 6.

Таблиця 6

Вихідні дані

| № вар. | Об'єм планування V , м ³ | Середня відстань переміщення L_{cp} , м | Група ґрунту |
|--------|---------------------------------------|---|--------------|
| 1 | 6 500 | 85 | I |
| 2 | 12 375 | 125 | II |
| 3 | 8 915 | 292 | II |
| 4 | 3 421 | 45 | III |
| 5 | 9100 | 98 | II |
| 6 | 13 272 | 153 | I |
| 7 | 11450 | 202 | I |
| 8 | 24 590 | 340 | II |
| 9 | 8114 | 183 | II |
| 10 | 5 500 | 290 | I |
| 11 | 4 375 | 67 | III |
| 12 | 13 457' | 200 | I |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 24 |

1.3. ВИБІР СХЕМ РОБОТИ ЗЕМЛЕРИЙНО-ТРАНСПОРТНИХ МАШИН

Розробка та переміщення ґрунту скрепером

При розробці та переміщенні ґрунту скрепером вибираються схема руху машини, схема розробки ґрунту та профіль стружки.

Залежно від взаємного розташування місць розробки та укладання ґрунту та умов виконання робіт використовуються схеми: еліптична, вісімка, спіральна (кільцева), зигзаг, човниково-поперечна, човниково-подовжня. Декілька робочих схем руху машин показано на рис.16.

Еліптична схема (рис. 2.16, а) ефективна при розробці виїмок глибиною 4...6 м і зведенні насипів заввишки 4...6 м на лінійно-протяжних ділянках 50...100 м, коли не потрібні з'їзди та виїзди на майданчик планування. У загальному випадку така схема використовується при планувальних роботах, при розробці неглибоких виїмок та укладанні ґрунту в резерви. За кожен цикл проводиться один набір ґрунту та одне розвантаження.

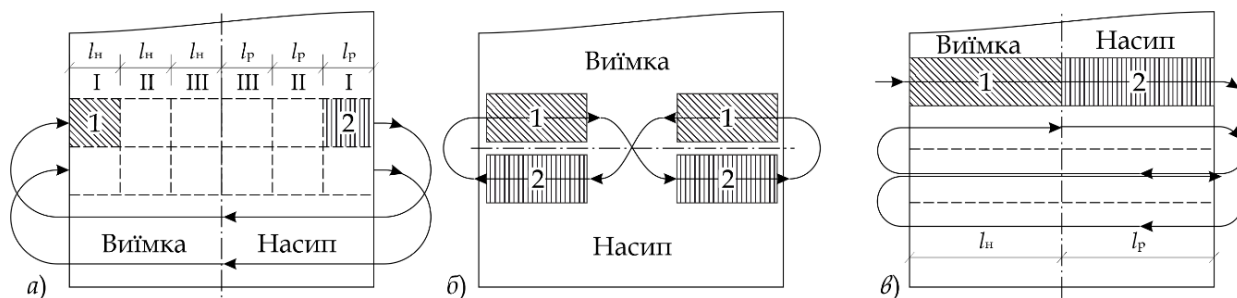


Рис. 16. Схеми руху скрепера при плануванні майданчиків:
а – по еліпсу; б – по вісімці; в – по спіралі
(1 - набір ґрунту; 2 - розвантаження)

Вісімка (рис 16, б) є різновидом еліптичної схеми і застосовується при великому обсязі робіт, зведенні насипів висотою 4...6 м з бічних резервів, розробці протяжних виїмок глибиною 4...6 м і плануванні майданчиків. Така схема ефективна на майданчиках зі складним рельєфом, за наявності кількох зон виїмки ґрунту або насипу та довжині ділянок робіт до 200 м. За кожен цикл машина двічі набирає і розвантажує ґрунт, тому є можливість чергувати повороти при русі, за рахунок чого скорочується час циклу роботи.

Спіральна (кільцева) схема (рис. 16, в) також є різновидом еліптичної. Вона використовується для зведення широких насипів заввишки 2,0...2,5 м із

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 25 |

двосторонніх резервів. Може застосовуватися при розробці широких виїмок глибиною до 2,5 м. Схему можна застосовувати при будові насипів шириною не менше довжини шляху розвантаження ковша. При цьому основний рух скреперів проводиться перпендикулярно осі споруди, що зводиться, що зменшує дальність транспортування ґрунту.

Зигзаг використовується для зведення протяжних насипів (доріг, гребель) заввишки 2,5...6 м із ґрунтів односторонніх та двосторонніх резервів та розробки виїмок глибиною 2,5...6 м. При цьому довжина ділянки робіт може бути не менше 200 м. При такій схемі зменшується кількість поворотів, скорочується тривалість циклу.

Човниково-поперечна схема застосовується при зведенні насипів до 1,5 м із двосторонніх виїмок. Можливе використання даної схеми для розробки виїмок на глибину до 1,5...6 м з переміщенням ґрунту у відвали. Набір ґрунту здійснюється перпендикулярно осі виїмки при русі скрепера як в одну, так і в іншу сторону. Застосування такої схеми дозволяє скорочувати число поворотів скрепера, довжину шляху завантаженого та порожнього ходу.

Човниково-подовжня схема руху скреперів використовується при зведенні насипів висотою 4...6 м з укосами не більше 45° з транспортуванням ґрунту з двосторонніх резервів, розробці виїмок глибиною 4...6 м з укладанням ґрунту в двосторонні відвали та ін. Схема дозволяє мінімально скоротити довжину порожнього ходу, число поворотів і здійснити за один цикл дві відсіпки ґрунту.

При вертикальному плануванні будівельних майданчиків найчастіше застосовують еліптичну і спіральну схеми, часом можливо використання човниково-поперечної схеми.

Загалом скрепер зрізає ковшом стружку ґрунту товщиною 0,12...0,35 м шириною 1,65...2,75 м (для різних типів машин). Найбільша товщина шару, що відсипається 0,35...0,5 м. Для рівномірності товщини відсипаного шару ґрунту розвантаження здійснюють тільки в процесі руху скрепера. Скрепери заповнюють ківш у русі на ділянці довжиною 12...20 м, довжина шляху розвантаження менше і становить 9...15 м. Довжина шляху набору і

розвантаження ґрунту визначаються розрахунком і залежить від виду ґрунту і марки скрепера. Орієнтовно найбільшу довжину шляху набору ґрунту можна вибирати за табл. 7.

Таблиця 7

Найбільша довжина шляху набору ґрунту скрепером

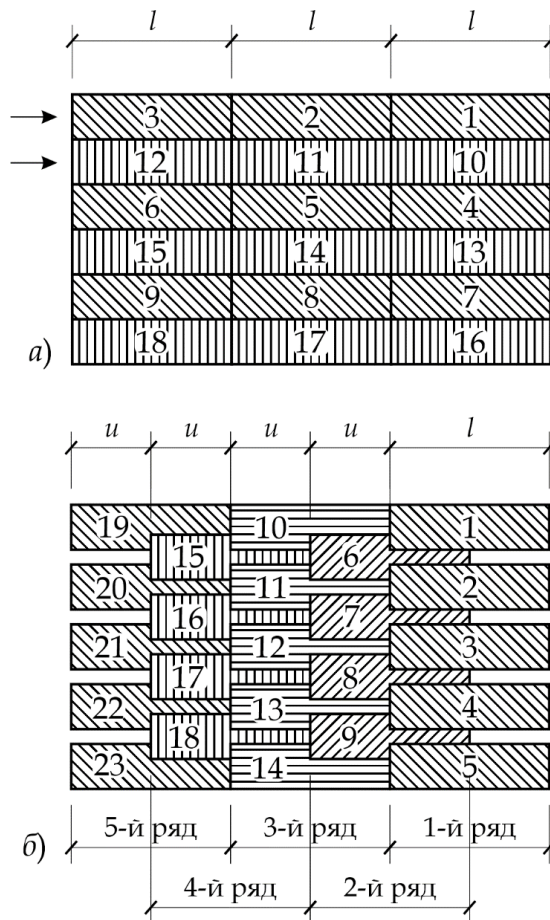
| Місткість скрепера, м | 3 | 4,5 | 6 | 7 | 8 | 10 | 15 |
|--|----|-----|----|----|----|----|----|
| Найбільша довжина шляху набору ґрунту, м | 12 | 15 | 18 | 20 | 22 | 26 | 35 |

Застосовуються такі схеми (рис. 17) розробки ґрунту скрепером:

- смуга поряд із смугою;
- через смугу;
- ребристо-шахова.

Вибір схем обґрунтовується.

Рис. 17. Схема розробки ґрунту скрепером: а – прохідка через смугу; б – ребристо-шахова прохідка; 1, 2, 3 ... — послідовність різання



| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 27 |

Залежно від виду та зчеплення ґрунту застосовуються такі схеми різання ґрунту скрепером (рис. 18):

- клиноподібною стружкою при заглибленні ножа до максимальної глибини h_{\max} і наступному постійному його підйомі – характерно для легких зв'язних ґрунтів на горизонтальних ділянках місцевості;
- гребінчастою стружкою з постійно загасаючою амплітудою (h_1, h_2, h_3) – застосовується при розробці сухих суглинистих і глинистих ґрунтів;
- тонкою стружкою при постійній глибині різання h – використовується при будь-яких зв'язних ґрунтах.

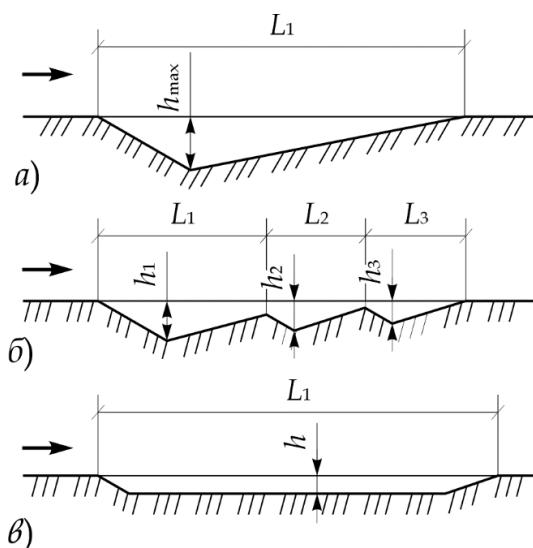


Рис. 18. Схеми різання ґрунту скрепером: а – клиноподібна стружка; б – гребінчаста стружка; в – тонка стружка; L_1, L_2, L_3 – довжина ділянки набору ґрунту

Розробка та переміщення ґрунту бульдозером

При розробці та переміщенні ґрунту бульдозером вибирається схема розробки ґрунту бульдозером та профіль стружки. При виборі схеми роботи бульдозера до уваги береться середня відстань переміщення ґрунту $L_{\text{ср}}$, глибина зрізання, контур майданчика.

При плануванні майданчиків бульдозером можуть бути використані два основні способи робіт: траншейний і пошаровий (рис. 19).

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 28 |

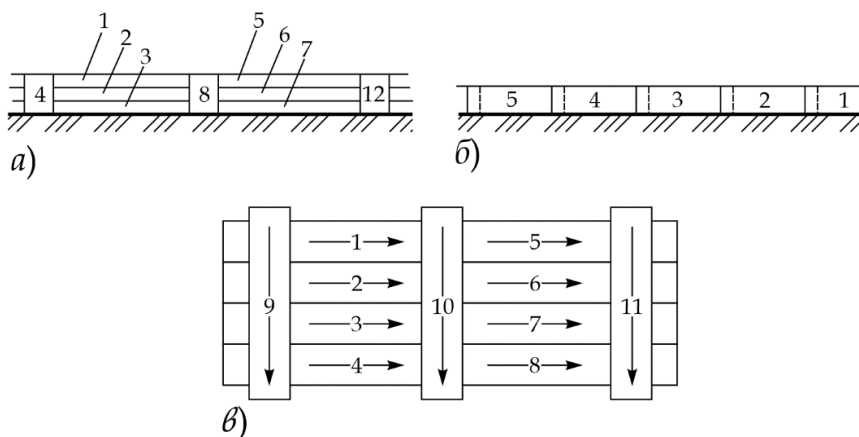


Рис. 19. Схема розробки ґрунту бульдозером: а - траншейним зрізанням; б – пошаровим (1, 2, 3... – послідовність різання); в – розробка ґрунту з проміжними валами (1...13 – послідовність переміщення ґрунту)

При *траншейному* способі (рис. 19, а) виїмку поділяють на яруси заввишки 0,4...0,5 м. Кожну ділянку розробляють на ширину відвалу бульдозера за 2-3 проходи. Між сусідніми ділянками залишають нерозроблену смугу ґрунту шириною 0,4...0,6 м. Призначення цієї смуги полягає в наступному: ґрунт смуги служить стінками траншеї і сприяє більш повному заповненню відвалу. Ці смуги розробляються в останню чергу перед остаточним плануванням майданчика. Спосіб виключає значні втрати ґрунту при переміщенні.

Пошаровий спосіб (рис. 19 б) застосовується при незначній величині різання, а також при складних обрисах майданчика. Виїмки розробляють шарами на товщину стружки, що знімається за один прохід бульдозера послідовно по всій площі виїмки.

Якщо дальність переміщення ґрунту більше 40 м, застосовується розробка із проміжними валами (рис. 19, в). При цьому використовується спарена робота двох бульдозерів або бульдозерів з окрилками. Проміжні вали необхідно утворювати через 20...30 м.

Відсипання ґрунту в насип починається з найбільш віддалених ділянок. Роботи ведуться пошарово з одночасним ущільненням або купами без ущільнення. Повернення до вибою зазвичай відбувається заднім ходом без розвороту з опущеним відвалом, що дозволяє частково розрівняти та ущільнити ґрунт.

При різанні ґрунту застосовують усі види стружки: тонкі, гребінчасті, клиноподібний профіль.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 29 |

Приклад розв'язку задачі щодо вибору схеми роботи та профілю стружки основної землерийно-транспортної машини

Задача. Визначити можливу схему роботи та профіль стружки основної землерийно-транспортної машини при виконанні вертикального планування майданчика для наступних умов: середня відстань переміщення ґрунту з виїмки в насип — 60 м, ґрунт — суглинок.

Розв'язок.

1. Відповідно до середньої відстані переміщення ґрунту визначаємо основну машину – бульдозер марки Caterpillar D6K XL.

Технічні характеристики бульдозера марки Caterpillar D6K XL:

- тип відвалу – з регульованими кутами повороту та перекосу;
- довжина відвалу - 2,82 м;
- висота відвалу - 1,14 м.

2. Для виключення втрат ґрунту при його переміщенні приймаємо траншейний спосіб розробки ґрунту з проміжними валами, що влаштовуються через кожні 20 м (рис. 20).

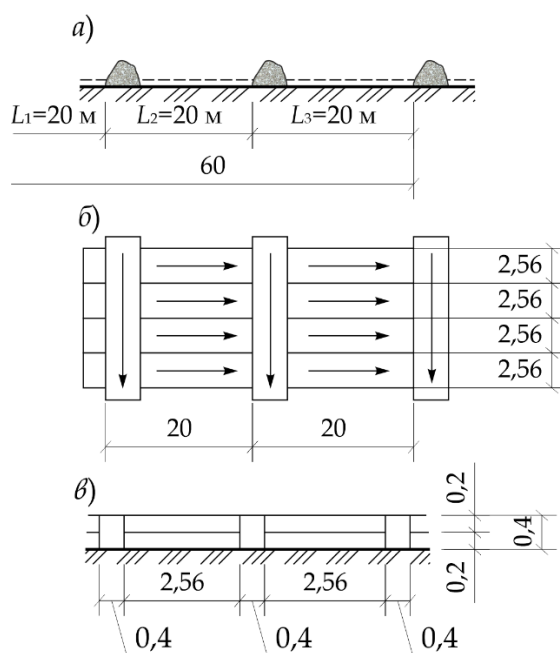


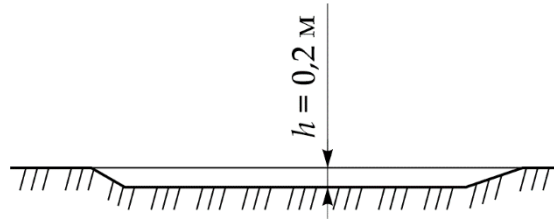
Рис. 20. Розробка ґрунту зі створенням проміжних валів:
а – послідовність влаштування проміжних валів ґрунту; *б* – загальний напрямок виконання робіт з влаштуванням проміжних валів; *в* – схема траншейного способу виконання робіт

3. Для суглинку приймаємо схему різання ґрунту тонкою стружкою при постійній глибині різання $h = 0,2$ м. Така схема використовується на будь-яких

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 30 |

грунтах I...III груп (рис. 21).

Рис. 21. Схема різання ґрунту тонкою стружкою



Варіанти завдань

Визначити можливу схему роботи та профіль стружки основної землерийно-транспортної машини за умов, зазначених у табл. 8.

Таблиця 8

Вихідні дані

| № вар. | Середня дальність переміщення ґрунту, м | Ґрунт |
|--------|---|----------|
| 1 | 40 | Пісок |
| 2 | 180 | Глина |
| 3 | 270 | Супісок |
| 4 | 40 | Суглинок |
| 5 | 90 | Пісок |
| 6 | 210 | Глина |
| 7 | 310 | Супісок |
| 8 | 50 | Суглинок |
| 9 | 280 | Пісок |
| 10 | 340 | Супісок |
| 11 | 70 | Глина |
| 12 | 130 | Глина |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 31 |

2. РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ЗНИЖЕННЯ РІВНЯ ҐРУНТОВИХ ВОД. ВИБІР КОМПЛЕКТУ ОБЛАДНАННЯ ОСУШУВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Література

1. КНУ РЕКНБ. Збірник 1. «Земляні роботи» / Міністерство розвитку громад та територій України, 2021.

2.1. ВИЗНАЧЕННЯ ПРИПЛИВУ ВОДИ ДО УСТАНОВКИ

При влаштуванні виїмок, розташованих нижче рівня ґрунтових вод, необхідно осушувати водонасичений ґрунт і забезпечувати його розробку в нормальних умовах, а також запобігати потраплянню ґрунтової води в котловани, ями, траншеї в період виконання робіт.

У практиці осушувальних робіт застосовуються відкритий водовідлив, легкі голкофільтрові установки, ежекторні голкофільтри, осушувальні свердловини, вакуумні установки, електроосмотичне водозниження. *Відкритий водовідлив* – це найпростіший і дешевий спосіб. Він застосовується в різних ґрунтах, зокрема в пісках, жорстві, гальці. Ґрунтова вода просочується через дно і відкоси виїмок і надходить у спеціально виконані водозбірні канали, а потім у приямки – зумпфи. Зазвичай каналу і зумпф розташовують біля основи відкосу. Відкачування води з приямків проводиться насосами. У насосній установці відкритого водовідливу передбачається встановлення резервних насосів. Технічні характеристики насосів наводяться в довідковій літературі або можуть бути обрані з табл. 9.

У систему відкритого водовідливу входять водозбірна канава, приямок, насоси (робочий і резервний), скидний трубопровід. Незважаючи на простоту і доступність способу, відкритий водовідлив має обмежене застосування у зв'язку з тим, що у виїмці майже завжди є вода, а це ускладнює виконання робіт.

Таблиця 9

Технічні характеристики насосів

| Марка насоса | Продуктивність, м ³ /год | Найбільша висота всмоктування, м |
|--------------|--|-------------------------------------|
| С-205А | 12 | 6 |
| С-203 | 24 | 9 |
| С-374 | 24 | 6 |
| С-247 | 35 | 6 |

При значному припливі ґрунтових вод рекомендується використовувати метод штучного зниження за допомогою голкофільтрових установок. У практиці штучного водозниження використовується зниження рівня ґрунтових вод легкими голкофільтровими установками (ЛГУ), ежекторними голкофільтровими установками (ЕГУ), з використанням водознижувальних свердловин, вакуумний та електроосмотичний способи.

Водозниження здійснюється за різними схемами розташування водознижувальних установок. Найбільш широке застосування набула контурна схема установки.

Легкі голкофільтрові установки відрізняються мобільністю установки та перестановки, швидкістю занурення в ґрунт, надійністю в експлуатації. Комплект ЛГУ складається з голкофільтрів, водозбірного колектору, робочого та резервного насосів.

Технічні характеристики насосів наводяться у довідковій літературі або можуть бути вибрані з таблиці. 22.

Для легкої голкофільтрової установки при визначенні необхідного рівня зниження ґрунтових вод S , повинна дотримуватися умова:

$$h + l + 0,5 \leq S \leq 1,5h \quad (9)$$

де h – заглиблення котловану нижче за рівень ґрунтових вод, м; l – висота капілярного підняття ґрунтових вод, м:

$$l = \frac{1}{\sqrt{K_{\phi}}} \quad (10)$$

K_{ϕ} – коефіцієнт фільтрації ґрунту водоносного шару, м/добу.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 33 |

Таблиця 10

Технічні характеристики насосів

| Показник | Марка насосу | | | |
|--|--------------|-------|-------|-------|
| | ЛИУ-2 | ЛИУ-3 | ЛИУ-5 | ЛИУ-6 |
| Глибина занурення, м | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Паспортна продуктивність, м ³ /год | 30 | 60 | 120 | 140 |
| Кількість ланок колектора, шт. | 12 | 18 | 18 | 2x18 |
| Довжина ланки, м | 2,5 | 5,25 | 5,25 | 5,25 |
| Відстань між штуцерами для приєднання голкофільтрів, м | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| Діаметр фільтрової ланки, м | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |

Приведений радіус осушувальної системи визначається за формулою:

$$A = \sqrt{\frac{F}{\pi}} \quad (11)$$

де F – площа, яка обмежена осушувальними пристроями, м².

Радіус впливу (депресії) системи обчислюється за формулою

$$R = A + 2S \sqrt{K_{\phi} \cdot H} \quad (12)$$

де H – потужність водоносного шару, м.

