

**Методичні вказівки  
до виконання курсових проєктів  
з дисципліни «Технологія та організація будівництва  
і ремонту автомобільних доріг»  
зі спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія»  
(освітня програма «Автомобільні дороги, вулиці та  
дорожньо-транспортні споруди»)  
Частина 1**

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

**Методичні вказівки  
до виконання курсових проєктів  
з дисципліни «Технологія та організація будівництва  
і ремонту автомобільних доріг»  
зі спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія»  
(освітня програма «Автомобільні дороги, вулиці та  
дорожньо-транспортні споруди»)  
Частина 1**

Вінниця  
ВНТУ  
2026

Рекомендовано до видання Радою з якості освіти Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 11 від 23.04.2026 р.)

Рецензенти:

**О. І. Ободянська**, кандидат технічних наук, доцент

**Н. Д. Степанова**, кандидат технічних наук, доцент

**Д. Х. Штофель**, кандидат технічних наук, доцент, відповідальний за моніторинг якості та удосконалення курсового проектування Ради з якості освіти ВНТУ

**Т. В. Белень**, заступник директора ТОВ «ВІНБУД-ЕКСПЕРТ», м. Вінниця

Методичні вказівки до виконання курсових проєктів з дисципліни «Технологія та організація будівництва і ремонту автомобільних доріг» зі