При цьому напір у розрахунковій точці визначається з умови

$$y = H - S \quad (13)$$

Очікуваний приплив води до системи Q_d (м³/добу) знаходиться за формулою

$$Q_d = \frac{2\pi t K_{\phi} (H - y)}{\ln \frac{R}{A}} \quad (14)$$

де t – товщина водоносного шару при напірній фільтрації або середня товщина потоку при безнапірній, м:

$$t = \frac{H + y}{2} \quad (15)$$

Очікуваний приплив води до системи Q'_c (м³/год) розраховується як:

$$Q'_c = \frac{Q_d}{24} \quad (16)$$

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 34 |

2.2. Визначення довжини колектора, кількості насосів та голкофільтрів

Для легкої голкофільтрової установки в першому наближенні довжина колектора кількість насосів і голкофільтрів розраховуються наступним чином. Для визначення необхідної кількості установок і довжини колектора на одну установку визначають проектну довжину колектора на одну установку:

$$l_k = \frac{P_k}{N} \quad (17)$$

де P_k – загальна довжина колектора системи, м; N – кількість установок у системі, шт.:

$$N = \frac{P_k}{L_k} \quad (18)$$

L_k – гранична довжина колектора на одну установку, м.м.

Гранична довжина колектора на одну установку визначається за довідковою літературою. Для ЛІУ-6 вона може бути знайдена з графіка на рис. 22.

Число голкофільтрів n при різному їх кроці визначається за формулою

$$n = \frac{l_k}{2\sigma} \quad (19)$$

де 2σ – крок голкофільтрів, кратний 0,75 м.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 35 |

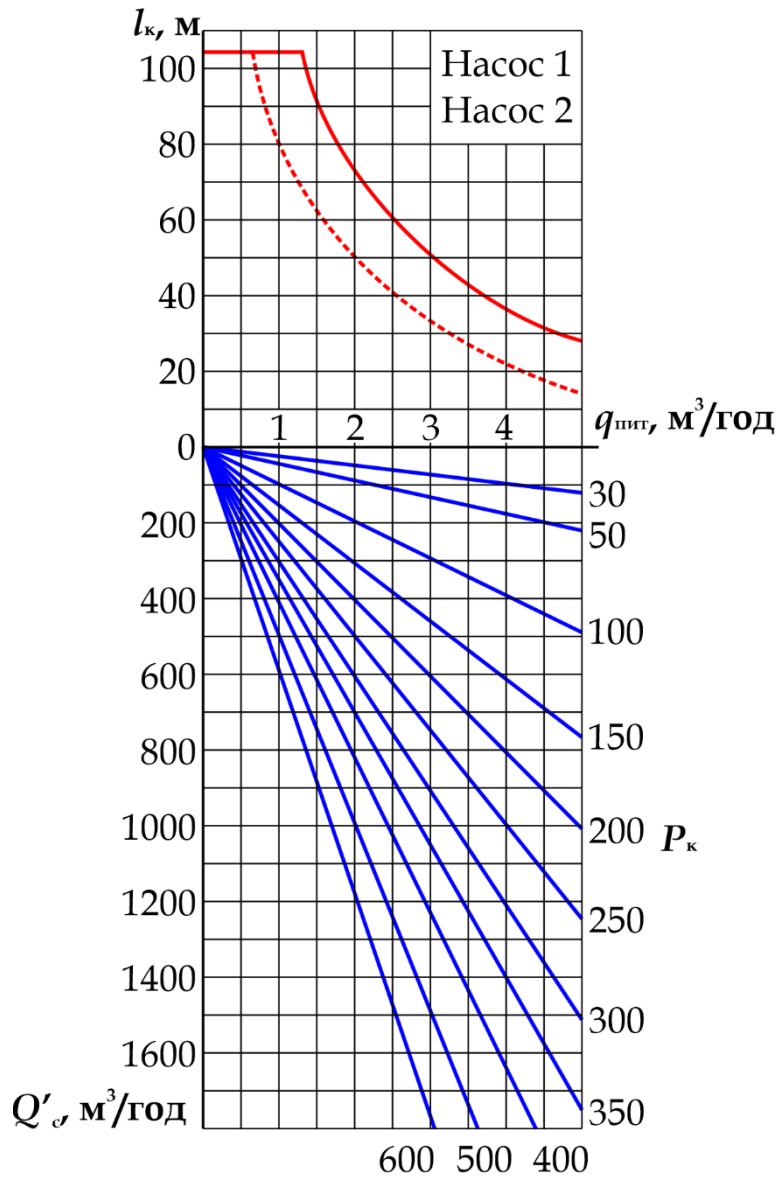
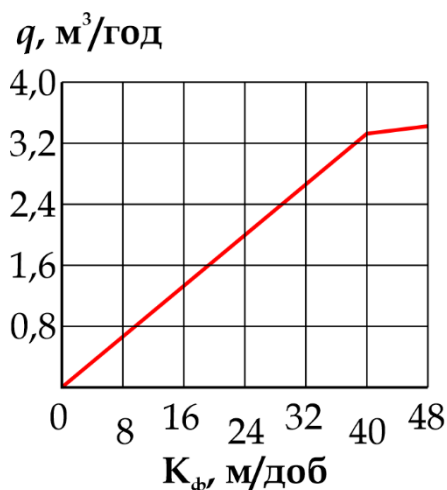


Рис. 22. Графік граничної довжини всмоктувально-го колектора на один насосний агрегат ЛІУ-6

Гранично допустимий дебіт одного голкофільтра в залежності від коефіцієнта фільтрації ґрунту водоносного шару визначається за довідковою літературою або з графіка на рис. 23.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 36 |

Рис. 23. Гранично допустимий дебіт одного голкофільтр-ра залежно від коефіцієнта фільтрації ґрунту водоносного шару



Приплив води q (м³/год) до кожного голкофільтру при різному кроці визначається за формулою

$$n = \frac{Q'_y}{n} \quad (20)$$

де n – кількість голкофільтрів в установці; Q'_y – приплив води до установки, м³/год:

$$Q'_y = \frac{Q'_c}{N} \quad (21)$$

Приклад розв'язання задачі з розрахунку параметрів зниження рівня ґрунтових вод та вибору комплексу обладнання осушувальної установки

Задача. Розрахувати осушувальну систему з легких голкофільтрових установок за наступних вихідних даних: розміри котловану по контуру голкофільтрів 20×104 м; розміри по контуру всмоктуючого колектора 21×105 м; глибина залягання ґрунтових вод від поверхні землі $h_2 = 1$ м; потужність водоносного шару $H = 12$ м; заглиблення котловану нижче за рівень ґрунтових вод $h = 2,3$ м; коефіцієнт фільтрації ґрунту $K_{\phi} = 32$ м/добу; голкофільтри без обсіпання; висота осі насоса від землі $h_n = 0,5$ м.

Схему розрізу котловану наведено на рис. 24.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 37 |

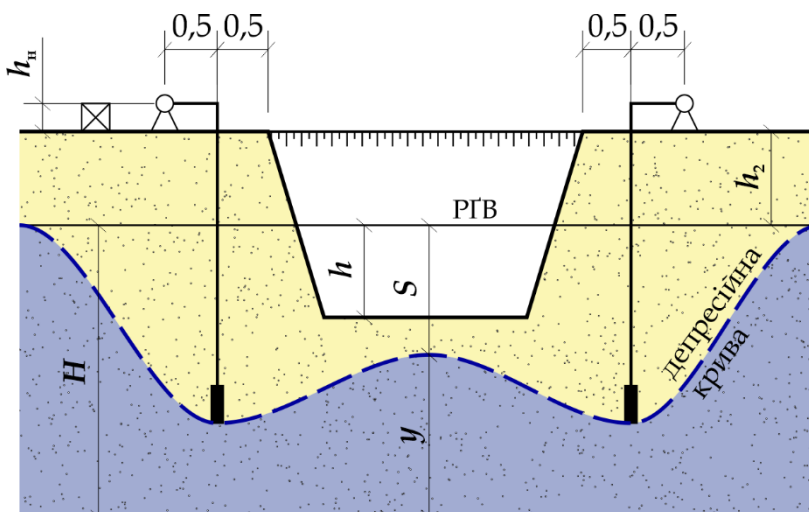


Рис. 24. Схема розрізу котловану із встановленими голкофільтрами (РГВ – рівень ґрунтових вод)

Розв'язок.

- Необхідний рівень зниження ґрунтових вод S знаходимо з умови (9). При цьому, висота підняття ґрунтових вод визначатиметься за формулою (10):

$$l = \frac{1}{\sqrt{32}} = 0,177 \text{ (м)}$$

Тоді необхідний рівень зниження ґрунтових вод складе:

$$S = 2,3 + 0,18 + 0,5 = 2,98 \text{ (м)}$$

- Приведений радіус осушувальної системи визначаємо за формулою (11) з урахуванням того, що площа, обмежена осушувальними пристроями, $F=20 \cdot 104 = 2\,080 \text{ м}^2$:

$$A = \sqrt{\frac{2\,080}{\pi}} = 25,73 \text{ (м)}$$

- Радіус впливу (депресії) системи обчислюємо за формулою (12):

$$R = 25,73 + 2 \cdot 2,98 \cdot \sqrt{32 \cdot 12} = 142,52 \text{ (м)}$$

При цьому напір у розрахунковій точці за формулою (13) складе:

$$y = 12 - 2,98 = 9,02 \text{ м.}$$

Середня товщина потоку m при безнапірній фільтрації, за формулою (14) дорівнює:

$$m = \frac{12 + 9,02}{2} = 10,51 \text{ (м)}$$

- Очікуваний приплив води до системи на добу становитиме:

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 38 |

$$Q_d = \frac{2\pi \cdot 10,51 \cdot 32 \cdot 2,98}{\ln \frac{142,52}{25,73}} = \frac{6297,2}{1,71} = 3\,682,6 \text{ (м}^3\text{/добу)}$$

5. Очікуваний приплив води до системи за годину дорівнюватиме:

$$Q'_c = \frac{3\,682,6}{24} = 153,4 \text{ (м}^3\text{/год)}$$

6. При загальній довжині колектора $P_k = 2 \cdot (21 + 105) = 252$ м та притоку води $153,3$ м³/год за графіком (див. рис. 31) визначаємо, що гранична довжина колектора на один насос ЛІУ-6 (№1 та 2) становить 105 м. Технічні характеристики ЛІУ-6 можна знайти в табл. 10.

7. Необхідна кількість установок, довжина колектора на одну установку та приплив води до установки визначаємо за формулами (17)-(19).

Кількість установок у системі розраховуємо за формулою (18):

$$N = \frac{252}{105} = 2,4 \text{ (шт)}$$

Приймаємо $N = 3$ насоси.

Довжина колектора, що проектується, на одну установку l_k за формулою (32) складе:

$$l_k = \frac{252}{3} = 84 \text{ (м)}$$

Приплив води до встановлення визначимо за формулою (19):

– на добу:

$$Q'_y = \frac{3\,682,6}{3} = 1\,227,5 \text{ (м}^3\text{/добу)}$$

– в годину:

$$Q'_y = \frac{153,4}{3} = 51,1 \text{ (м}^3\text{/год)}$$

Приплив води до однієї установки менше продуктивності обраного насосного агрегату ЛІУ-6 (за даними табл. 10), кожену установку може обслуговувати два насосні агрегати ЛІУ-6 (робочий та резервний) у будь-якому поєднанні. Отже, для всієї системи потрібно 6 насосних агрегатів ЛІУ-6 (3 комплекти).

8. За коефіцієнтом фільтрації ґрунту K_f знаходиться граничний дебіт

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 39 |

одного голкофільтра, що дорівнює $2,8 \text{ м}^3/\text{год}$ (рис. 22).

Визначимо число голкофільтрів і приплив води q до кожного з них при різному кроці голкофільтрів 2σ за формулами (18) і (19).

Крок голкофільтрів збільшується до значення, при якому приплив води не перевищує гранично допустимого дебіту голкофільтрів (табл. 11).

Таблиця 11

Результати розрахунків

| 2σ , м | n , шт | q , $\text{м}^3/\text{год}$ |
|---------------|----------|-------------------------------|
| 0,75 | 112 | 0,46 |
| 1,50 | 56 | 0,91 |
| 2,25 | 37 | 1,38 |
| 3,00 | 28 | 1,83 |
| 3,75 | 23 | 2,22 |
| 4,50 | 19 | 2,68 |

Таким чином, на одну установку необхідно 19 голкофільтрів, колектор довжиною 84 м, два насоси (робочий і резервний). На всю систему з трьох установок потрібно 57 голкофільтрів, колектор довжиною 252 м, 6 насосів.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 40 |

Варіанти завдань

Розрахувати осушувальну систему з легких голкофільтрових установок, використовуючи дані табл. 12.

Таблиця 12

Вихідні дані

| № вар. | Розмір виїмки поверху, м | Глибина котловану h_1 , м | Глибина залягання ґрунтових вод h_2 , м | Потужність водоносного шару H , м | Коефіцієнт фільтрації K_f , м/добу |
|--------|--------------------------|-----------------------------|---|-------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 18×72 | 3,5 | 1,5 | 10 | 24 |
| 2 | 36×80 | 2,8 | 1,3 | 12 | 30 |
| 3 | 3×100 | 3,0 | 1,5 | 11 | 32 |
| 4 | 12×60 | 2,4 | 1,6 | 9 | 28 |
| 5 | Ø20 | 3,8 | 1,8 | 10 | 35 |
| 6 | Ø 16 | 2,7 | 1,5 | 10 | 40 |
| 7 | 5×200 | 3,0 | 1,8 | 12 | 32 |
| 8 | 48×144 | 3,2 | 1,2 | 10 | 40 |
| 9 | 48×100 | 4,2 | 2,0 | 10 | 36 |
| 10 | 4×80 | 3,4 | 2,5 | 9 | 30 |
| 11 | 18×72 | 4,0 | 1,4 | 12 | 28 |
| 12 | 5×120 | 2,7 | 2,0 | 11 | 26 |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 41 |

3. ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГІВ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ З ВИКОНАННЯМ СХЕМ РОЗРОБКИ КОТЛОВАНІВ ТА ТРАНШЕЙ ЗЕМЛЕРИЙНИМИ МАШИНАМИ

Література

1. КНУ РЕКНБ. Збірник 1. «Земляні роботи» / Міністерство розвитку громад та територій України, 2021.
2. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12)
3. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів (СНиП 3.02.01-87, MOD)

3.1. ВИЗНАЧЕННЯ ОБСЯГІВ РОБІТ ПРИ ВЛАШТУВАННІ КОТЛОВАНІВ ТА ТРАНШЕЙ.

Визначення виду земляної споруди під задані фундаменти будівлі.

Земляна споруда є результатом розробки ґрунту механізованим або ручним способом. Вона зводиться на поверхні ґрунту або влаштовується в ґрунтовому масиві. Застосовують наступні класифікації земляних споруд.

Відносно поверхні ґрунту (рис. 24) земляні споруди поділяються на такі види: виїмки, насипи, підземні виробки, зворотні засипки.

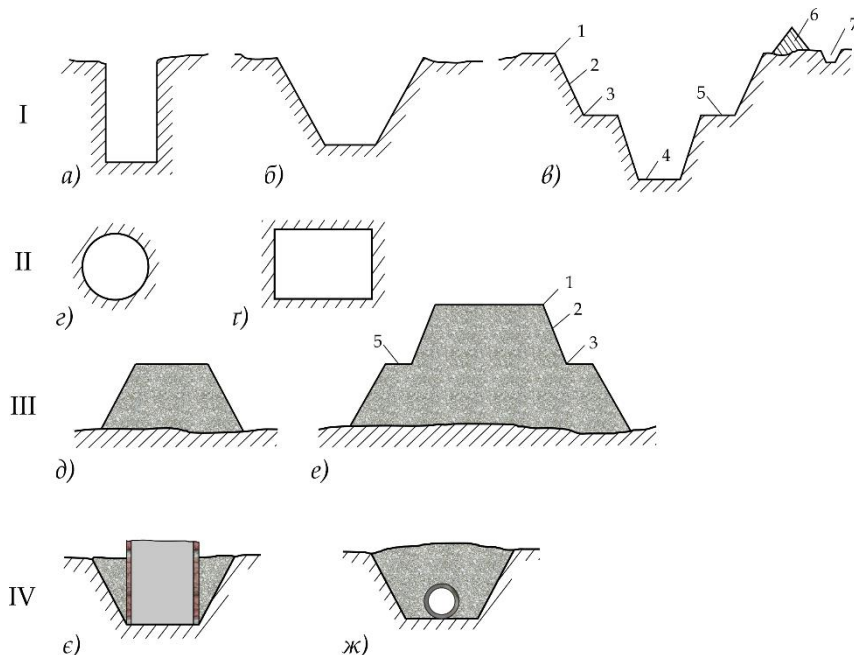
За *терміном служби* виділяють постійні та тимчасові земляні споруди.

До *постійних* відносять споруди, призначені для довгострокової експлуатації – земляні греблі, канали, полотно рейкових та безрейкових доріг, виїмки та насипи, що зводяться під час планування; до *тимчасових* споруд — виїмки, що влаштовуються під час зведення фундаментів житлових і промислових будівель, мостів, гребель, траншеї для прокладання водопровідних, каналізаційних, газових та інших мереж, насипи для тимчасових доріг та загат. І постійні, і тимчасові земляні споруди повинні бути стійкими, міцними та захищеними від розмиву водою.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 42 |

Рис. 24. Види земляних споруд

I — поперечний профіль виїмки (а — траншея прямо-кутного профілю; б — котло-ван (траншея) трапецевидної форми; в — профіль пос-тійної виїмки);
 II — перерізи підземних виробок (г — круглий; г — прямокутний);
 III — профілі насипу (д — тимчасовий; е — постійний);
 IV — зворотна засипка (є — пазух котловану; ж — траншеї);
 1 — верхня брівка від-косу; 2 — відкос; 3 — нижня брівка відкосу; 4 — дно; 5 — уступ; 6 — банкет; 7 — нагірна канава



За функціональним призначенням розрізняють котловани, траншеї, ями, резерви, відвали, виробки, а також свердловини, греблі, дамби, дорожні полотна/тунелі, планувальні майданчики.

Котлованами називаються виїмки шириною понад 3 м, траншеями – вузькі виїмки для стрічкових фундаментів або мереж комунікацій. Ями – це виїмки під окремі фундаменти або стовпи. Всі ці споруди мають дно та бічні поверхні, похилі укоси або вертикальні стінки. Резервами називаються виїмки, що розробляються для видобутку ґрунту, що бракує для будівництва. Відвали – насипи, в які здійснюють відсипання надлишків ґрунту. Підземні виробки – виїмки, закриті з поверхні землі і влаштовуються для прокладання транспортних та комунікаційних тунелів.

За геометричними параметрами та просторовою формою земляні споруди бувають глибокі та дрібні, протяжні та зосереджені, прості та складні.

Після влаштування підземної частини споруд виконується зворотне засипання пазух – заповнення ґрунтом простору між спорудою та укосами котловану, траншеї або ями.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 43 |

Визначення об'ємів виробок

Тип застосовуваної виїмки залежить від розмірів будівлі, її конфігурації, глибини закладення фундаментів, наявності підвалу. Для визначення об'єму виїмки необхідно встановити її функціональне призначення. Виїмки поділяються на:

- суцільні котловани (під будівлі з підвалами або пальовими фундаментами);
- траншеї (під стрічкові фундаменти чи мережі комунікацій);
- ями (під окремі фундаменти або стовпи).

При визначенні *розміру виїмки по дну* враховується, що відстань від зовнішньої грані фундаменту до нижньої брівки укосу має бути щонайменше 0,6 м [3].

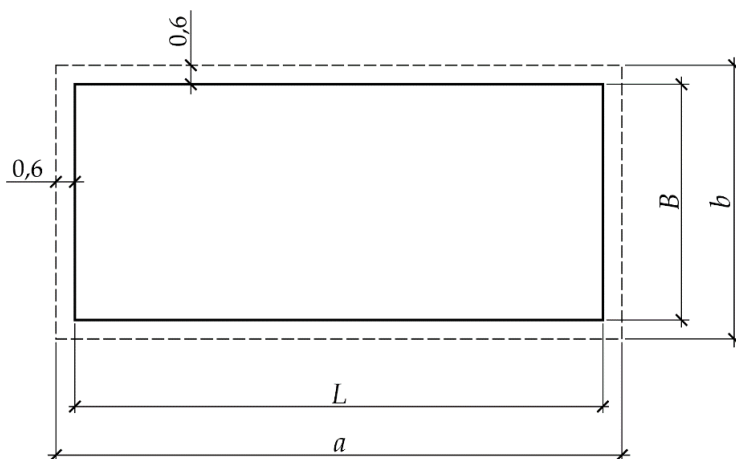


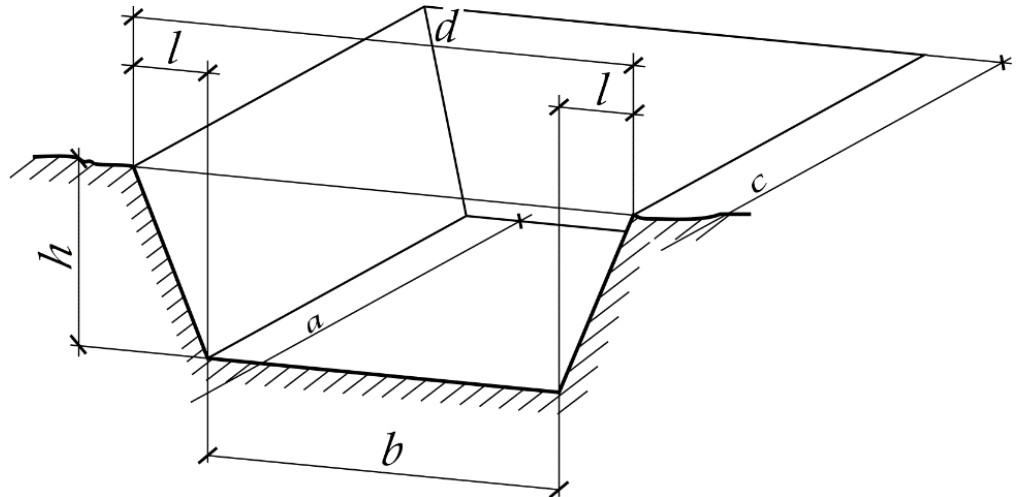
Рис. 25. Визначення розміру котловану по дну

Якщо розміри споруди по нижнім граням становлять $L \times B$ (м) (рис. 25), то розміри виїмки знизу будуть:

$$\begin{aligned} a &= L + 2 \cdot 0,6 \\ b &= B + 2 \cdot 0,6 \end{aligned} \quad (20)$$

Розміри виїмки зверху (рис. 26) залежать від закладення укосів l , яке визначається залежно від коефіцієнта укосу m (приймається за табл. 1 [2, 3]), виду ґрунту та глибини виїмки h :

Рис. 26. Визначення розмірів котловану



$$\frac{1}{m} = \frac{h}{l} \Rightarrow l = mh$$

Максимально допустимий ухил відкосів деяких ґрунтів наведено в табл.

13.

Таблиця 13

Найбільший допустимий ухил відкосів

| Ґрунт | Кут нахилу відкосу, град/відношення висоти відкосу до його закладення при глибині виїмки, м | | |
|------------------------------|---|-----------|-----------|
| | менше 1,5 | 1,5...3,0 | 3,0...5,0 |
| Насипний | 56/1:0,67 | 45/1:1 | 38/1:1,25 |
| Вологий піщаний чи гравійний | 63/1:0,6 | 45/1:1 | 45/1:1 |
| Супісок | 76/1:0,25 | 56/1:0,67 | 50/1:0,85 |
| Суглинок | 90/1:0 | 63/1:0,5 | 53/1:0,75 |
| Лесовий сухий | 90/1:0 | 63/1:0,5 | 63/1:0,5 |
| Глина | 90/1:0 | 76/1:0,25 | 63/1:0,5 |

Зрештою, розміри виїмки зверху будуть рівні:

$$c = a + 2l = a + 2mh \quad (20)$$

$$d = b + 2l = b + 2mh$$

У загальному випадку об'єм виїмки у вигляді суцільного котловану V_k (m^3) визначається за формулою

$$V_k = \frac{h}{6} (ab + cd + (a + c)(b + d)) \quad (21)$$

Об'єм виїмки у вигляді окремих ям $V_{об}$ розраховується наступним чином:

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 45 |

– об'єм окремої ями

$$V_{\text{я}} = \frac{h}{3} (S_{\text{н}} + S_{\text{в}} + \sqrt{S_{\text{н}} \cdot S_{\text{в}}}) \quad (22)$$

де $S_{\text{н}}$, $S_{\text{в}}$ – площа ями знизу та зверху, м².

– загальний об'єм виїмки

$$V_{\text{заг}} = \sum_{i=1}^n V_{\text{я } i}$$

Об'єм круглого котловану $V_{\text{к.к}}$ визначається за формулою

$$V_{\text{к.к}} = \frac{\pi h}{3} (R^2 + Rr + r^2) \quad (23)$$

де R , r – радіус котловану знизу та зверху, м, відповідно.

Радіус круглого котловану зверху можна обчислити як

$$R = \frac{\pi h}{3} (R^2 + Rr + r^2).$$

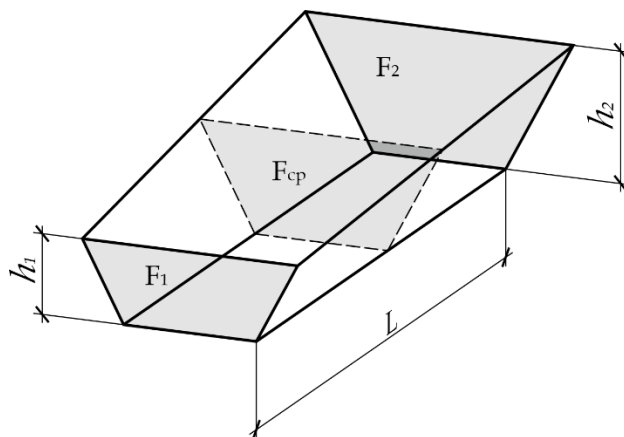
Об'єм виїмки у вигляді траншеї з ухилом $V_{\text{тр}}$ (рис. 27) визначається за допомогою формули

$$V_{\text{тр}} = \left[F_{\text{ср}} - \frac{(h_1 - h_2)^2}{12} \right] L \quad (24)$$

де $F_{\text{ср}}$ – площа поперечного перерізу посередині траншеї, м²; h_1 , h_2 – глибина траншеї напочатку та в кінці, м; L – довжина траншеї, м.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 46 |

Рис. 27. Параметри похилої траншеї.



Об'єм в'їзної траншеї $V_{\text{тр.в}}$ визначається за формулою

$$V_{\text{тр.в}} = m'_b \left[\frac{bh^2}{2} + \frac{h^3 m}{3} \right] L \quad (25)$$

де m'_b , m – коефіцієнти закладення відкосів траншеї та котловану; b – ширина траншеї знизу, м (при односторонньому проїзді 4 м); h – глибина котловану у місці розташування траншеї, м.

Приклад розв'язку задачі з визначення об'єму земляної споруди

Задача. Визначити обсяг земляних робіт при влаштуванні траншеї з ухилом 1,5%, якщо глибина в середині траншеї $h = 4$ м, довжина траншеї $L = 160$ м, ґрунт – пісок, ширина лотка B , що укладається в траншею, $B = 2$ м.

Розв'язок.

1. Визначаємо ширину траншеї знизу (рис. 28). При цьому враховуємо розміри конструкції, що укладатиметься в траншею, і подальший спосіб виконання робіт за формулою (1):

$$a = 2 + 2 \cdot 0,6 = 3,2 \text{ м.}$$

2. Визначимо ширину траншеї зверху. Виходячи з глибини траншеї та виду ґрунту значення допустимого ухилу відкосів прийемо 1:1 (див. табл. 13). Тоді ширина траншеї зверху складе за формулою (20):

$$b = 3,2 + 2 \cdot 1 \cdot 4 = 11,2 \text{ м.}$$

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 47 |

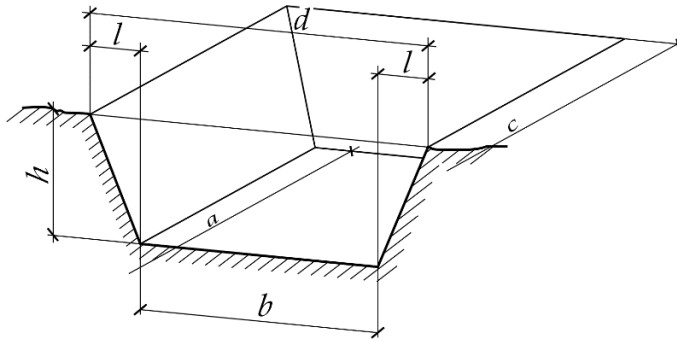


Рис. 28. Визначення розмірів траншеї

3. Визначимо об'єм траншеї. При цьому враховуємо, що глибина траншеї на краях $h_1 = 5,2$ м та $h_2 = 2,8$ м (рис. 29).

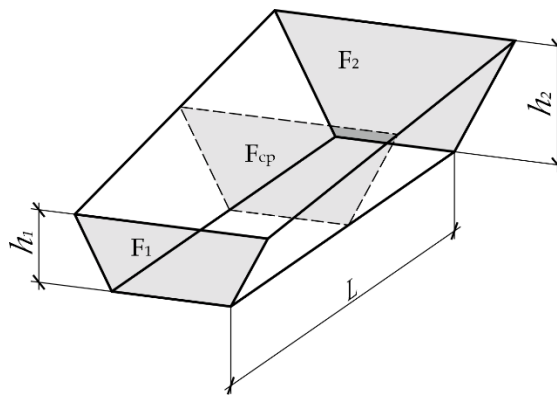


Рис. 29. Визначення глибини траншеї з ухилом

Тоді за формулою (23)

$$V_1 = \left[28,8 - \frac{(5,2 - 2,8)^2}{12} \right] \cdot 160 = 4684,8 \text{ м}^3.$$

При необхідності виконання в даній траншеї механізованих робіт її ширина повинна становити не менше $b = 4$ м, а об'єм в'їзної траншеї визначається за формулою (24):

$$V_2 = 1,25 \left(4 \frac{4^2}{2} + 4^3 \cdot \frac{1}{3} \right) = 66,7 \text{ м}^3$$

Загальний об'єм траншей при механізованому відпрацюванні складе $V = V_1 +$

$$V_2 = 4684,8 + 66,7 = 4751,5 \text{ м}^3.$$

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 48 |

Варіанти завдань

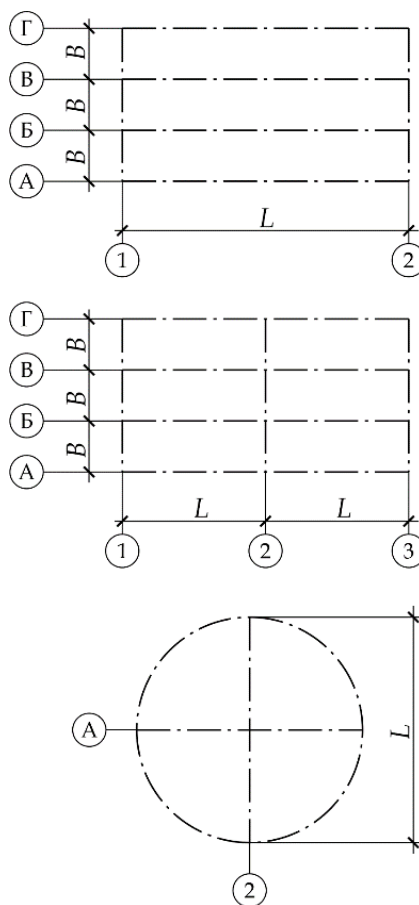
Підрахувати об'єми котлованів, траншей, ям за таких умов: вид ґрунту вибирається по табл. 14, схеми розташування фундаментів у плані вказані на рис. 29, загальний вигляд фундаменту до даних схем наведено у табл. 15-17. Можливий індивідуальний варіант схеми розташування фундаменту та його виду.

Таблиця 14

Вид ґрунту

| № варіанту | Ґрунт |
|------------|------------------------------|
| 1 | Насипний |
| 2 | Вологий піщаний чи гравійний |
| 3 | Супісок |
| 4 | Суглинок |
| 5 | Лесовий сухий |
| 6 | Глина |

Рис. 29. Схеми розташування фундаментів:
 a – прямокутна будівля в плані;
 b – прямокутна в плані будівля з деформаційним швом;
 c – кругла будівля в плані.



Таблиця 15

Фундаменти пальові з монолітним ростверком

| Загальний вигляд | № вар. | Загальні розміри, м | | | Розміри елементів фундаменту, м | | | |
|------------------|--------|---------------------|----------|----------|---------------------------------|----------|----------|----------|
| | | <i>L</i> | <i>B</i> | <i>h</i> | <i>c</i> | <i>b</i> | <i>a</i> | <i>l</i> |
| | 1 | 72 | 6,0 | 2,1 | 1,5 | 0,60 | 0,40 | 6,0 |
| | 2 | 54 | 7,0 | 2,4 | 1,2 | 0,55 | 0,35 | 3,5 |
| | 3 | 66 | 7,5 | 2,8 | 1,1 | 0,50 | 0,30 | 3,0 |
| | 4 | 63 | 6,5 | 1,6 | 0,9 | 0,45 | 0,25 | 5,5 |
| | 5 | 42 | 9,0 | 3,6 | 1,0 | 0,70 | 0,40 | 7,0 |
| | 6 | 65 | 5,5 | 3,1 | 1,4 | 0,65 | 0,35 | 10,0 |
| | 7 | 57 | 8,5 | 3,4 | 1,3 | 0,60 | 0,30 | 11,0 |
| | 8 | 80 | 4,5 | 1,9 | 0,8 | 0,55 | 0,25 | 4,0 |
| | 9 | 92 | 5,0 | 4,2 | 1,2 | 0,60 | 0,40 | 4,5 |
| | 10 | 50 | 12,0 | 4,0 | 0,7 | 0,65 | 0,35 | 8,0 |
| | 11 | 54 | 10,0 | 3,7 | 1,0 | 0,55 | 0,30 | 5,0 |
| | 12 | 60 | 8,0 | 1,8 | 1,5 | 0,50 | 0,25 | 9,0 |

Таблиця 16

Фундаменти збірні залізобетонні стрічкові

| Загальний вигляд | № вар. | Загальні розміри, м | | | Розміри фундаментних подушок/блоків, м | | | |
|------------------|--------|---------------------|----------|----------|--|-----------|-----------|-----------|
| | | <i>L</i> | <i>B</i> | <i>h</i> | <i>b'</i> | <i>l'</i> | <i>h'</i> | <i>m'</i> |
| | 1 | 37,8 | 12,0 | 2,7 | 3,2/0,6 | 1,2/2,4 | 0,5/0,6 | 4,00/2,16 |
| | 2 | 62,7 | 19,2 | 1,8 | 1,6/0,4 | 1,2/2,4 | 0,3/0,6 | 1,22/1,14 |
| | 3 | 57,6 | 15,6 | 3,6 | 1,4/0,5 | 1,2/1,2 | 0,3/0,6 | 1,04/0,80 |
| | 4 | 63,0 | 24,0 | 4,8 | 2,0/0,5 | 1,2/2,4 | 0,5/0,6 | 2,44/1,80 |
| | 5 | 79,2 | 26,4 | 4,2 | 1,4/0,4 | 2,4/1,2 | 0,3/0,6 | 2,11/0,72 |
| | 6 | 43,2 | 14,4 | 1,5 | 1,2/0,3 | 2,4/2,4 | 0,3/0,6 | 1,76/1,08 |
| | 7 | 72,0 | 21,6 | 2,1 | 1,6/0,6 | 2,4/1,2 | 0,3/0,6 | 2,47/1,08 |
| | 8 | 71,4 | 28,8 | 4,5 | 2,4/0,5 | 0,8/0,9 | 0,5/0,6 | 1,87/0,68 |
| | 9 | 50,4 | 16,8 | 3,2 | 2,8/0,6 | 0,8/1,2 | 0,5/0,3 | 2,24/0,54 |
| | 10 | 48,0 | 22,8 | 3,9 | 2,8/0,5 | 1,2/1,2 | 0,5/0,3 | 3,42/0,45 |
| | 11 | 51,3 | 18,4 | 1,4 | 2,0/0,5 | 0,8/1,2 | 0,5/0,6 | 1,60/0,90 |
| | 12 | 50,4 | 13,2 | 2,4 | 2,4/0,4 | 1,2/1,2 | 0,5/0,3 | 2,85/0,36 |

Таблиця 17

Фундаменти пальові з монолітним ростверком

| Загальний вигляд | № вар. | Загальні розміри, м | | | Розміри фундаментних подушок/блоків, м | | |
|------------------|--------|---------------------|-----|-----|--|------|------|
| | | L | B | h | c | a | l |
| | 1 | 52 | 20 | 1,4 | 1,0 | 0,25 | 6,0 |
| | 2 | 72 | 11 | 1,8 | 0,9 | 0,30 | 11,0 |
| | 3 | 48 | 24 | 3,4 | 1,2 | 0,35 | 4,0 |
| | 4 | 64 | 18 | 1,9 | 0,8 | 0,20 | 4,5 |
| | 5 | 84 | 12 | 1,7 | 1,5 | 0,25 | 7,0 |
| | 6 | 54 | 19 | 1,5 | 1,8 | 0,30 | 5,0 |
| | 7 | 80 | 10 | 1,6 | 1,0 | 0,35 | 5,5 |
| | 8 | 66 | 21 | 2,6 | 1,1 | 0,20 | 10,0 |
| | 9 | 60 | 17 | 2,0 | 1,7 | 0,25 | 8,0 |
| | 10 | 74 | 9 | 2,7 | 0,9 | 0,30 | 9,0 |
| | 11 | 62 | 16 | 3,0 | 1,6 | 0,35 | 3,0 |
| | 12 | 70 | 14 | 2,8 | 1,4 | 0,20 | 3,5 |

3.2. ВИБІР ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ РОБІТ ПО ВЛАШТУВАННЮ КОТЛОВАНІВ ТА ТРАНШЕЙ

Розробка ґрунту одноковшовими екскаваторами

Одноковшові екскаватори – це будівельні машини циклічної дії. Оснащений одним із варіантів робочого обладнання (пряма лопата, зворотна лопата, драглайн, грейфер), одноковшовий екскаватор може використовуватися у складі комплексного технологічного процесу, наприклад для розробки, укладання, навантаження та переміщення ґрунту в межах земляної споруди.

Будівельні екскаватори випускаються на гусеничному та пневмоколісному ході. В основному вони використовуються для розробки

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 51 |

виїмок, резервів, кар'єрів, траншей, котлованів. При цьому розвантаження ґрунту може проводитися у відвал або транспортні засоби.

Граничні розміри виїмок, які можуть бути розроблені одноковшовим екскаватором з однієї стоянки, залежать від його робочих параметрів:

- максимальної висоти черпання $+H$ (для екскаватора пряма лопата) або максимальної глибини черпання (різання) $-H$ (для інших типів екскаваторів);
- найбільшого $R_{\text{чmax}}$ та найменшого радіусів $R_{\text{чmin}}$ черпання на рівні стояння екскаватора;
- радіуса розвантаження R_p ;
- висоти розвантаження H_p .

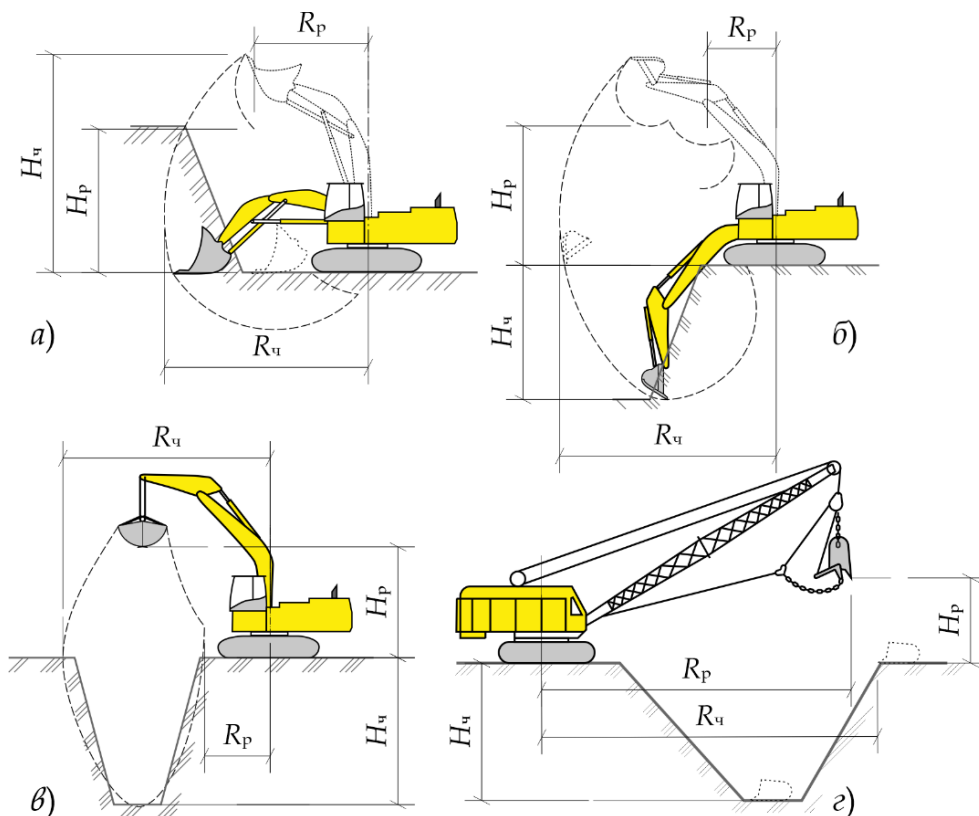
Екскаватор пряма лопата (рис. 30, а) використовується для розробки ґрунтів, розташованих вище рівня стоянки екскаватора. Конструкція екскаватора дозволяє йому копати нижче рівня своєї стоянки не більше ніж на 10...20 см; нормативна продуктивність може бути досягнута при висоті вибою не менше 1,5 м. Робота проводиться переважно з навантаженням у транспортний засіб.

Пряма лопата – відкритий зверху ківш, що має ріжучий передній край. Ківш шарнірно з'єднаний з рукояттю, при цьому рукоять, шарнірно з'єднана зі стрілою машини, висувається вперед за допомогою напірного механізму. В основному застосовуються ковші місткістю 0,15...2,5 м³.

Екскаватор зворотна лопата (рис. 30, б) застосовується при розробці ґрунтів нижче рівня стоянки екскаватора. Витрати часу одного циклу екскаватора зворотна лопата на 10... 15% більше, ніж у екскаватора пряма лопата.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 52 |

Рис. 30. Схеми розташування фундаментів:
a – пряма лопата; *б* – зворотна лопата; *в* – грейфер; *г* – драглайн ($R_{\text{ч}}$ – радіус копання на рівні стоянки; $R_{\text{р}}$ – радіус розвантаження; $H_{\text{р}}$ – найбільша висота розвантаження; $H_{\text{ч}}$ – найбільша глибина копання).



Зворотна лопата являє собою відкритий знизу ківш з ріжучим переднім краєм, шарнірно з'єднаний з рукояттю, яка, у свою чергу, шарнірно з'єднана зі стрілою. У міру протягування назад – ківш заповнюється ґрунтом. Після цього при вертикальному положенні рукояті ківш переводиться до місця вивантаження, що здійснюється одночасним підйомом і перекиданням.

Грейфер (рис. 30, *в*) використовують при розробці ґрунту нижче рівня ґрунтових вод (уривки вузьких і глибоких котлованів, траншей, колодязів, розробки виїмок з вертикальними стінками). Грейфер навішується на стрілу. При повороті стріли ківш переміщається до місця розвантаження, потім випорожнюється примусовим розкриттям лопатей.

Грейфером можна розробляти ґрунти, що знаходяться під водою. У основному застосовуються грейферні ковші місткістю 0,35...2,5 м³.

Драглайн (рис. 30, *г*) використовують для розробки ґрунтів, розташованих нижче рівня стоянки екскаватора (влаштування глибоких котлованів, широких траншей, зведення насипів, розробки ґрунту з-під води). Причому рівень ґрунтових вод не впливає на роботу екскаватора. Переваги

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 53 |

такого екскаватора – радіус дії до 10 м і глибина копання до 12 м. Конструкція машини дозволяє розташовувати транспортні засоби для вивезення ґрунту на денній поверхні та на дні виїмки.

Ківш екскаватора навішується на канатах на подовжену стрілу кранового типу. Закидається ківш у виїмку на відстань, що трохи перевищує довжину стріли. Заповнення ковша ґрунтом проводиться підтягуванням його по поверхні землі до екскаватора, після чого ківш піднімається і в горизонтальному положенні переміщається до місця розвантаження поворотом машини. Розвантажуються ківш при ослабленні натягу тягового каната. В основному застосовуються ковші на драглайні місткістю 0,25 ... 2,5 м³.

Вибір екскаватора

В загальному випадку вибір екскаватора для розробки виїмки здійснюється у два етапи.

1. Вибір кількох екскаваторів за технічними параметрами.

Залежно від умов будівельного майданчика вибір екскаватора починають з визначення найбільш доцільної ємності ковша і типу екскаватора, а також інших необхідних параметрів (довжини стріли, радіуса різання, вивантаження та ін.). Вибір змінного обладнання екскаватора залежить від рівня ґрунтових вод і характеру виїмки, що розробляється (траншея, вузький або широкий котлован).

Рекомендована ємність ковша залежно від обсягу ґрунту у виїмці наводиться у табл. 18. На цьому етапі приймаються два або більше екскаватори з однаковими або близькими обсягами ковша, але з різним змінним обладнанням або приводом.

Таблиця 18

**Залежність ємності ковша екскаватора від
об'єму ґрунту у виїмці**

| Об'єм ґрунту у виїмці, м ³ | Ємність ковша екскаватора, м ³ |
|---------------------------------------|---|
| менше 500 | 0,15 |
| 500...1500 | 0,24; 0,3 |
| 1500...5000 | 0,50 |
| 2000., .8000 | 0,65 |
| 6000...11 000 | 0,80 |
| 11 000...15 000 | 1,00 |
| 13 000...18 000 | 1,25 |
| понад 15 000 | 1,50 |

2. Техніко-економічне порівняння варіантів по мінімуму наведених витрат.

Остаточний вибір комплектів машин і механізмів при розробці котловану здійснюється на підставі техніко-економічного порівняння варіантів. Для проектів, тривалість яких не перевищує одного року, застосовується підхід без урахування дисконтування (часового фактору).

1. Визначається трудоемність робіт або витрати машинного часу за кожним з варіантів [1]:

$$T_{\text{люд.дн(маш.зм)}} = \frac{H_{\text{час}} \cdot V}{O_{\text{в}} \cdot t_{\text{зм}}} \quad (25)$$

де V – обсяг планувальних робіт, м³; $H_{\text{вр}}$ – норма часу, маш·год, вибирається з [1]; $O_{\text{в}}$ – одиниця виміру по [1]; $t_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, год.

2. Визначається вартість розробки 1 м³ ґрунту в котловані для кожного типу екскаваторів:

$$C = \frac{C_{\text{маш.зм}}}{\Pi_{\text{зм.вир}}} \quad (26)$$

де $C_{\text{маш.зм}}$ – вартість машино-зміни екскаватора з урахуванням загальновиборничих витрат, грн/зм (для кожної організації свої значення; можуть вибиратися за довідковою літературою); $\Pi_{\text{зм.вир}}$ – змінний виробіток екскаватора, що враховує розробку ґрунту у відвал чи навантаження у транспортні засоби, м³/зм:

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 55 |

$$P_{\text{зм.вир}} = \frac{V}{T_{\text{маш.зм}}} \quad (27)$$

де V – обсяг ґрунту виїмки, м^3 ; $T_{\text{маш.зм}}$ – число машино-змін екскаватора (вибирається за нормами часу з [1]).

3. Визначаються питомі капітальні вкладення на розробку 1 м^3 ґрунту для кожного типу екскаваторів:

$$K = \frac{1,07 \cdot C_{\text{оп}}}{P_{\text{зм.вир}} \cdot t_{\text{річ}}} \quad (28)$$

де $1,07$ – коефіцієнт, що враховує транспортні витрати; $C_{\text{оп}}$ – оптова ціна машини при доставці від бази до об'єкта, грн.; $t_{\text{річ}}$ – нормативне річне число змін роботи екскаватора (вибирається за паспортними даними; для машин з об'ємом ковша до $0,65 \text{ м}^3$ орієнтовно може бути прийнято $t_{\text{річ}} = 350$ змін).

4. Визначаються приведені витрати (у поточних цінах) на розробку 1 м^3 ґрунту:

$$P = C + E \cdot K \quad (29)$$

де E – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (приймається $E = 0,15$ для нової техніки (експлуатація до одного року) і $E = 0,12$ для неодноразово застосовуваної техніки (експлуатація більше року).

5. Економічний ефект E визначається:

$$E = P_1 + P_2 \quad (30)$$

де P_1, P_2 — приведені витрати (у поточних цінах) на розробку 1 м^3 ґрунту за першим та другим варіантами відповідно.

Приклад розв'язку завдання щодо вибору технічних засобів для виконання робіт з розробки котлованів та траншей

Задача. Підібрати екскаватор для розробки ґрунту у виїмці (траншеї) за наступних вихідних даних: ґрунт — І група для розробки екскаваторами; об'єм траншеї $V = 2191,5 \text{ м}^3$; час робіт – літній; навантаження ґрунту в транспорт; число змін на добу - 2.

Розв'язок.

Розрахунок провадимо у поточних цінах І кварталу 2022 року.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 56 |

1. Орієнтуючись на об'єм ґрунту в траншеї $V = 2191,5 \text{ м}^3$, за табл. 6 або іншими довідковими даними визначаємо об'єм ковша екскаватора, що рекомендується, — $0,65 \text{ м}^3$.

2. Для порівняння вибираємо два екскаватори, вибір технічних характеристик екскаваторів проводиться за [1] або за довідковою літературою:

1) екскаватор зворотна лопата з ковшем ємністю $0,65 \text{ м}^3$ Komatsu PC160LC (універсальний ківш) та гідравлічним приводом робочого обладнання;

2) екскаватор зворотна лопата з ковшем ємністю $0,63 \text{ м}^3$ Caterpillar 320D та гідравлічним приводом робочого обладнання.

3. Визначаємо трудомісткість робіт та витрати машинного часу за 1-м та 2-м варіантами за формулою (25):

для Komatsu PC160LC:

$$H_{\text{час}} = 26,01 \text{ маш}\cdot\text{год [1]; } O_{\text{в}} = 1000 \text{ м}^3;$$

$$T_{\text{люд}\cdot\text{дн(маш}\cdot\text{зм)}} = \frac{26,01 \cdot 2191,5}{1000 \cdot 8} = 7,13 \text{ (маш}\cdot\text{зм)}$$

для Caterpillar 320D:

$$H_{\text{час}} = 33,66 \text{ маш}\cdot\text{год [1]; } O_{\text{в}} = 1000 \text{ м}^3;$$

$$T_{\text{люд}\cdot\text{дн(маш}\cdot\text{зм)}} = \frac{33,66 \cdot 2191,5}{1000 \cdot 8} = 9,22 \text{ (маш}\cdot\text{зм)}$$

4. Визначаємо змінний виробіток екскаватора $P_{\text{зм.вир}}$ по 1-му та 2-му варіантами за формулою (27):

$$P_{\text{зм.вир1}} = 2191,5 / 7,13 = 307,36 \text{ (м}^3/\text{зм)}$$

$$P_{\text{зм.вир2}} = 2191,5 / 9,22 = 237,69 \text{ (м}^3/\text{зм)}$$

5. Визначаємо вартість розробки 1 м^3 ґрунту C_1 та C_2 за формулою (26). При цьому вартість машино-зміни екскаватора $C_{\text{маш}\cdot\text{зм}}$ визначається з урахуванням загальнопромислових витрат. У даному випадку приймаємо:

$$C_{\text{маш}\cdot\text{зм1}} = 6 \text{ 650,56 грн/зм};$$

$$C_{\text{маш}\cdot\text{зм2}} = 5 \text{ 532,4 грн/зм.}$$

Тоді

$$C_1 = 6 \text{ 650,56}/307,36 = 21,64 \text{ грн/м}^3;$$

$$C_2 = 5 \text{ 532,4}/237,69 = 23,28 \text{ грн/м}^3.$$

6. Визначаємо питомі капітальні вкладення за формулою (28). При цьому приймаємо $C_{\text{оп1}} = 51 \text{ 963,44 грн.}; C_{\text{оп2}} = 46 \text{ 795,20 грн.}$ Нормативне число змін роботи екскаватора в році $t_{\text{річ}}$ приймаємо 350 днів.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 57 |

Питомі капітальні вкладення по 1-му та 2-му варіантам складуть:

$$K_1 = 1,07 \cdot 51\,963,44 / (307,36 \cdot 350) = 0,516 \text{ грн/м}^3;$$

$$K_2 = 1,07 \cdot 46\,795,20 / (237,69 \cdot 350) = 0,603 \text{ грн/м}^3.$$

6. Приведені витрати на розробку 1 м³ ґрунту в поточних цінах розраховуємо за формулою (29). При цьому нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень Е приймемо рівним 0,15 (два нових екскаватори з терміном експлуатації до одного року):

$$П_1 = 21,64 + 0,15 \cdot 0,516 = 21,72 \text{ грн/м}^3;$$

$$П_2 = 23,28 + 0,15 \cdot 0,603 = 23,37 \text{ грн/м}^3.$$

7. Повні наведені витрати П^V на розробку ґрунту всієї виїмки в поточних цінах складуть:

$$П^V_1 = 21,72 \cdot 2191,5 = 47\,599,38 \text{ грн.};$$

$$П^V_2 = 23,37 \cdot 2191,5 = 51\,215,36 \text{ грн.}$$

8. Економічний ефект за формулою (30):

$$E = 51\,215,36 - 47\,599,38 = 3\,615,98 \text{ грн.}$$

Висновок: варіант 1 (екскаватор Komatsu PC160LC з ємністю ковша 0,65 м³) має менші приведені витрати та приймається для виконання робіт.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 58 |

Варіанти завдань

Вибрати екскаватор для розробки ґрунту у виїмці за наступних даних (табл. 19).

Таблиця 19

Варіанти завдань

| № вар. | Об'єм виїмки, м ³ | Вид ґрунту | Вид розвантаження |
|--------|-------------------------------------|------------|-------------------|
| 1 | 2592 | Пісок | В транспорт |
| 2 | 4500 | Супісок | У відвал |
| 3 | 6200 (мерзлий), 2000 (немерзлий) | Супісок | В транспорт |
| 4 | 10 500 | Суглинок | У відвал |
| 5 | 7350 | Глина | У відвал |
| 6 | 1500 (мерзлий), | Пісок | В транспорт |
| 7 | 4000 (немерзлий) | Пісок | В транспорт |
| 8 | 7200 | Супісок | В транспорт |
| 9 | 7800 | Суглинок | У відвал |
| 10 | 5000 | Суглинок | В транспорт |
| 11 | 8400 | Глина | В транспорт |
| 12 | 9100 | Пісок | В транспорт |

3.3. ВИБІР СХЕМ РОБОТИ ТА ПРОХОДОК ЕКСКАВАТОРІВ

Екскаватор пряма лопата

Розробку ґрунту одноковшовими екскаваторами ведуть з позицій. Для кожної позиції визначається робоча площадка екскаватора, тобто вибій. *Вибоєм* називається робоча зона екскаватора, що включає майданчик, де розташовується екскаватор, частина масиву ґрунту, що розробляється, місця установки транспортних засобів і майданчик для укладання розроблюваного ґрунту (при роботі у відвал). Екскаватор та транспортні засоби розташовуються у вибої так, щоб середнє значення кута повороту екскаватора від місця заповнення ковша до місця його розвантаження було мінімальним.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 59 |

Слід зауважити, що поворот стріли здійснюється двічі: вперше — з вантажем до транспортного засобу, вдруге після розвантаження. Час повороту може займати до 70% робочого часу одного циклу екскаватора.

Після закінчення ґрунту в даному вибої екскаватор переміщується на нову позицію.

Екскаватором пряма лопата ґрунт розробляється лобовою та бічною західками.

Залежно від ширини лобові західки поділяються на:

- на вузькі – ширина західки $0,8...1,5 \cdot R_{\text{ч}}$, де $R_{\text{ч}}$ – найбільший радіус черпання (рис. 31, а);
- нормальні – ширина західки $1,5...1,9 \cdot R_{\text{ч}}$ (рис. 31, б);
- широкі – ширина проходки більше $2R_{\text{ч}}$ (рис. 31, в, г).

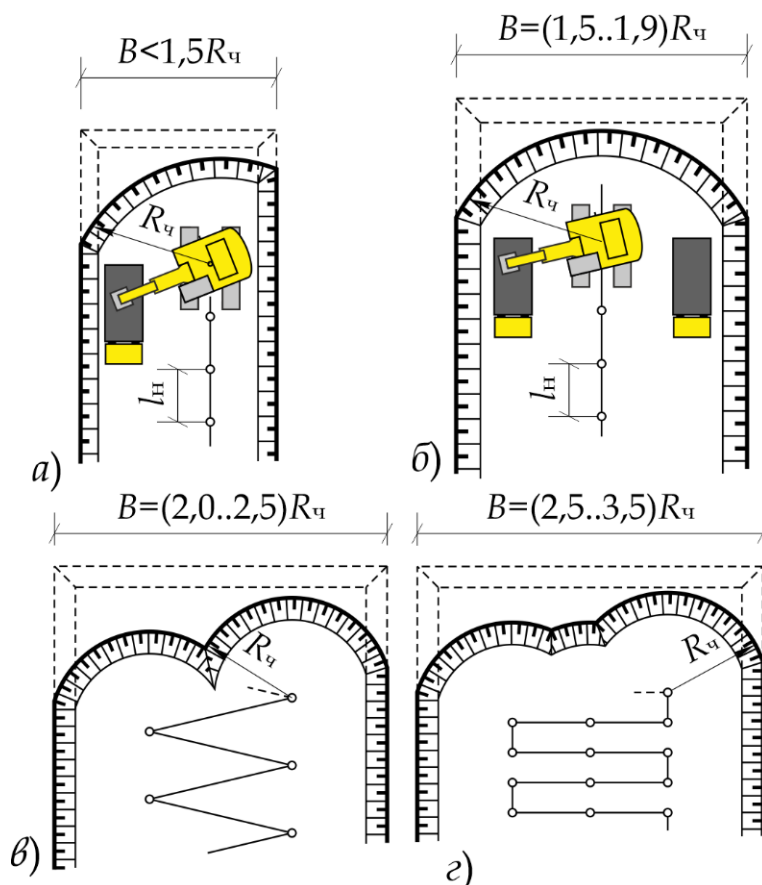


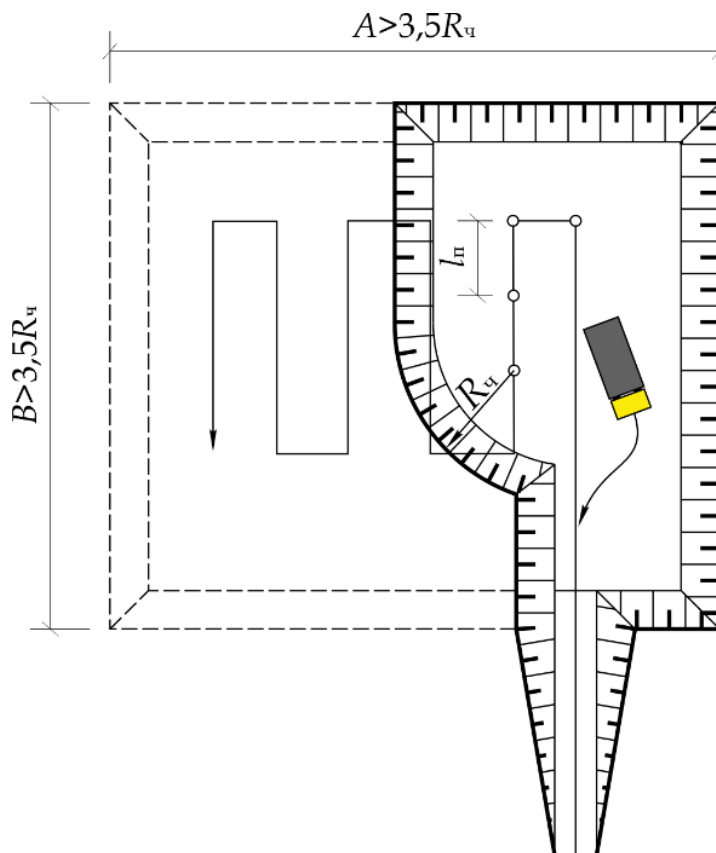
Рис. 31. Загальна схема розробки ґрунту екскаватором пряма лопата: а – лобова західка з одностороннім, навантаженням ґрунту в автоса-москиди; б – лобова західка з двостороннім навантаженням ґрунту в автоса-москиди; в – лобова західка з переміщенням екскаватора зиг-загом; г – розширена західка з переміщенням екскаватора впоперек котловану ($R_{\text{ч}}$ – найбільший радіус черпання; $l_{\text{н}}$ – довжина робочого переміщення екскаватора)

При великих розмірах виїмки, що розробляється (ширина більше $3,5 \cdot R_{\text{ч}}$) застосовуються бічні західки (рис. 32). Організація розробки ґрунту бічними проходками з навантаженням його в транспортні засоби забезпечує найбільш повне використання робочих параметрів екскаваторів.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 60 |

Розміри заходок та їх необхідну кількість визначаються в такий спосіб.

Рис. 32. Загальна схема розробки котловану боковою прохідною екскаватором прямою лопатою



При $B < 1,5 \cdot R_{\text{ч}}$ приймається лобова західка з одностороннім навантаженням ґрунту в транспорт (B – ширина вибою по верху, $R_{\text{ч}}$ – радіус черпання екскаватора (див. рис. 9, а); при $1,5R_{\text{ч}} \leq B \leq 1,9R_{\text{ч}}$ – з двосторонньою подачею транспортних засобів (рис 31, б).

Найбільша ширина лобової західки поверху має задовольняти умову

$$B \leq 2\sqrt{R_{\text{оп}}^2 - l_{\text{п}}^2}$$

де $R_{\text{оп}}$ – оптимальний радіус різання ($R_{\text{оп}} = 0,8 \dots 0,97 \cdot R_{\text{ч}}$); $l_{\text{п}}$ – довжина робочого переміщення екскаватора.

Ширина проходки по дну має задовольняти умові $B_1 \leq 2\sqrt{R_{\text{ст}}^2 - l_{\text{п}}^2}$

де $R_{\text{ст}}$ – радіус різання на рівні стоянки екскаватора.

При $2R_{\text{ч}} \leq B \leq 2,5R_{\text{ч}}$ застосовується розширена лобова західка з переміщенням екскаватора по зигзагу (рис. 31, в).

Ширина зигзагоподібної лобової західки поверху становить:

$$B_3 = 2B + 2R_{\text{ст}} = 2\sqrt{R_{\text{оп}}^2 - l_{\text{п}}^2} + 2R_{\text{ст}}$$

При $2,5R_{\text{ч}} \leq B \leq 3,5R_{\text{ч}}$ приймається поперечно-лобова західка з

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 61 |

двостороннім навантаженням у транспорт (рис. 31, з).

Ширина поперечно-лобової західки складає:

$$B_{пл} = 2\sqrt{R_{оп}^2 - l_{п}^2} + 2nR_{ст}$$

де n – кількість переміщень від стоянки до стоянки в поперечному напрямку.

При $B \geq 3,5R_c$ після першої лобової західки продовжується подальша розробка однією або декількома бічними західками (рис. 32).

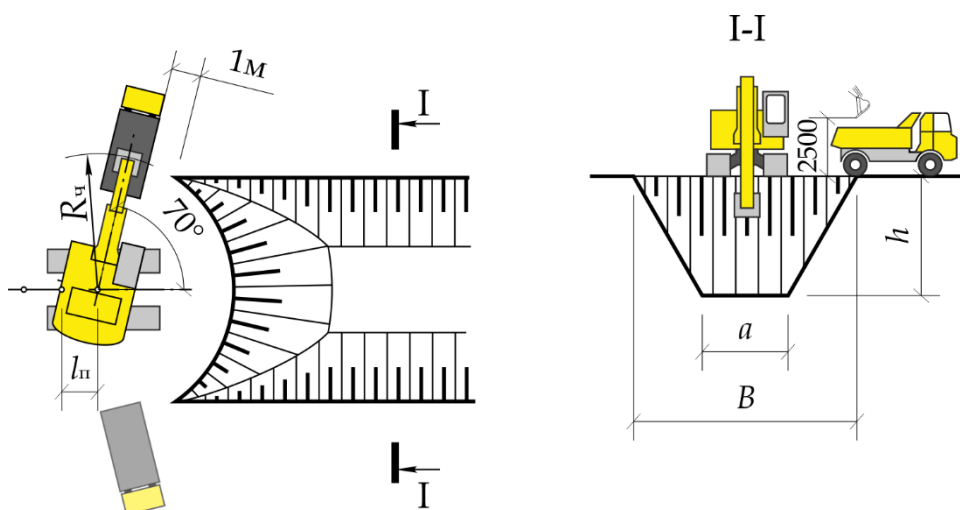
Ширина кожної бічної проходки становитиме:

$$B_6 = B_1 + 0,7R_{ст}$$

Екскаватор зворотна лопата

Розробка ґрунту екскаватором зворотна лопата проводиться лобовими та бічними західками. Навантаження ґрунту може здійснюватись у транспорт або у відвал (рис. 33). Лобові західки застосовуються в основному при розробці траншей, бічні – широких котлованів. Екскаватори зворотна лопата при розробці ґрунту можуть пересуватись вздовж і поперек котловану, а також зигзагом (рис. 34).

Рис. 33. Схема розробки виї-мок екскаватором зворотна лопата.



При лобовій західці набір ґрунту проводиться при поступовому русі екскаватора заднім ходом. Розвантаження ковша виконується в транспортні засоби, подані до екскаватора на дні вибою або збоку на денній поверхні землі. При лобовому вибої екскаватор може опускати стрілу з рукояттю в нижнє положення між гусеницями, у зв'язку з чим глибина розробки вузьких траншей більша, ніж широких котлованів. При бічному вибої екскаватор розробляє

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 62 |

виїмку збоку, поперек гусениць при менш стійкому положенні екскаватора. При такій роботі ширина виїмки обмежена радіусом різання (оптимально $0,8R_{\text{ч}}$). Уривок котлованів шириною до 14 м зазвичай здійснюють лобовою західкою при переміщенні екскаватора по зигзагу, при більшій ширині можлива поперечно-торцева або поздовжньо-торцева західка.

Розміри заходок та їх необхідну кількість визначаються в такий спосіб.

При $B < 1,5 \dots 1,7R_{\text{ч}}$ приймається лобова західка по прямій (рис. 34, а).

Ширина лобової заходки поверху складає:

- при односторонньому вивантаженні ґрунту

$$B = b_1 + b_2 = \sqrt{R_{\text{max}}^2 - l_{\text{п}}^2} + \left(R_{\text{розв}} - \frac{b_{\text{т}}}{2} - 1 \right) \quad (14)$$

де b_1 – відстань від краю вибою до екскаватора; b_2 – відстань від екскаватора до краю вибою з боку транспортного засобу; R_{max} – найбільший радіус різання, м; $l_{\text{п}}$ – довжина робочого пересування екскаватора, м; $R_{\text{розв}}$ – найбільший радіус розвантаження ґрунту в транспорт; $b_{\text{т}}$ – ширина транспортних засобів або відвалу ґрунту;

- при двосторонньому вивантаженні ґрунту

$$B = 2b_2 = 2 \left(R_{\text{розв}} - \frac{b_{\text{т}}}{2} - 1 \right)$$

Ширина проходки внизу становить:

$$B_1 = B - 2mh \quad (15)$$

де m – коефіцієнт укосу; h – висота вибою, м.

При $1,7R_{\text{ч}} \leq B \leq 3R_{\text{ч}}$ приймається лобова розширена західка по зигзагу (рис. 1.12, б).

Ширина лобової розширеної зигзагоподібної заходки визначається за формулою

$$B = \sqrt{R_{\text{max}}^2 - l_{\text{п}}^2} + \left(R_{\text{розв}} - \frac{b_{\text{т}}}{2} - 1 \right) + 0,9R_{\text{д}}$$

де $R_{\text{д}}$ – радіус різання по дну котловану.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 63 |

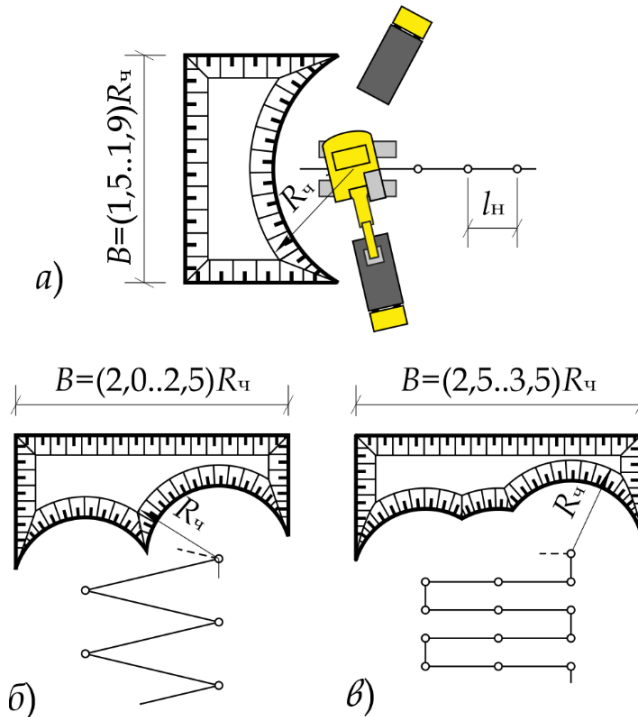


Рис. 34. Розробка котловану екскаватором зворотна лопата: а – лобова західка по прямій; б – лобова західка по зигзагу; в – лобова розширена західка

При $3R_{\text{ч}} \leq B \leq 3,5R_{\text{ч}}$ приймається лобова розширена поперечна західка (рис. 12, в).

Ширина лобової розширеної поперечної західки визначається за формулою

$$B = \sqrt{R_{\text{max}}^2 - l_{\text{п}}^2} + \left(R_{\text{розв}} - \frac{b_{\text{т}}}{2} - 1 \right) + 0,9R_{\text{д}}n$$

При $B \geq 3,5R_{\text{ч}}$ після першої лобової західки виїмку продовжують розробляти однією або декількома бічними західками.

Ширина кожної бічної західки дорівнює

$$B_{\text{б}} = \left(\sqrt{R_{\text{max}}^2 - l_{\text{п}}^2} - m \cdot h \right) + \left(R_{\text{розв}} - \frac{b_{\text{т}}}{2} - 1 \right)$$

Драглайн

Розміри та види західок для драглайна визначаються так само, як і для екскаватора зворотна лопата. Застосовується розробка ґрунту лобовою та бічною західками з відвантаженням ґрунту в транспорт або відвал. Драглайн зазвичай пересувається між черговими стоянками на $1/5$ довжини стріли. Залежно від ширини виїмки, способу розвантаження ґрунту (у відвал або в транспортні засоби) та особливостей земляної споруди в практиці знайшли

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 64 |

застосування такі схеми розробки ґрунту, як поперечно-човникова та поздовжньо-човникова.

Поперечно-човникова схема дозволяє набирати ґрунт по черзі з кожного боку самоскида, не припиняючи повороту стріли в момент вивантаження ґрунту. Поздовжньо-човникова схема характеризується набором ґрунту перед задньою стінкою кузова, підйомом ковша та його розвантаженням над кузовом.

Основний час у циклі роботи екскаватора займають повороти, тому човникові схеми з мінімальним кутом повороту для навантаження та вивантаження є оптимальними. Вони дозволяють збільшити продуктивність екскаватора в 1,5...2 рази.

Приклад розв'язку задачі щодо вибору схеми роботи та західки екскаватора

Задача. Вибрати тип екскаватора і запроектувати розробку котловану за наступних вихідних даних: ширина котловану зверху $A = 11,2$ м, знизу $a = 3,2$ м; глибина котловану $h = 4,0$ м; ґрунт – пісок; допустимий ухил відкосів – 1:1 (див. табл. 1). Навантаження ґрунту проводиться в транспортний засіб, $b_T = 2,5$ м.

Розв'язок.

1. Для розробки ґрунту в котловані приймаємо екскаватор зворотна лопата. Технічні характеристики екскаватора вибираємо з нормативно-довідкової літератури з урахуванням характеру виїмки, що розробляється. Так, для екскаватора з гідравлічним приводом Komatsu PC160LC приймаються наступні технічні характеристики:

- об'єм ковша – $0,65 \text{ м}^3$;
- максимальна глибина черпання $H_K = 5,8$ м;
- максимальний радіус черпання $R_K = 9$ м;
- максимальна висота розвантаження $H_{\text{роз}} = 5$ м;
- максимальний радіус розвантаження $R_{\text{роз}} = 7,5$ м.

2. Оскільки ширина котловану поверху $A = 11,2$ м, то $B \leq (1,5 \dots 1,7)R_K$ ($11,2 \leq 1,7 \cdot 9$), тобто розробка котловану вестиметься лобовою західкою по прямій (рис. 35).

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 65 |

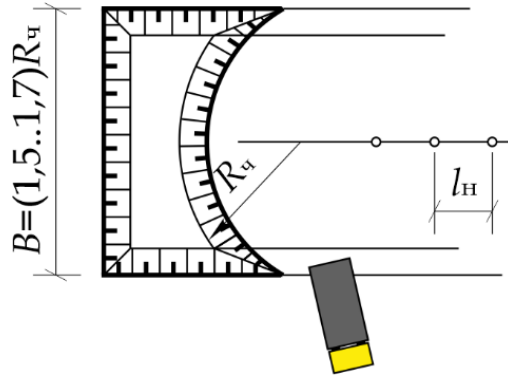


Рис. 35. Проектування екскаваторного вибою

За розрахунком приймається лобова західка екскаватора Komatsu PC160LC. При даному виді західки екскаватор розробляє ґрунт попереду себе та відвантажує його в транспортні засоби, які подаються з однієї із сторін екскаватора заднім ходом. У міру розробки котловану екскаватор переміщається вздовж вибою.

У загальному випадку величина l_n визначається як різниця між максимальним і мінімальним радіусами. У цьому випадку $l_n = 2$ м.

1. Ширину лобової західки поверху при односторонньому вивантаженні визначаємо за формулою (29):

$$B_{\max} = \sqrt{9^2 - 2^2} + \left(7,5 - \frac{2,5}{2} - 1\right) = 8,77 + 5,25 = 14,02 \text{ (м)}$$

Оскільки $B_{\max} > A$, тип екскаватора і проходка обрані правильно.

2. Ширину західки внизу визначаємо за формулою (30):

$$B_1 = 14,02 - 2 \cdot 1 \cdot 4 = 6,02 \text{ (м)}$$

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 66 |

Варіанти завдань

Задача 1. Вибрати тип екскаватора для розробки виїмки та запроєктувати її розробку за умов, зазначених у табл. 20.

Таблиця 20

Варіанти завдань

| № вар. | Розміри виїмки, м | Глибина виїмки, м | Ґрунт |
|--------|-------------------|-------------------|--------------------------|
| 1 | 18×60 | 2,2 | Супісок |
| 2 | 31×100 | 3,6 | Супісок з домішками >10% |
| 3 | 40×60 | 3,2 | Суглинок |
| 4 | 22×72 | 4,0 | Глина |
| 5 | 16×48 | 1,8 | Глина з домішками >10% |
| 6 | 20×118 | 1,5 | Супісок |
| 7 | 35×60 | 2,5 | Суглинок |
| 8 | 12×48 | 2,0 | Пісок |
| 9 | 18×108 | 2,8 | Пісок |
| 10 | 25×60 | 3,2 | Супісок |
| 11 | 32×68 | 3,6 | Суглинок |
| 12 | 12×72 | 2,6 | Пісок |

Задача 2. Вибрати тип екскаватора для розробки виїмки та запроєктувати її розробку за умов, зазначених у табл. 21.

Таблиця 21

Варіанти завдань

| № вар. | Розміри виїмки, м | Глибина виїмки, м | Ґрунт | Розвантаження |
|--------|-------------------|-------------------|----------|---------------|
| 1 | 123×68 | 2,2 | Суглинок | У відвал |
| 2 | 14×450 | 3,6 | Супісок | У транспорт |
| 3 | 36×144 | 1,7 | Суглинок | У відвал |
| 4 | 96×108 | 3,6 | Пісок | У транспорт |
| 5 | 12×120 | 2,6 | Пісок | У транспорт |
| 6 | 3×150 | 3,2 | Супісок | У відвал |
| 7 | 72×72 | 2,0 | Суглинок | У відвал |
| 8 | 108×204 | 1,5 | Супісок | У транспорт |
| 9 | 18×96 | 3,6 | Пісок | У транспорт |
| 10 | 24×144 | 2,2 | Супісок | У відвал |
| 11 | 108×108 | 3,2 | Пісок | У транспорт |
| 12 | 123×68 | 1,7 | Пісок | У транспорт |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 67 |

4. РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ТА ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАНУРЕННЯ ПАЛЬ

Література

1. КНУ РЕКНБ. Збірник 1. «Земляні роботи» / Міністерство розвитку громад та територій України, 2021.
2. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів (СНиП 3.02.01-87, MOD)
3. КНУ РЕКНБ. Збірник 5. «Пальові роботи. Опускні колодязі. Закріплення ґрунтів», 2021.

4.1. ВИЗНАЧЕННЯ МІНІМАЛЬНОЇ ЕНЕРГІЇ УДАРУ МОЛОТА І ВИБІР ТИПУ МОЛОТА ДЛЯ ЗАБИВАННЯ ПАЛЬ ТА ШПУНТА [2]

Фундаменти з паль, паль-оболонок, паль-стовпів влаштовуються за наявності у верхній частині основи слабких ґрунтів. Залежно від характеру розміщення паль виділяють такі види пальових фундаментів.

- поодинокі палі;
- пальові кущі;
- стрічки;
- суцільне пальове поле.

За матеріалом палі поділяються на дерев'яні, залізобетонні, металеві та комбіновані. Залізобетонні палі є найбільш універсальними.

За способом занурення в ґрунт палі можуть бути забивні, занурювані вібруванням, вдавлюванням і загвинчуванням. Для занурення забивних паль використовують пальові молоти, для занурення паль вібруванням – віброзанурювачі та вібромолоти. Палі, що вдавлюються, використовуються у випадку, коли не можна застосовувати динамічні впливи. Палі, що загвинчуються, застосовуються для влаштування фундаментів, що працюють на висмикування.

Пальовий молот включає ударник (падаючу або ударну частину) і ковадло, або шабот (нерухому частину, жорстко з'єднану з головою палі). Крім того, до складу пальового молота входять пристрої для приводу (підйому) ударної частини та її спрямування. Розрізняють механічні, пароповітряні,

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 68 |

дизельні та гідравлічні пальові молоти.

Вибір обладнання для занурення палі і паль-оболонок проводиться за методикою, яка описана в [2] (Додатки 5 та 6).

Необхідна енергія удару молота E_h (кДж), що забезпечує занурення палі до проектної позначки без додаткових заходів, визначається за формулою

$$E_h = \frac{\sum F_i H_i}{B_t} \cdot \left(n + \frac{m_2}{m_4} \right) \quad (31)$$

де F_i – несуча здатність палі в межах i -го шару ґрунту, кН; H_i – товщина i -го шару ґрунту, м; B_t – число ударів молота, необхідне для занурення палі (зазвичай приймається трохи більше 500 ударів); n – параметр визначення необхідної енергії удару молота (приймається по табл. 22); m_2 – маса палі, т; m_4 – маса ударної частини молота, т.

Таблиця 22

Значення параметра для визначення необхідної енергії удару молота

| Тип молота | Пароповітряний механічний | Трубчастий дизель-молот | Штанговий дизель-молот |
|------------|---------------------------|-------------------------|------------------------|
| n | 4,5 | 5,5 | 4,5 |

Мінімальна енергія удару молота E_h (кДж) визначається за формулою

$$E_h = 0,045N \quad (32)$$

де N – розрахункове навантаження, що передається на палю, кН.

У разі забивання похилих палей розрахункова енергія удару молота E_h визначається з урахуванням підвищувального коефіцієнта (табл. 22).

Таблиця 22

Значення підвищувального коефіцієнта для похилих палей

| Нахил палі | 5:1 | 4:1 | 3:1 | 2:1 |
|--------------------------------------|-----|------|------|-----|
| Значення підвищувального коефіцієнта | 1,1 | 1,15 | 1,25 | 1,4 |

Тип молота, що приймається, з енергією удару $E_d > E_h$ повинен задовольняти наступній умові:

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 69 |

$$\frac{m_1 + m_2 + m_3}{E_d} \leq K \quad (33)$$

де K – коефіцієнт застосовності молота (значення наводяться в табл. 23 або [2]); m_1 – маса молота, т; m_2 – маса палі з наголовником, т; m_3 – маса підбабка, т.

Таблиця 23

Значення коефіцієнта застосовності молота K , т/кДж

| Тип молота | Матеріал палі | | |
|--|---------------|-------|----------|
| | Залізобетон | Сталь | Деревина |
| Подвійної дії та трубчастий дизель-молот | 0,6 | 0,55 | 0,5 |
| Одиночної дії та штанговий дизель-молот | 0,5 | 0,4 | 0,35 |
| Підвісний | 0,3 | 0,25 | 0,2 |

Примітка. При зануренні палі будь-якого типу з підмивом, а також палі із труб з відкритим нижнім кінцем зазначені значення коефіцієнтів збільшуються в 1,5 рази.

Вибраний молот для забивання палі необхідно перевірити на мінімально допустиму відмову пального елемента s_{\min} , який приймається рівним мінімально допустимій відмові для даного типу молота, що вказана в його технічному паспорті, але не менше 0,002 м.

При забиванні палі завдовжки понад 25 м або з розрахунковим навантаженням на палю більше 2000 кН вибір молота проводиться за розрахунком, який базується на хвильовій теорії удару. Значення контрольної остаточної відмови s_a при забиванні та добиванні залізобетонних палі довжиною до 25 м залежить від енергії удару E_d обраного молота та несучої здатності палі F_d . При цьому необхідно дотримуватися умови

$$s_a \leq \frac{\eta A E_d}{F_d (F_d + \eta A)} \cdot \frac{m_1 + \varepsilon^2 (m_2 + m_3)}{m_1 + m_2 + m_3} \quad (33)$$

де η - коефіцієнт, кН/м² (приймається за табл. 24 в залежності від матеріалу палі); A – площа, обмежена зовнішнім контуром суцільного або порожнього поперечного перерізу тіла палі (незалежно від наявності або відсутності у палі

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 70 |

вістря), m^2 ; E_d – розрахункова енергія удару молота, кДж (приймається за табл. 25); ε – коефіцієнт відновлення удару (при забиванні залізобетонних паль та паль-оболонок молотами ударної дії із застосуванням наголовника з дерев'яним вкладишем $\varepsilon^2 = 0,2$).

Таблиця 24

Значення коефіцієнта η , кН/м²

| Вид палі | η , кН/м ² |
|------------------------------|----------------------------|
| Залізобетонні з наголовником | 1500 |
| Дерев'яні без підбабка | 1000 |
| Дерев'яні з підбабком | 800 |

Таблиця 25

Визначення розрахункової енергії удару E_d

| Тип молота | E_d , кДж |
|-----------------------------|-------------|
| Підвісний або одиночної дії | GH |
| Трубчастий дизель-молот | $0,9 GH$ |
| Штанговий дизель-молот | $0,4GH$ |

Примітка. G – вага ударної частини молота, кН; H – фактична висота падіння ударної частини дизель-молота, м.

Якщо фактична (виміряна) залишкова відмова $s_a < 0,002$ м, то необхідно передбачити застосування молота з більшою енергією удару. Якщо заміна неможлива, загальна контрольна відмова палі $s_a + s_{el}$ (м) перевіряється на відповідність умові

$$s_a + s_{el} \leq \frac{2E_d \frac{m_1}{m_1 + m_2} + F_d s_{el}}{F_d \left(2 + \frac{F_d}{4}\right) \left(\frac{\eta_p}{A} + \frac{\eta_f}{A_f}\right) \frac{m_4}{m_4 + m_2} \sqrt{2g(H - h)}} \quad (34)$$

де s_{el} – пружна відмова палі (пружні переміщення ґрунту і палі), що

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 71 |

визначається за допомогою відмовоміра, м; η_p і η_f – коефіцієнти переходу від динамічного (що включає в'язкий опір ґрунту) до статичного опору ґрунту, с·м/кН (для ґрунту під нижнім кінцем палі $\eta_p = 0,00025$ с·м/кН, для ґрунту на бічній поверхні палі $\eta_f = 0,025$ с·м/кН); A_f — площа бічної поверхні частини палі, що занурена в ґрунт, м²; m_4 – маса ударної частини молота, т; g — прискорення вільного падіння ($g = 9,81$ м/с²); H – фактична висота падіння ударної частини молота, м; h – висота першого відскоку ударної частини дизель-молота, м

Для влаштування огорожі котлованів можуть використовуватися шпунти. За необхідності забивання шпунта для вибору молота та призначення режиму його роботи по висоті падіння ударної частини необхідно забезпечити виконання умови:

$$\frac{G}{A} \leq K_f K_m \quad (35)$$

де G – вага ударної частини молота, МН; A – площа поперечного перерізу шпунта, м²; K_f - коефіцієнт (приймається за табл. 26 залежно від типу шпунта і розрахункового опору шпунтової сталі за межею плинності); K_m – коефіцієнт (приймається за табл. 27 залежно від типу молота і висоти падіння його ударної частини).

Таблиця 26

Значення коефіцієнта K_f

| Тип сталевго шпунта | Розрахунковий опір шпунтової сталі за межею текучості, МПа | | | | | |
|---------------------|--|------|------|------|------|------|
| | 210 | 250 | 290 | 330 | 370 | 410 |
| Плоский | 0,70 | 0,83 | 0,96 | 1,10 | 1,23 | 1,36 |
| Зетовий | 0,80 | 0,98 | 1,16 | 1,37 | 1,57 | 1,78 |
| Коритний | 0,90 | 1,15 | 1,40 | 1,70 | 2,0 | 2,30 |

Таблиця 27

Значення коефіцієнта K_m , МПа

| Тип молота | Висота падіння ударної частини, м | Значення коефіцієнта K_m , МПа |
|--|-----------------------------------|----------------------------------|
| Пароповітряний одиночної дії або підвісний | 0,4 | 7,5 |
| | 0,8 | 4,5 |
| | 1,2 | 3,0 |
| Пароповітряний подвійної дії | — | 2,0 |
| Дизельний трубчастий | 2,0 | 4,5 |
| | 2,5 | 3,0 |
| | 3,0 | 2,0 |
| Дизельний штанговий | — | 5,0 |

При перевірці контрольних відмов у випадках, коли у проекті дано лише розрахункове навантаження на палю N (кН), несучу здатність палі F_d (кН) можна визначити як

$$F_d \leq \gamma_k N$$

де γ_k - коефіцієнт надійності ($\gamma_k = 1,4$ при розрахунках за формулою (36) і $\gamma_k = 1,25$ при розрахунках за формулою (37) для всіх будівель і споруд, крім мостів).

Приклад вирішення задачі щодо вибору типу молота для забиття палі

Задача. Вибрати тип молота, визначити величину відмови палі, трудомісткість та тривалість робіт із забиття 300 палі при влаштуванні пального фундаменту житлового будинку. Палі довжиною 6 м, переріз 30х30 см. Маса однієї палі 1,35 т, розрахункове навантаження на палю $N = 250$ кН.

Розв'язок.

Хід розв'язання задачі на вибір типу молота та визначення величини відмови палі вказується в [2] або п. 4.1.

1. Визначаємо необхідну мінімальну енергію удару молота для забивання палі E_h за формулою (34):

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 73 |

$$E_h = 0,045 \times 250 = 11,25 \text{ кДж.}$$

2. Вибираємо молот із розрахунковою енергією удару $E_d > E_h$.
Приймаємо трубчастий дизель-молот С-995А: найбільша енергія удару молота $E_d = 22$ кДж; маса ударної частини молота 1250 кг; маса молота $m_1 = 2700$ кг; молот працює з частотою 42 удари на хвилину; максимальна висота підйому ударної частини 3 м.

3. Перевіряємо, чи задовольняє обраний тип молота умовам (35):

$$\frac{2,70 + 1,35 + 0,50 + 0}{22} = 0,21 \leq 0,6$$

де $m_2 = 1,35 + 0,5$ – маса палі з наголовником т; m_3 – маса підбабка, $m_3 = 0$.

4. Визначимо контрольну відмову залізобетонної палі за формулою (46).
Значення коефіцієнта η приймаємо за табл. 28 залежно від матеріалу палі (для залізобетонних паль з наголовником $\eta = 1500$ кН/м²); значення коефіцієнта відновлення удару при забиванні паль $\varepsilon^2 = 0,2$; згідно з перерізом палі (0,3 x 0,3 м) площа, обмежена зовнішнім контуром перерізу палі, $A = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09$ м²; значення несучої здатності палі F_d визначаємо за формулою

$$F_d = K_d N = 1,4 \cdot 250 = 350 \text{ (Н)}$$

де K_d – коефіцієнт надійності ($K_d = 1,4$).

Тоді контрольна відмова палі

$$s_a = \frac{1500 \cdot 0,09 \cdot 22}{350 \cdot (350 + 1500 \cdot 0,09)} \cdot \frac{2,7 + 0,2(1,35 + 0,5 + 0)}{2,7 + 1,35 + 0,5 + 0} = 0,012 \text{ (м)}$$

5. Орієнтовно визначаємо, на яку відстань занурюється паля за одну хвилину роботи дизель-молота (молот працює з частотою 42 удари на хвилину):

$$\Delta a = s_a \cdot 42 = 0,496 \text{ (м/хв)}$$

6. З деяким наближенням визначимо час забивання палі:

$$\frac{6 - 0,5}{0,496} = 11,1 \text{ (хв)}$$

Відповідно до [1] норма часу на занурення одиничних паль дизель-молотом на базі екскаватора становить 1,84 маш-год. Тоді трудомісткість

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 74 |

робіт із забивання паль складає:

$$T_{\text{маш}\cdot\text{зм}} = 300 \cdot 1,84 = 552 \text{ (маш}\cdot\text{год)}$$

Тривалість робіт із забивання паль складає:

$$t = 552/8 = 69 \text{ (змін)}$$

Варіанти завдань

Вибрати тип молота, визначити величину відмови палі, трудомісткість і тривалість робіт з влаштування паль, використовуючи дані табл. 27.

Таблиця 27

Вихідні дані

| № вар. | Тип палі | Розмір поперечного перерізу палі, см | Довжина палі, м | Розрахункове навантаження, кН | Маса палі, кг | К-ть палі, шт | Тип молота |
|--------|-------------------|--------------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------------|---------------|----------------|
| 1 | Квадратна | 25×25 | 4,5 | 250 | 730 | 20 | Пароповітряний |
| 2 | Квадратна | 20×20 | 5,5 | 150 | 580 | 350 | Дизельний |
| 3 | Квадратна | 30×30 | 9,0 | 420 | 2050 | 150 | Трубчатий |
| 4 | Квадратна | 35×35 | 8,0 | 500 | 2500 | 200 | Дизельний |
| 5 | Квадратна | 40×40 | 13,0 | 680 | 5250 | 100 | Штанговий |
| 6 | Кругла порожниста | Ø40 | 4,0 | 250 | 800 | 180 | Пароповітряний |
| 7 | Кругла порожниста | Ø40 | 5,0 | 400 | 1000 | 90 | Дизельний |
| 8 | Кругла порожниста | Ø50 | 5,0 | 450 | 1410 | 270 | Трубчатий |
| 9 | Кругла порожниста | Ø50 | 8,0 | 800 | 2130 | 120 | Дизельний |
| 10 | Квадратна | 35×35 | 6,0 | 250 | 620 | 250 | Дизельний |
| 11 | Квадратна | 40×40 | 8,0 | 320 | 4050 | 180 | Трубчатий |
| 12 | Кругла порожниста | Ø60 | 9,0 | 1200 | 3630 | 60 | Штанговий |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 75 |

4.2. ВИБІР ТИПУ ВІБРОЗАНУРЮВАЧА ДЛЯ ЗАНУРЕННЯ ПАЛЬОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ

До способів безударного занурення паль відносяться, перш за все, віброзанурення, вдавлювання та загвинчування. Ці способи характеризуються безпечним режимом встановлення паль по відношенню до навколишніх існуючих будівель та споруд.

Віброзанурювач є збудником спрямованих коливань уздовж осі палі. З'єднуючись з палею за допомогою наголовника, він чинить на неї циклічне зусилля (примусову силу), за допомогою якого долаються опори зануренню палі в ґрунт. Занурення палі буде забезпечено, якщо зусилля разом із статичним привантаженням буде більше вказаних опорів ґрунту. В іншому випадку енергія віброзанурювача витратиться на пружне деформування палі та прилеглої до неї зони ґрунту без здійснення корисної роботи.

Величина примусової сили віброзанурювача F_0 (кН) визначається за формулою

$$F_0 = \frac{\gamma_g - 2,8G_n}{k_s} \quad (36)$$

де γ_g – коефіцієнт надійності по ґрунту ($\gamma_g = 1,4$); N – розрахункове проектне навантаження на пальовий елемент, а у разі занурення пальових елементів до розрахункової глибини – глибинний опір, що відповідає цій розрахунковій глибині занурення в ґрунт пального елемента, кН; G_n – сумарна вага вібросистеми, включаючи віброзанурювач, пальовий елемент та наголовник, кН; k_s – коефіцієнт зниження бічного опору ґрунту під час віброзанурення (приймається за табл. 28).

Величина мінімальної примусової сили віброзанурювача F_0 для паль-оболонок і порожнистих паль приймається:

- при зануренні паль-оболонок (з вилученням ґрунту з внутрішньої порожнини в ході занурення) – не нижче ніж $1,3G_n$;
- при зануренні порожнистих паль (без вилучення ґрунту) – не менше $2,5 G_n$.

Коефіцієнт зниження бічного опору ґрунту

| Ґрунт | k_s | Ґрунт | k_s |
|------------------------------------|-------|---|-------|
| Піщані вологі середньої щільності: | | Глинисті з показником плинності I_L : | |
| гравелісті | 2,6 | 0,0 | 1,3 |
| крупні | 3,2 | 0,1 | 1,4 |
| середні | 4,9 | 0,2 | 1,5 |
| пилуваті | 5,6 | 0,3 | 1,7 |
| дрібні | 6,2 | 0,4 | 2,0 |
| | | 0,5 | 2,5 |
| | | 0,6 | 3,0 |
| | | 0,7 | 3,3 |
| | | 0,8 | 3,5 |

- Примітки.* 1. Для водонасичених крупних пісків значення k_s збільшують в 1,2 рази, середніх – у 1,3 рази, дрібних і пилуватих – у 1,5 рази.
2. Для замулених пісків значення зменшують у 1,2 рази.
3. Для щільних пісків значення k_s зменшують у 1,2 рази, для пухких – збільшують у 1,1 рази.
4. Для проміжних значень показника плинності глинистих ґрунтів значення k_s визначають інтерполяцією.
5. При шаруватому напластуванні ґрунтів коефіцієнт k_s визначають як середньозважений по глибині.

За величиною примусової сили підбирається віброзанурювач найменшої потужності, у якого статичний момент маси дебалансів K_m (проміжне значення K_m для віброзанурювача з регульованими параметрами) (кг·м) задовольняє умові:

$$K_m \geq M_c \cdot A_0 / 100 \quad (37)$$

де M_c – сумарна маса віброзанурювача, палі та наголовника, кг; A_0 – необхідна амплітуда коливань за відсутності опорів ґрунту, см (наразі приймається за табл. 29).

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 77 |

Таблиця 29

Необхідна амплітуда A_0 за відсутності опорів ґрунту, см

| Ґрунт | Глибина | |
|--|---------|------------|
| | До 20 м | Понад 20 м |
| Водонасичені піски та супіски, мули, м'яко- та плиннопластичні, пілуватоглинисті ґрунти з показником плинності $I_L > 0,5$ | 0,7 | 0,9 |
| Вологі піски, супіски, тугопластичні, пілуватоглинисті ґрунти з показником плинності $I_L > 0,3$ | 1,0 | 1,2 |
| Напівтверді та тверді, пілуватоглинисті ґрунти, гранчасті маловологі щільні піски. | 1,4 | 1,6 |

Примітка. При виборі типу віброзанурювача для заглиблення порожнистих паль і паль-оболонок із вилученням ґрунту з внутрішньої порожнини зазначені значення A_0 зменшують у 1,2 рази. При шаруватому напластуванні ґрунтів значення A_0 приймається для найважчого ґрунту з числа прорізуваних.

При остаточному виборі типу віброзанурювача враховуються такі моменти:

- при рівній примусовій силі більшу занурювальну здатність має віброзанурювач з більшим статичним моментом маси дебалансів K_m ;
- за інших рівних умов вибирається віброзанурювач з параметрами, що регулюються в процесі роботи.

При необхідності занурення важких паль-оболонок можливе використання спарених віброзанурювачів. У такому разі моменти дебалансів віброзанурювачів додаються.

Наприкінці віброзанурення всякого пальового елемента при швидкості віброзанурення v в останній заставі не менше 2 см/хв повинна виконуватись умова:

$$N \leq \left(\frac{6000w - 2nF_s(2A_r - v/n)}{v} \right) \frac{f_r}{\gamma_g}$$

де N – розрахункове навантаження на пальовий елемент, кН; w – потужність, що витрачається на рух вібросистеми, кВт; n – фактична частота коливань вібросистеми, мін^{-1} ; F_s – бічний опір ґрунту при віброзануренні, кН; A_r –

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 78 |

фактична амплітуда коливань, см (приймається рівною половині повного розмаху коливань пальового елемента на останній хвилині занурення); f_r – коефіцієнт впливу інерційних і в'язких опорів на несучу здатність палі (приймається за табл. 30); γ_g – коефіцієнт надійності по ґрунту ($\gamma_g = 1,4$).

Таблиця 30

Коефіцієнт впливу f_r

| Ґрунт | Коефіцієнт впливу f_r |
|---|-------------------------|
| Піски та супіски тверді | 1,00 |
| Супіски пластичні, суглинки та глини тверді | 0,95 |
| Суглинки та глини: | |
| напівтверді | 0,90 |
| тугопластичні | 0,85 |
| м'якопластичні | 0,80 |

Примітка. При прорізанні палями шаруватих ґрунтів коефіцієнт f_r визначається як середньозважений.

Потужність w визначається за формулою

$$w = \eta w_h - w_0$$

де η - ККД електродвигуна (приймається за паспортними даними у розмірі 0,83...0,90 залежно від навантаження); w_h – споживана з мережі активна потужність в останній заставі, кВт; w_0 – потужність холостого ходу, кВт (при відсутності паспортних даних приймається рівною 25% номінальної потужності віброзанурювача).

Бічний опір ґрунту при віброзануренні F_s розраховується:

$$F_s = \frac{1500w}{A_r \left(n + \frac{v+2}{2A_0} \right)}$$

де A_0 – розрахункова амплітуда коливань вібросистеми без опорів, см, у даному випадку визначається за формулою

$$A_0 = \frac{100K_m}{M_c}$$

Контроль за зануренням паль методом вдавлювання проводиться за двома параметрами: глибиною занурення та зусиллям вдавлювання N_B .

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 79 |

Наприкінці занурення, коли нижній кінець палі досягає відміток, близьких до проектних, занурення палі зупиняється за умови

$$N_B \geq k_g \frac{F_d}{m}$$

де N_B – зусилля вдавлювання, кН; k_g - коефіцієнт надійності ($k_g = 1,2$); F_d – здатність несучої палі, зазначена в проекті, кН; m - коефіцієнт умов роботи (за відсутності дослідних даних $m = 0,9$).

Приклад вирішення задачі на вибір типу віброзанурювача для занурення порожніх палей

Задача. Вибрати тип віброзанурювача для занурення порожнистих палей діаметром 60 см, довжиною 6 м; маса палі 2,35 т; розрахункове навантаження на палю 1600 кН; ґрунт – пісок пилюватий, пухкий, вологий.

Рішення.

1. Вибираємо марку віброзанурювача залежно від розмірів палей відповідно приймаємо віброзанурювач ВРП-15/60.

2. За даними з характеристик визначаємо масу віброзанурювача 5 т. Далі для розрахунків враховуємо масу палі 2,35 т, масу наголовника приймаємо рівною 0,5 т.

Таким чином, сумарна вага вібросистеми, включаючи віброзанурювач, пальовий елемент і наголовник, складе:

$$G_n = 5 + 2,35 + 0,5 = 7,85 \text{ т} = 78,5 \text{ кН}$$

3. Для пісків пилюватих, пухких, вологих за табл. 28 обчислюємо значення коефіцієнта зниження бічного опору ґрунту:

$$k_s = 1,1 - 5,6 = 6,16.$$

4. Розраховуємо значення необхідної сили віброзанурювача за формулою (43):

$$F_0 = \frac{1,4 \cdot 1600 - 2,8 \cdot 78,5}{6,16} = 328 \text{ (кН)}$$

| | | | | |
|----------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 80 |

Оскільки максимальна сила віброзанурювача ВРП-15/60 $F_0 = 348 > 328$ кН, то марка віброзанурювача обрана правильно.

5. Мінімальне значення примусової сили віброзанурювача при зануренні порожнистих паль без вилучення ґрунту має задовольняти умові:

$$F_0 > 2,5G_n = 2,5 \cdot 78,5 = 196,25 \text{ кН.}$$

6. Визначимо необхідний статичний момент маси дебалансів за формулою (37):

$$K_m \geq 7850 \cdot \frac{1,0}{100} = 78,5 \text{ (кг)}$$

Для ВРП-15/60 $K_m = 15 \text{ т}\cdot\text{см} = 150 \text{ кг}\cdot\text{м} > 78,5 \text{ кг}\cdot\text{м}$, тому марка віброзанурювача обрана правильно.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 81 |

Варіанти завдань

Вибрати тип віброзанурювача для занурення паль, використовуючи вихідні дані табл. 31.

Таблиця 31

Вихідні дані

| № вар. | Характеристика залізобетонних порожнистих паль та паль-оболонок | | | | Розрахункове навантаження, кН | Геологічні умови |
|--------|---|-------------|------------|----------|-------------------------------|---|
| | Діаметр, см | Товщина, см | Довжина, м | Маса, кг | | |
| 1 | 80 | 10 | 4 | 2 530 | 670 | Пісок дрібний пухкий, водонасичений |
| 2 | 60 | 10 | 5 | 2 120 | 480 | Пісок дрібний пухкий, водонасичений |
| 3 | 80 | 10 | 6 | 3 630 | 1100 | Пісок середньої щільності, дрібний, вологий |
| 4 | 100 | 12 | 6 | 4 980 | 1500 | Пісок середньої щільності, дрібний, вологий |
| 5 | 160 | 12 | 6 | 8 430 | 2200 | Пісок середньої щільності, великий, вологий |
| 6 | 120 | 12 | 7 | 7 180 | 1800 | Пісок середньої щільності, великий, вологий |
| 7 | 100 | 12 | 7 | 5 800 | 1600 | Суглинок тугопластичний ($I_L = 0,4$) |
| 8 | 100 | 12 | 9 | 7 130 | 2000 | Глина тугопластична ($I_L - 0,3$) |
| 9 | 120 | 12 | 12 | 9 950 | 85 | Супісок м'якопластичний ($I_L = 0,6$) |
| 10 | 120 | 10 | 4 | 1 800 | 1600 | Суглинок туго-пластичний ($I_L = 0,4$) |
| 11 | 160 | 10 | 8 | 7 430 | 2000 | Пісок середньої щільності, великий, вологоватий |
| 12 | 160 | 12 | 11 | 15 430 | 2500 | Глина м'якопластична ($I_L = 0,6$) |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 82 |

5. ВИЗНАЧЕННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ РОБІТ. СКЛАДАННЯ КАЛЬКУЛЯЦІЙ ВИТРАТ ПРАЦІ

Література

1. КНУ РЕКНБ. Збірник 1. «Земляні роботи» / Міністерство розвитку громад та територій України, 2021.
2. КНУ РЕКНБ. Збірник 6. «Бетонні та залізобетонні конструкції монолітні» / Міністерство розвитку громад та територій України, 2021.
3. КНУ РЕКНБ. Збірник 7. «Бетонні та залізобетонні конструкції збірні» / Міністерство розвитку громад та територій України, 2021.
4. КНУ РЕКНБ. Вказівки щодо застосування ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи / Міністерство розвитку громад та територій України, 2021.
5. Довідник кваліфікаційних характеристик професій працівників / Держбуд України, Мінпраці України, 2000 — 2001
6. Р В.3.2-218-202-2003 Методичні рекомендації з розробки технологічних карт і регламентів /
7. ДБН А.3.1-5:2016 Організація будівельного виробництва
8. Програмний комплекс «Кошторис 8»

5.1. ВИЗНАЧЕННЯ ТРУДОМІСТКОСТІ РОБІТ

Система норм і нормативів в будівництві включає два рівня: виробничий і кошторисний.

Виробничі норми встановлюють величину витрат праці, машинного часу і витрати матеріалів на робочі рухи, робочі прийоми і робочі операції. Вони застосовуються для внутрішнього обліку і контролю виробничого процесу, організації праці робітників і оплати їх праці, визначення фінансових витрат і результатів в підрядних організаціях. Виробничі норми розробляються методами технічного нормування на основі спостережень на робочих місцях. Нормування праці засновано на визначенні необхідних витрат з ефективним використанням ресурсів при дотриманні режимів праці і відпочинку.

Виробничі норми витрат праці використовуються при складанні калькуляцій витрат праці та заробітної плати на комплекс робіт і при підготовці наряд-завдань робітникам. На основі виробничих норм витрати

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 83 |

ресурсів розробляються *кошторисні норми* витрат праці, машинного часу і витрати матеріалів. Вони розраховуються методом калькулювання витрат на кошторисний вимірник. Укрупнення і усереднення дозволяє обмежити кількість кошторисних норм. Кошторисна нормування передбачає відхилення середніх величин від умов реального виробництва, що обмежує їх використання для низового планування бригад.

Продуктивність праці - основний показник ефективності трудової діяльності робітника. Продуктивність праці на будівельних роботах визначається:

- виробітком – кількістю будівельної продукції, виробленої за одиницю часу (годину, зміну тощо);
- трудомісткістю – витратами робочого часу (люд·год, люд·дн і т.д.) на одиницю будівельної продукції (100 м³ ґрунту, 1000 м² спланованої поверхні, 1 м³ залізобетону і т.д.).

Продуктивність праці робітника тим вища, чим менше часу витрачається на виготовлення одиниці продукції. Кількісно трудомісткість кожного будівельного процесу регламентується технічним нормуванням.

Технічне нормування – це розробка технічно обґрунтованих норм витрат робочого чи машинного часу та витрати матеріалів на одиницю будівельної продукції шляхом детального вивчення будівельних процесів. Ці норми потім зводяться у Кошторисні норми України [1-4].

Норма виробітку ($N_{\text{вир}}$) – кількість продукції належної якості, вироблена працівником за одиницю часу за умови правильної організації праці (шт., м, т, м², м³).

Норма часу ($N_{\text{час}}$) – кількість робочого часу, достатня для виготовлення одиниці доброякісної продукції робітникам відповідної професії та кваліфікації в умовах правильної організації праці (люд·год, люд·дн). Якщо норма часу вказана для ланки, то фактичний час роботи визначається діленням норми часу на кількість виконавців.

Норма машинного часу – кількість робочого часу машини (маш·год, маш·зм), необхідного для виробництва одиниці машинної продукції належної

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 84 |

якості за умов правильної організації роботи, що дозволяє максимально використовувати експлуатаційну продуктивність машини.

Норми часу та норми виробітку взаємопов'язані. При необхідності за ними можна визначити продуктивність робітників та склад ланки.

Норми часу бувають кількох типів:

- елементарні – встановлюють норми часу лише на одну виробничу операцію (наприклад, підготовку поверхні під облицювання плиткою);
- укрупнені – об'єднують ряд операцій, що становлять єдиний виробничий процес (фарбування 1 м² поверхні, включаючи підготовку основи, ґрунтування, затирання, фарбування в кілька шарів і т.д.);
- комплексні – охоплюють комплекс процесів (цегляна кладка 1 м³, що включає саму кладку, кладку перемичок, перестановку риштування, подачу матеріалів в зону робіт).

Норма виробітку, витрати праці та тривалість робіт визначаються наступним чином.

Норма виробітку $H_{\text{вир}}$ на будь-який вид робіт визначається за формулою:

$$H_{\text{вир}} = \frac{\Phi}{H_{\text{час}}} \quad (38)$$

де $H_{\text{час}}$ – норма часу (приймається по КНУ РЕКН [1-4]); Φ – загальний фонд робочого дня одного чи кількох робочих, год.

Витрати праці підраховуються виходячи з таких формул:

$$T_{\text{люд}\cdot\text{год}(\text{маш}\cdot\text{год})} = V \cdot H_{\text{час}} \quad (39)$$

де V – обсяг цього виду робіт;

$$T_{\text{люд}\cdot\text{дн}(\text{маш}\cdot\text{зм})} = \frac{T_{\text{люд}\cdot\text{год}(\text{маш}\cdot\text{год})}}{\delta} \quad (40)$$

де δ – тривалість зміни, год.

Тривалість робіт у змінах ($t_{\text{зм}}$) та добах ($t_{\text{доб}}$) визначається за формулами:

$$t_{\text{зм}} = \frac{T_{\text{люд}\cdot\text{дн}(\text{маш}\cdot\text{зм})}}{N} \quad (41)$$

де N – кількість працюючих людей (машин);

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 85 |

$$t_{\text{доб}} = \frac{T_{\text{люд} \cdot \text{дн}(\text{маш} \cdot \text{зм})}{Nn} \quad (42)$$

де n – кількість змін на добу.

Приклад визначення складу ланки, норм виробітку, трудомісткості та тривалості будівельно-монтажних робіт

Задача 1. Визначити склад ланки монтажників, якщо трудомісткість робіт із встановлення конструкції становить 4,4 люд·год, а витрати часу роботи механізму – 1,1 маш·год.

Рішення.

Склад ланки монтажників відповідно до умови завдання становитиме:

$$N_{\text{люд}} = \frac{4,4}{1,1} = 4 \text{ (робітники)}$$

Конструкцію з використанням крана встановлять 4 монтажники за 1,1 год роботи.

Задача 2. Визначити норму виробітку ланки робітників за зміну при бетонуванні фундаментів під колони. Склад ланки: бетонник 4-го розряду – 1, бетонник 2-го розряду – 1. Об'єм фундаменту – 9 м³; спосіб ущільнення бетонної суміші – вібраційний.

Рішення.

1. Норма часу при укладанні бетонної суміші в окремі конструкції вручну при об'ємі конструкцій від 5 до 10 м³ складе 3,676 люд·год на 1 м³ залізобетону у ділі [2].

2. Норму виробітку ланки робітників визначаємо за формулою (38):

$$N_{\text{вир}} = \frac{8 \cdot 2}{3,676} = 4,35 \text{ (м}^3\text{/см)}$$

Задача 3. Визначити трудомісткість робіт із встановлення 10 залізобетонних ферм прольотом 24 м.

Рішення.

1. Норма часу на встановлення 1 ферми прольотом 24 м становить 24,07

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 86 |

люд·год для монтажників конструкції та 6,19 маш·год для машин (автомобілі та кран) [3].

2. Загальну трудомісткість робіт із встановлення 10 залізобетонних ферм визначаємо за формулою (39):

$$T_{\text{люд·год}} = 10 \cdot 24,07 = 240,7 \text{ (люд · год)}$$

$$T_{\text{маш·год}} = 10 \cdot 6,19 = 61,9 \text{ (маш · год)}$$

Задача 4. Визначити нормативну тривалість робіт із монтажу 20 фундаментних блоків стаканного типу під колони. Вага фундаментного блоку – 2,5 т.

Рішення.

1. Норма часу на встановлення 1 фундаментного блоку становить 3,57 люд·год для монтажників конструкцій [3]. Склад ланки монтажників – 3 особи [3].

2. Загальна трудомісткість робіт з монтажу 20 фундаментних блоків за формулою (39) становитиме:

$$T_{\text{люд·год}} = 20 \cdot 3,57 = 71,4 \text{ (люд · год)}$$

3. За формулою (47) обчислюємо загальну трудомісткість робіт у змінах:

$$T_{\text{люд·дн}} = \frac{71,4}{8} = 8,93 \text{ (люд · дн)}$$

4. При ланці з трьох монтажників тривалість робіт у змінах за формулою (41) складе:

$$t_{\text{зм}} = \frac{8,93}{3} = 2,93 \text{ (змін)}$$

5. При ланці з трьох монтажників для визначення тривалості робіт приймемо кількість змін на добу $n = 2$. Тоді тривалість у днях (добах) за формулою (42) складе:

$$t_{\text{доб}} = \frac{8,93}{3 \cdot 2} = 1,49 \text{ (дні)}$$

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 87 |

Варіанти завдань

1. Визначити норму виробітку ланки робітників за зміну розробки немерзлого ґрунту траншеї за наявності кріплень. Глибина виїмки до 2 м. Ґрунт – суглинок легкий, $\gamma = 1700 \text{ кг/м}^3$. Ґрунт розпушується вручну.

2. Визначити норму виробітку ланки робітників за зміну при бетонуванні колон. Розмір поперечного перерізу колони $400 \times 800 \text{ мм}$. Бетонна суміш ущільнюється вібратором.

3. Визначити норму виробітку ланки робітників за зміну при розробці ґрунту екскаватором пряма лопата. Ємність ковша екскаватора $0,65 \text{ м}^3$. Розробка ґрунту ведеться з навантаженням у транспортні засоби. Висота вибою 5 м. Ґрунт – пісок середньої крупності без домішок, $\gamma = 1700 \text{ кг/м}^3$.

4. Визначити норму виробітку машиніста за зміну при розробці ґрунту екскаватором зворотна лопата. Місткість ковша $0,15 \text{ м}^3$. Розробка ґрунту ведеться у відвал. Глибина вибою $0,8 \text{ м}$. Ґрунт – глина важка, $\gamma = 1950 \text{ кг/м}^3$.

5. Визначити трудомісткість робіт при розробці ґрунту вручну в котловані $6 \times 4 \text{ м}$ при складуванні ґрунту у односторонній відвал. Об'єм ґрунту, що розробляється $10\,000 \text{ м}^3$. Ґрунт – глина жирна м'яка, без домішок, $\gamma = 1750 \text{ кг/м}^3$. При розробці ґрунту кріплення відсутні. Ґрунт розпушується вручну.

6. Визначити трудомісткість робіт при влаштуванні котловану екскаватором марки Caterpillar 320D LRR. Розробка ведеться із завантаженням у транспортні засоби. Об'єм котловану – 8000 м^3 , глибина – $1,5 \text{ м}$. Ґрунт – пісок без домішок, $\gamma = 1600 \text{ кг/м}^3$.

7. Визначити трудомісткість робіт при монтажі 20 колон масою 10 т у стакани фундаментів. Вивіряння та тимчасове закріплення колон здійснюються за допомогою кондуктора.

8. Визначити трудомісткість робіт при монтажі 10 колон масою понад $13,5 \text{ т}$ у стакани фундаментів. Вивіряння та тимчасове закріплення колон здійснюються за допомогою інвентарних клинів.

9. Визначити нормативну тривалість робіт під час влаштування котловану об'ємом $50\,000 \text{ м}^3$ екскаватором зворотна лопата марки Caterpillar 365C L. Місткість ковша екскаватора $2,5 \text{ м}^3$. Розробка ведеться з

| | | | | |
|----------------------------|---|----------------|----------------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | <i>Випуск 1</i> | <i>Зміни 0</i> | <i>Екземпляр № 1</i> | <i>Арк 112 / 88</i> |

навантаженням у транспортні засоби. Ґрунт – пісок без домішок, $\gamma = 1600 \text{ кг/м}^3$.

10. Визначити трудомісткість робіт ланки робітників при розвантаженні вручну ґрунту в котловані шириною 12 м і глибиною 2 м при розвантаженні ґрунту по обидві сторони. Об'єм робіт 3000 м^3 . Ґрунт – суглинок легкий лесовий, $\gamma = 1700 \text{ кг/м}^3$. Ґрунт розпушується вручну.

11. Визначити нормативну тривалість робіт на добу при монтажі 14 колон масою понад 10 т у стакани фундаментів; кількість змін на добу – 2.

12. Визначити нормативну тривалість робіт (у змінах) при монтажі 20 колон масою 3 т у стакани фундаментів.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 89 |

5.2. Калькуляція та нормування витрат праці

5.2.1. Калькуляція витрат праці при розробці ґрунту в котлованах та траншеях

Форма калькуляції трудових витрат наводиться у КНУ Настанова з розроблення ресурсних елементних кошторисних норм [4]. Калькуляція трудових витрат складається виходячи з підрахунку обсягів робіт. Слід враховувати, що одиниці виміру обсягів робіт з різних процесів повинні відповідати прийнятим в КНУ РЕКН.

Для складання калькуляції трудових витрат витрати праці підраховуються у люд·год (маш·год) за формулою (39); в люд·дн (маш·зм) за формулою (40).

Склад ланки – професія, розряд і кількість робочих – визначається за [5] за відповідними таблицями.

У калькуляцію включаються роботи з розробки ґрунту землерийною машиною в зимовий та літній періоди, влаштування підготовок під фундаменти, роботи зі зворотного засипання та ущільнення пазух котлованів або траншей.

Об'єм ущільнення ґрунту в пазухах фундаменту дорівнює об'єму зворотного засипання, причому приблизно 25...30% приймається для ущільнення вручну, а решта 70...75% – для механізованого ущільнення. Більш точно обсяг ущільнення вручну визначається за геометричними розмірами.

Результати розрахунків зводять у табл.32, форма якої наводиться в [5].

Таблиця 32

Калькуляція витрат праці

| № | Обґрунтування норм | Найменування технологічних операцій | Одиниця виміру технологічної операції | Обсяг технологічної операції | Кількісний та кваліфікаційний склад ланки робітників | | Витрати праці робітників на обсяг технологічної операції, люд-год (гр.8× гр.5) | |
|---|--------------------|--|---------------------------------------|------------------------------|--|-----------|--|---|
| | | | | | розряд | кількість | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | Всього витрати праці робітників-будівельників (з Урахуванням непередбачених витрат): | | | | | | |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 91 |

Приклади розв'язання задач зі складання калькуляцій витрат праці

Задача 1. Скласти калькуляцію витрат праці на розробку ґрунту в котловані у зимовий час за наступних умов: обсяг розробки мерзлого ґрунту — 5712 м³, обсяг розробки немерзлого ґрунту — 346 м³, ґрунт II групи. Ґрунт вивозиться автосамоскидами на відстань до 5 км.

Рішення.

Хід розв'язку задачі та її оформлення див. у табл. 33.

Задача 2. Скласти калькуляцію витрат праці при розробці ґрунту траншеєю об'ємом 14 004 м³ влітку. Розробка ведеться з навантаженням у транспорт і у відвал. Обсяг ґрунту, що завантажується в транспорт і вивозиться на відстань 25 км, становить 524 м³. Ґрунт II групи.

Рішення.

Хід розв'язку задачі та її оформлення див. у табл. 34.

Задача 3. Скласти калькуляцію витрат праці на зворотне засипання та ущільнення пазах траншей за таких умов: об'єм ґрунту зворотної засипки становить 13 480 м³; ґрунт II групи; відстань переміщення ґрунту до 5 м.

Рішення.

Хід розв'язку задачі та її оформлення див. у табл. 35.

Таблиця 33

Калькуляція витрат праці

| № | Обґрунтування норм | Найменування технологічних операцій | Одиниця виміру технологічної операції | Обсяг технологічної операції | Кількісний та кваліфікаційний склад ланки робітників | | Витрати праці робітників на одиницю виміру. люд-год | Витрати праці робітників на обсяг технологічної операції, люд-год (гр.8× гр.5) |
|---|--------------------|---|---------------------------------------|------------------------------|--|-----------|---|--|
| | | | | | розряд | кількість | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | КБ1-189-2 | Попереднє розпушування мерзлого ґрунту (II гр.) екскаватором, обладнаним клин-молотом | 1000 м ³ | 5,712 | 6 | 1 | 95,2 | 652,54 |
| 2 | КБ1-17-8 | Розробка немерзлого ґрунту (II гр.) екскаватором з ємністю ковша 0,65 м ³ з навантаженням у транспорт. | 1000 м ³ | 6,058 | 6 | 1 | 48,5 | 293,81 |
| 3 | С311-5 | Транспортування автосамоскидами ґрунту для пішаної подушки | 1 т | 10 300 | - | 1 | 0,099 | 1019,56 |
| 4 | КБ1-24-1 | Підсіпання ґрунту (II гр.) бульдозером на відстані переміщення до 5 м | 1000 м ³ | 0,034 | 6 | 1 | 16,73 | 0,57 |
| | | | | | | | | |
| | | Всього витрати праці робітників-будівельників (з урахуванням попередбачених витрат): | | | | | | 1966,48 |

Таблиця 34

Калькуляція витрат праці

| № | Обґрунтування норм | Найменування технологічних операцій | Одиниця виміру технологічної операції | Обсяг технологічної операції | Кількісний та кваліфікаційний склад ланки робітників | | Витрати труда робітників на одиницю виміру, люд-год | Витрати труда робітників на обсяг технологічної операції, люд-год (гр.8× гр.5) |
|---|--------------------|---|---------------------------------------|------------------------------|--|-----------|---|--|
| | | | | | розряд | кількість | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | КБ1-189-2 | Розробка немерзлого ґрунту (II гр.) екскаватором з ємністю ковша 0,65 м ³ з навантаженням у транспорт. | 1000 м ³ | 0,524 | 6 | 1 | 48,5 | 25,41 |
| 2 | КБ1-12-8 | Розробка немерзлого ґрунту (II гр.) екскаватором з ємністю ковша 0,65 м ³ зі складуванням у відвал. | 1000 м ³ | 13,480 | 6 | 1 | 32,81 | 442,28 |
| 3 | СЗ11-5 | Транспортування автосамоскидами ґрунту для піщаної подушки | 1 т | 838 | - | 1 | 0,099 | 82,96 |
| 4 | КБ1-24-1 | Підсилення ґрунту (II гр.) бульдозером на відстані переміщення до 5 м | 1000 м ³ | 0,052 | 6 | 1 | 16,73 | 0,87 |
| | | | | | | | | |
| | | Всього витрати труда робітників-будівельників (з урахуванням попередніх витрат): | | | | | | 551,52 |

Таблиця 35

Калькуляція витрат праці

| № | Обрунгування норм | Найменування технологічних операцій | Одиниця виміру технологічної операції | Обсяг технологічної операції | Кількісний та кваліфікаційний склад ланки робітників | | Витрати труда робітників на одиницю виміру, люд-год | Витрати труда робітників на обсяг технологічної операції, люд-год (гр.8× гр.5) |
|---|-------------------|--|---------------------------------------|------------------------------|--|-----------|---|--|
| | | | | | розряд | кількість | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | КБ1-27-5 | Зворотне засипання пазах траншей бульдозером потужністю 79 кВт при переміщенні до 5 м. | 1000 м ³ | 13,480 | 6 | 1 | 10,37 | 139,79 |
| 2 | КБ1-12-8 | Ущільнення після зворотного засипання вручну пневматичними трамбівками | 100 м ³ | 40,44 | 6 | 1 | 18,36 | 742,48 |
| 3 | С311-5 | Ущільнення після зворотного засипання вібраційними котками масою 2,2т. | 1000 м ³ | 9,436 | - | 1 | 36,55 | 344,89 |
| | | | | | | | | |
| | | Всього витрати труда робітників-будівельників (з урахуванням неперелічених витрат): | | | | | | 1 227,16 |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 95 |

Варіанти завдань

Визначити трудоемність і тривалість робіт з влаштування котлованів і траншей, засипання та ущільнення пазах. Скласти калькуляції витрат за умов, наведених у табл. 36.

Таблиця 36

Вихідні дані

| № вар. | Розміри виймки по дну, м | Глибина виймки, м | Сезон проведення робіт | К-ть змін на добу | Вид ґрунту | Глибина промерзання ґрунту, м |
|-----------------|--------------------------|-------------------|------------------------|-------------------|------------|-------------------------------|
| Котлован | | | | | | |
| 1 | 18×60 | 4,2 | Літо | 2 | Супісок | — |
| 2 | 31×100 | 3,4 | Зима | 2 | Супісок | 1,4 |
| 3 | 40×60 | 4,0 | Літо | 2 | Суглинок | — |
| 4 | 22×72 | 2,8 | Зима | 2 | Пісок | 1,0 |
| 5 | 16×48 | 3,2 | Зима | 2 | Супісок | 1,8 |
| 6 | 20×118 | 4,5 | Літо | 1 | Супісок | — |
| Траншея | | | | | | |
| 7 | 35×60 | 2,0 | Літо | 2 | Пісок | — |
| 8 | 12×60 | 2,3 | Літо | 1 | Супісок | — |
| 9 | 18×108 | 3,0 | Зима | 2 | Супісок | 1,4 |
| 10 | 25×58 | 1,6 | Літо | 2 | Суглинок | — |
| 11 | 32×68 | 2,8 | Зима | 2 | Супісок | 1,7 |
| 12 | 12×72 | 2,1 | Зима | 2 | Супісок | 1,2 |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 96 |

5.2.2. Калькуляція витрат праці по вертикальній планування майданчиків

Калькуляція трудових витрат складається на основі КНУ. Для калькуляції трудових витрат підраховуються обсяги робіт, вибирається склад ланки та норми часу зі збірок КНУ РЕКН, галузевих нормативних документів, кошторисних норм підприємств або індивідуальних кошторисних норм. При цьому одиниці виміру обсягів робіт з різних процесів повинні відповідати прийнятим в КНУ РЕКН.

Витрати праці люд·год (маш·год) підраховуються за формулою (39); витрати у люд·дн (маш·зм), і навіть тривалість робіт у змінах і добах визначаються за формулами (40) - (41).

Результати розрахунків зводяться до табл. 32.

У калькуляцію включаються роботи зі зрізання рослинного шару ґрунту, попереднього розпушення ґрунту в зоні виїмки та ущільнення в зоні насипу, розробки та переміщення ґрунту провідною машиною (бульдозером або скрепером), попереднього та остаточного планування майданчиків.

При попередньому розпушуванні немерзлого ґрунту в зоні виїмки враховується, що попереднє розпушування обов'язково:

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

Роботи з попереднього розпушування ґрунту у виїмці та ущільнення ґрунту в насипі виконуються в одному потоці з розробкою та переміщенням ґрунту провідною машиною.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 97 |

Приклад розв'язання задач щодо складання калькуляції витрат праці.

Завдання. Скласти калькуляцію витрат праці на вертикальне планування майданчика за таких умов: загальна площа майданчика 39 200 м²; об'єм планування 69 050 м³; середня дальність переміщення ґрунту – 91,138 м; ґрунт II групи.

Рішення.

Хід розв'язання задачі та її оформлення див. у табл. 38.

Варіанти завдань

Визначити трудомісткість і тривалість робіт на майданчику, вибрати схеми роботи машин і скласти калькуляцію витрат праці на вертикальне планування майданчика за умов, зазначених у табл. 37

Таблиця 37

Вихідні дані

| № вар. | Об'єм планувальних робіт, тис.м ³ | Загальна площа майданчика, тис.м ² | Середня дальність переміщення ґрунту, м | Вид ґрунту |
|--------|--|---|---|------------|
| 1 | 40,5 | 180 | 140 | Пісок |
| 2 | 30,4 | 130 | 80 | Глина |
| 3 | 50,8 | 121 | 170 | Супісок |
| 4 | 20,9 | 143 | 340 | Суглинок |
| 5 | 10,6 | 90 | 290 | Пісок |
| 6 | 15,8 | 102 | 110 | Глина |
| 7 | 29,1 | 125 | 310 | Супісок |
| 8 | 20,8 | 89 | 190 | Суглинок |
| 9 | 20,7 | 140 | 280 | Пісок |
| 10 | 13,6 | 120 | 70 | Супісок |
| 11 | 49,0 | 150 | 300 | Суглинок |
| 12 | 50,1 | 136 | 130 | Глина |

Таблиця 38

Калькуляція витрат праці при вертикальному плануванні майданчика

| № | Обґрунтування норм | Найменування технологічних операцій | Одиниця виміру технологічної операції | Обсяг технологічної операції | Кількісний та кваліфікаційний склад ланки робітників | | Витрати труда робітників на одиницю виміру, люд-год | Витрати труда робітників на обсяг технологічної операції, люд-год (гр.8* гр.5) |
|---|--------------------|---|---------------------------------------|------------------------------|--|-----------|---|--|
| | | | | | розряд | кількість | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | КБ1-24-1 | Розроблення ґрунту бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] з переміщенням ґрунту до 10 м, група ґрунтів 1 | 1000 м ³ | 7,840 | 6 | 1 | 25,898 | 203,04 |
| 2 | КБ1-24-9 | Додавати на кожні наступні 10 м переміщення ґрунту [понад 10 м] бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.], група ґрунтів 1: х8,1138 | 1000 м ³ | 7,840 | 6 | 1 | 23,9785 | 1525,32 |
| 3 | КБ1-24-2 | Розроблення ґрунту бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] з переміщенням ґрунту до 10 м, група ґрунтів 2 | 1000 м ³ | 61,210 | - | 1 | 30,2634 | 1852,42 |
| 4 | КБ1-24-10 | Додавати на кожні наступні 10 м переміщення ґрунту [понад 10 м] бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.], група ґрунтів 2: х 8,1138 | 1000 м ³ | 61,210 | 6 | 1 | 25,898 | 12862,13 |
| 5 | КБ1-130-6 | Ущільнення ґрунту причіпними котками на пневмоколісному ходу масою 25 т за перший прохід по одному сліду при товщині шару 60 см | 1000 м ³ | 61,210 | 6 | 1 | 10,5250 | 644,23 |
| 6 | КБ1-130-12 | Ущільнення ґрунту причіпними котками на пневмоколісному ходу масою 25 т за кожний наступний прохід по одному сліду при товщині шару 60 см: х5 | 1000 м ³ | 61,210 | 6 | 1 | 1,7496 | 535,46 |
| 7 | КР1-13-2 | Остаточне планування площ бульдозерами потужністю 59 кВт [80 кс] за один прохід | 1000 м ² | 39,200 | 6 | 1 | 1,4242 | 55,82 |
| | | | | | | | | |
| | | Всього витрати труда робітників-будівельників (з урахуванням непередбачених витрат): | | | | | | 17678,45 |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 99 |

6. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ РОБІТ. ДОКУМЕНТАЦІЯ НА ПРИХОВАНІ РОБОТИ

Література

1. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. Київ: Мінрегіон України, 2016.
2. ДБН В.2.6-33:2018 Конструкції зовнішніх стін із фасадною теплоізоляцією. Вимоги до проектування, улаштування
3. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів (СНиП 3.02.01-87, MOD)
4. ТТК 37641918/03450778-206:2016 Типова технологічна карта на улаштування монолітного залізобетонного ростверку
5. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12)
6. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги

Під поняттям *контроль якості* мається на увазі перевірка дотримання чинних норм, правил та умов виконання робіт.

Приховані роботи – це роботи, які після виконання інших робіт стають недоступними для візуальної оцінки (наприклад, підготовка основ під фундаменти, гідроізоляція стін, арматура монолітних конструкцій, закладні деталі). Для перевірки якості виконання таких робіт оформлюються акти за підписом виробника робіт, представника технагляду та проектної організації. Для оформлення актів на складні та відповідальні роботи створюються спеціальні комісії.

Види контролю виділяються наступними ознаками:

- місце та час проведення у технологічному процесі – вхідний, операційний та приймальний;
- охоплення контрольованих параметрів – суцільний і вибіркового;

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 100 |

- періодичність контролю – неперервний, періодичний, епізодичний;
- застосування спеціальних засобів контролю (метод контролю) – інструментальний, візуальний, реєстраційний контроль.

Якість будівельних робіт регламентується документами [2-4], що встановлюють склад та порядок здійснення контролю, оформлення прихованих робіт, правила остаточного приймання готового об'єкта тощо.

Результати контролю за якістю виконання робіт заносяться у відповідні документи (акти, журнали, паспорти) за встановленою формою.

Обов'язок виконроба та представника технагляду – слідкувати за якістю будівельних робіт. Представник технагляду має право змусити переробити неякісно виконані роботи.

При розробці технологічної документації у розділі «Контроль якості та приймання робіт» відображається послідовність, методи та засоби контролю при виробництві та прийманні будівельно-монтажних робіт.

Цей розділ повинен містити такі підрозділи:

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

Для кожного виду контролю мають бути зазначені:

- контрольований показник;
- місце контролю;
- обсяг контролю;
- періодичність контролю;
- метод контролю;
- засоби вимірювань та випробувальне обладнання, марка (тип), технічні характеристики (діапазон вимірювання, ціна поділки, клас точності тощо);
- виконавець контролю (відділ, служба, спеціаліст);
- документ, у якому реєструється результат контролю (журнали робіт, акти прихованих робіт, протоколи випробувань тощо).

Цей розділ розробляється виходячи з [2-4]. Граничні відхилення і вимоги

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 101 |

до результату робіт, що містяться в цих документах, подаються в описовій та табличній формі (табл. 39).

Таблиця 39

Контроль якості будівельних робіт

| Контрольований параметр | | | Об'єм контролю | Періодичність контролю | Метод контролю | Засоби контролю, випробувальне обладнання (тип, марка, технічні характеристики – діапазон вимірювань, ціна поділки, клас точності, похибка тощо) | Виконавець | Оформлення результатів вимірювань |
|-------------------------|---------------------|---------------------|----------------|------------------------|----------------|--|------------|-----------------------------------|
| Найменування | Номинальне значення | Граничне відхилення | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Самі ж результати контролю відповідності будівельних робіт, конструкцій, обладнання та готової будівельної продукції вимогам проекту будівництва та нормативних документів фіксуються у виконавчій документації: загальний журнал робіт; спеціальні журнали з окремих видів робіт, перелік яких встановлюється в проекті організації будівництва в залежності від видів робіт; журнал авторського нагляду та звітна документація щодо виконання робіт з науково-технічного супроводу (за наявності); акти на закриття прихованих робіт; акти проміжного прийняття відповідальних конструкцій; виконавчі схеми відповідно до ДБН В.1.3-2; документи щодо випробувань та лабораторного контролю матеріалів та конструкцій; акти випробування устаткування, інженерних систем, мереж та обладнання; інша документація, передбачена нормативними документами на виконання конкретного виду будівельних робіт.

Під контролем якості бетонних робіт розуміють перевірку дотримання:

- правил, що встановлюють порядок застосування руйнівних та неруйнівних способів визначення нормованих характеристик фізико-механічних та технологічних властивостей бетонної суміші та бетону;
- норм контролю (місця відбору контрольних проб або проведення

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 102 |

визначень, числа та частоти проведення випробувань);

- правил зберігання та умов твердіння контрольних проб при руйнівних способах випробувань, а також правил ведення неруйнівних способів випробувань.

Під оцінкою якості бетонних робіт розуміють:

- встановлення необхідних значень параметрів фізико-механічних і технологічних характеристик бетону, що нормуються;
- порівняння фактичних значень певних характеристик бетону з необхідними та прийняття рішення про приймання або бракування конструкцій та (або) споруд.

Контролю та оцінці у задані проектом терміни підлягають такі характеристики бетону:

- пластичність та жорсткість бетонної суміші;
- міцність на стиск та вигин;
- міцність на розтяг;
- морозостійкість;
- фільтрація та водонепроникність;
- густина, пористість, водопоглинання;
- стирання.

Фізико-механічні характеристики бетону, на які не затверджено стандарти, зазначаються у проектній документації.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 103 |

Варіанти завдань

Привести вимоги до якості та приймання наступних видів бетонних робіт відповідно до [2].

Таблиця 40

Вихідні дані

| № варіанту | Бетонні роботи |
|------------|---|
| 1 | Влаштування монолітних конструкцій (матеріали для бетонів) |
| 2 | Транспортування та подача бетонної суміші до місця укладання (компоненти бетонної суміші) |
| 3 | Укладання бетонної суміші |
| 4 | Витримка бетону |
| 5 | Догляд за бетоном |
| 6 | Виробництво бетонних робіт при негативних температурах повітря |
| 7 | Виробництво бетонних робіт при температурах вище 25 °С |
| 8 | Роботи з торкретування |
| 9 | Роботи з влаштування набризків-бетону |
| 10 | Арматурні роботи при влаштуванні монолітних конструкцій (для окремих стрижнів, каркасів та сіток) |
| 11 | Опалубні роботи при влаштуванні монолітних конструкцій |
| 12 | Приймання готових бетонних та залізобетонних конструкцій та їх частин |

6.1. СХЕМА ОПЕРАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ РОЗРОБКИ ВИЇМОК (ТРАНШЕЙ) ПІД КОНСТРУКЦІЇ

Технічні вимоги. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013

Розміри виїмок по дну повинні бути не менше встановлених проектом. Мінімальна ширина виїмок повинна бути не менше ширини конструкції +0,2 м з кожного боку, а при необхідності пересування людей в пазусі – не менше 0,6 м.

Відхилення від проектного поздовжнього ухилу дна траншей, виїмок з

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 104 |

ухилами не повинні перевищувати $\pm 0,0005$. Виїмки слід розробляти, як правило, до проектної позначки з і збереженням природного складення ґрунтів основи.

Відхилення відміток дна виїмок в місцях влаштування фундаментів і укладання конструкцій:

- при остаточній розробці не повинні перевищувати ± 5 см;
- при чорновій розробці не повинно перевищувати дані, наведені в табл.

41.

Таблиця 41

Відхилення відміток дна виїмок при чорновій розробці

| Вид механізму для розробки ґрунту | Граничні відхилення, см | Число вимірювань |
|---|-------------------------|------------------|
| 1) одноківшовими екскаваторами, оснащеними ковшами з зубами: | | |
| а) з механічним приводом за видами обладнання: | +25 | 20 |
| драглайн; | +10 | 15 |
| пряма лопата; | +15 | 10 |
| зворотна лопата | +10 | 10 |
| б) з гідравлічним приводом; | +5 | 5 |
| 2) одноківшовими екскаваторами, оснащеними планувальними ковшами, зачисним обладнанням та ін. спеціальним обладнанням для планувальних робіт екскаваторами-планувальниками; | +10 | 15 |
| 3) бульдозерами; | +10 | 10 |
| 4) траншейними екскаваторами та скреперами. | +10 | 10 |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 105 |

Таблиця 42

Склад операцій і засоби контролю

| Етапи робіт | Операції, що контролюються | Контроль (метод, обсяг) | Документація |
|--|--|---|-----------------------------|
| Підготовчі роботи | <ul style="list-style-type: none"> - Виконання вертикального планування поверхні будівельного майданчика (за необхідності); - Виноску розбивочних осей і надійність їх закріплення; - Виконання робіт з відведення поверхневих і підземних вод за допомогою тимчасових або постійних пристосувань (при необхідності). | <p>Візуальний</p> <p>Вимірювальний</p> <p>Візуальний</p> | Загальний журнал робіт |
| Механізована розробка ґрунту, зачистка дна котловану (транш.) | <ul style="list-style-type: none"> - Відхилення відміток дна виїмок від проектних; - Вид і характеристики розкритого ґрунту природних основ під фундаменти і земляні споруди; - Відхилення відміток дна виїмок при остаточній розробці (доробці) від проектних; - Відхилення від проектного ухилу дна траншей та інших виїмок з ухілами; - Розміри виїмок по дну; - Крутизну укосів. | <p>Вимірювальний, точки вимірів встановлюються випадковим чином; приймається ділянка на 10 ÷ 20 вимірювань</p> <p>Технічний огляд всієї поверхні основи.</p> <p>Вимірювальний, по кутах і центру котловану, на перетинах осей будівель, в місцях зміни відміток; не менше 10 вимірів на ділянку</p> <p>Вимірювальний, в місцях поворотів, примикань, розташування колодязів, але не рідше ніж через 50 м.</p> <p>Вимірювальний те ж</p> | Загальний журнал робіт |
| Приймання виконаних робіт | <ul style="list-style-type: none"> - Відповідність геометричних розмірів котловану (траншеї) проектним; - Величину позначки і ухилів дна котловану (траншеї); - Крутизну укосів котловану (траншеї); - Якість фунтів підстави (при необхідності). | <p>Вимірювальний</p> <p>те ж</p> <p>те ж</p> <p>Технічний огляд всієї поверхні основи</p> | Акт огляду прихованих робіт |
| Контрольно-вимірювальний інструмент: нівелір, теодоліт, рулетка, шаблон крутизни укосів. | | | |
| Операційний контроль здійснюють: майстер (виконроб), геодезист – в процесі робіт. Приймальний контроль здійснюють: працівники служби якості, майстер (виконроб), геодезист, представники замовника. | | | |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 106 |

Вказівки до виконання робіт

Виїмки в ґрунтах, крім валунних, скельних, слід розробляти, як правило, до проектної позначки зі збереженням природного шару складення ґрунтів основи, дозволяється розробка виїмок в два етапи: чорнова – з відхиленнями і остаточна (безпосередньо перед зведенням конструкції).

Доопрацювання недоборів до проектної позначки варто робити зі збереженням природного складення ґрунтів основ.

Заповнення переборів в місцях влаштування фундаментів і укладання конструкцій повинно бути виконано місцевим ґрунтом з ущільненням до щільності ґрунту природного складення основи або малоущільнюваним ґрунтом (модуль деформації не менше 20 МПа). В просадних ґрунтах II типу не допускається застосування дренального ґрунту.

6.2. СХЕМА ОПЕРАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ РОЗРОБКИ КОТЛОВАНІВ ЕКСКАВАТОРАМИ

Технічні вимоги. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013

Розміри котлованів по дну повинні бути не менше встановлених проектом. Мінімальна ширина котлованів повинна бути не менше ширини конструкції +0,2 м з кожного боку, при необхідності пересування людей в пазусі – не менше 0,6 м.

Котловани слід розробляти, як правило, до проектної позначки зі збереженням природного складення ґрунтів основи. Відхилення відміток дна котлованів у місцях влаштування фундаментів і укладання конструкцій:

- при остаточній розробці не повинні перевищувати ± 5 см;
- при чорновій розробці не повинні перевищувати дані, наведені в таблиці 43.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 107 |

Таблиця 43

Відхилення відміток дна виїмок при чорновій розробці

| Вид механізму для розробки ґрунту | Граничні відхилення, см | Число вимірювань |
|--|-------------------------|------------------|
| 1) одноківшовими екскаваторами, оснащеними ковшами з зубами: | | |
| а) з механічним приводом за видами обладнання: | | |
| Драглайн; | +25 | 20 |
| Пряма лопата; | +10 | 15 |
| Зворотна лопата; | +15 | 10 |
| б) з гідравлічним приводом; | +10 | 10 |
| 2) одноківшовими екскаваторами, оснащеними планувальними ковшами, зачисним обладнанням та ін. спеціальним обладнанням для планувальних робіт, екскаватор-планувальник. | +5 | 5 |

Таблиця 44

Склад операцій і засоби контролю

| Етапи робіт | Операції, що контролюються | Контроль (метод, обсяг) | Документація |
|--|--|---|-----------------------------|
| Підготовчі роботи | - виконання вертикального планування поверхні будівельного майданчика (за необхідності); - розбивку осей споруди та кордонів котловану. | Візуальний Вимірювальний | Загальний журнал робіт |
| Механізована розробка ґрунту | - відхилення відміток дна котловану від проектних; - вид і характеристики розкритого ґрунту природної основи; - розміри котловану в плані; - крутизну укосів. | Вимірювальний, точки вимірів встановлюються випадковим чином; приймається на ділянку 10-20 вимірів Технічний огляд всієї поверхні основи Вимірювальний те ж | Загальний журнал робіт |
| Приймання виконаних робіт | - геометричні розміри котловану; - відмітки і ухили дна котловану; - крутизну укосів котловану; - якість фунтів підстави (за необхідності). | Вимірювальний те ж те ж Технічний огляд всієї поверхні основи | Акт огляду прихованих робіт |
| Контрольно-вимірювальний інструмент: нівелір, рулетка, теодоліт, шаблон. | | | |
| Операційний контроль здійснюють: майстер (виконроб), геодезист - в процесі робіт. Приймальний контроль здійснюють: працівники служби якості, майстер (виконроб), представники технагляду замовника. | | | |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 108 |

На влаштування основ під конструкції слід складати акт огляду прихованих робіт.

Не допускається:

- розмив, розм'якшення, розпушування або промерзання верхнього шару ґрунту основи завтовшки більше 3 см.

6.3. СХЕМА ОПЕРАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ЗВОРотної ЗАСИПКИ

Технічні вимоги. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013

Вміст мерзлих грудок для зовнішніх пазух будівель і верхніх зон траншей з прокладеними комунікаціями не повинен бути більше 20% від загального об'єму.

Розмір твердих включень, в т.ч. мерзлих грудок, не повинен перевищувати 2/3 товщини ущільненого шару, але не більше 30 см.

Таблиця 45

Склад операцій і засоби контролю

| Етапи робіт | Операції, що контролюються | Контроль (метод, обсяг) | Документація |
|-------------------|---|-------------------------|---|
| Підготовчі роботи | - огляд раніше виконаних земляних робіт; | Візуальний | Загальний журнал робіт; Акт прихованих робіт |
| | - чистоту основи і промерзання ґрунту (в зимовий час); | те ж | |
| | - наявність у проекті даних про типи і характеристики ґрунтів для зворотних засипок, вказівок по дослідному ущільненню. | те ж | |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 109 |

| | | | |
|--|--|---|-------------------------------|
| Засипка пазах котловану | - гранулометричний склад ґрунту, призначеного для влаштування зворотних засипок (при необхідності); - вміст у ґрунті деревини, волокнистих матеріалів, гниючого або легкоущільнюваного будівельного сміття; - вміст мерзлих грудок в зворотній засипці; - розмір твердих включень, в т.ч. мерзлих грудок; - наявність снігу і льоду в зворотній засипці та основах; - температуру ґрунту, що відсипається і ущільнюється при мінусовій температурі повітря; - середню по ділянці щільність сухого ґрунту зворотної засипки | Вимірювальний та реєстраційний за вказівками проекту Візуальний, щозмінний Візуальний те ж те ж Вимірювальний, періодичний те ж | Загальний журнал робіт |
| Приймання виконаних робіт | - Відповідність фізико-механічних характеристик відсипаного і ущільненого ґрунту вимогам проекту | Лабораторний контроль | Акт приймання виконаних робіт |
| Контрольно-вимірювальний інструмент: нівелір; щільномір (ГРПТ-2, ППГР-1); вологомір (ПННВ-1, ПГР-1) | | | |
| Вхідний та операційний контроль здійснюють: майстер (виконроб). Приймальний контроль здійснюють: працівники служби якості, майстер (виконроб), представники технагляду замовника. | | | |

Гранулометричний склад ґрунту має відповідати проекту (відхилення допускаються не більш ніж в 20% пробах).

Середня щільність сухого ґрунту зворотних засипок повинна бути не нижче проектної (відхилення допускаються в значеннях щільності нижче проектних на 0,06 г/см в окремих пробах, але не більше ніж в 20%).

Не допускається:

- вміст у ґрунті деревини, гниючого або легкоущільнюваного будівельного сміття;
- наявність снігу і льоду в зворотній засипці та її основі;
- вміст мерзлих грудок для пазах всередині будівлі.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 110 |

Вказівки до виконання робіт

Засипання траншей з укладеними трубопроводами слід проводити у дві стадії:

- на першій стадії виконується засипка нижньої зони немерзлим ґрунтом, що не містить твердих включень розміром понад 1/10 діаметра азбестоцементних, пластмасових, керамічних, залізобетонних труб, на висоту 0,5 м над верхом труби, а для інших труб – ґрунтом без включень розміром понад 1/4 їх діаметра на висоту 0,2 м над верхом труби з підбиттям пазух і пошаровим його ущільненням до проектної щільності з обох сторін труби;

- на другій стадії виконується засипка верхньої зони траншеї ґрунтом, що не містить твердих включень розміром понад діаметру труби.

Засипання траншей з непрохідними каналами слід проводити у дві стадії:

- нижня зона на висоту 0,2 м над верхом каналу засипається немерзлим ґрунтом, що не містить твердих включень розміром понад 1/4 висоти каналу, але не більше 20 см, з пошаровим його ущільненням до проектної щільності з обох сторін каналу;

- верхня зона заповнюється ґрунтом, що не містить твердих включень розміром понад 1/2 висоти каналу.

Зворотна засипка траншей, на яку передається тільки власна вага ґрунту, може виконуватися без ущільнення ґрунту, але з відсипання по трасі траншеї валика, розміри якого повинні визначатися з урахуванням подальшого природного осідання ґрунту.

Зворотну засипку вузьких пазух при неможливості ущільнення ґрунту наявними засобами слід виконувати малоущільнюваними ґрунтами (піском, щебнем) з проливанням водою.

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 111 |

6.4. СХЕМА ОПЕРАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЛАНУВАННЯ

Технічні вимоги. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013

Допустимі відхилення:

- позначки спланованої поверхні від проектних, крім зрошуваних земель, не повинні перевищувати: в нескельних ґрунтах - ± 5 см; в скельних ґрунтах - від +10 до -20 см; ухил спланованої поверхні від проектного, крім зрошуваних земель, - $\pm 0,001$.

Не допускається утворення замкнутих занижень на спланованій поверхні.

Таблиця 46

Склад операцій і засоби контролю

| Етапи робіт | Операції, що контролюються | Контроль (метод, обсяг) | Документація |
|---|--|--|--|
| Підготовчі роботи | - наявність геодезичних розбивочних знаків, геодезичної розбивочної схеми; - виконання зрізання родючого шару ґрунту; - виконання робіт з відведення поверхневих і ґрунтових вод з території планованої поверхні (при необхідності). | Візуальний технічний огляд те ж | Загальний журнал робіт |
| Виконання планування | - величину ухилів; - величину відміток поверхні. | Вимірювальний те ж | Загальний журнал робіт |
| Приймання виконаних робіт | - відповідність фактичних відміток спланованої поверхні проектним; - відповідність фактичних ухилів спланованої поверхні проектним; - ступінь ущільнення ґрунту (при необхідності); - відсутність перезволожених ділянок і місцевих просідань ґрунту. | Вимірювальний, по сітці 50 x 50 м; Візуальний або вимірювальний, по сітці 50 x 50 м; Лабораторний; Візуальний | Акт приймання виконаних робіт; Виконавча геодезична схема |
| Контрольно-вимірювальний інструмент: рулетка металева, правило, нівелір | | | |
| Вхідний та операційний контроль здійснюють: майстер (виконроб), геодезист в процесі робіт. Приймальний контроль здійснюють: працівники служби якості, майстер (виконроб) геодезист, представники технагляду замовника. | | | |

| | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------------|---|
| Житомирська політехніка | МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015 | | | Ф-23.05- 05.02/2//192.00.1/Б/ОК19- 2024 |
| | Випуск 1 | Зміни 0 | Екземпляр № 1 | Арк 112 / 112 |

6.5. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Вказівки з техніки безпеки повинні бути конкретними і відповідати матеріалам і умовам виконання робіт на майданчику. Нижче наведені деякі з них.

Земляні роботи виконуються з дотриманням вимог [5-6].

Необхідно користуватися інструкціями з експлуатації застосовуваних машин і устаткування. Всі машини повинні бути у справному стані.

До початку виконання земляних робіт визначають точне розташування діючих підземних комунікацій з установкою спеціальних знаків. Розробку ґрунту поблизу них можна вести тільки після отримання письмового дозволу організації, що експлуатує підземні комунікації. Розробку ґрунту поблизу електрокабелів виконують без застосування ударних інструментів і під наглядом виконроба або майстра, а також представника організації, відповідальної за експлуатацію даних комунікацій. При виявленні підземних комунікацій, не вказаних в проекті, земляні роботи повинні бути припинені до з'ясування їх призначення. Роботи також припиняються у разі виявлення у виїмці шкідливих газів. Розробку ґрунту слід виконувати з укосами, крутизну яких приймають за [3].

При роботі в нічний час робочий майданчик має бути освітлено, а землерийні, транспортні машини повинні мати індивідуальне освітлення. У перерві ківш екскаватора опускають на ґрунт. Стоянка і шляхи пересування машин повинні бути за межами призми обвалення ґрунту виїмки.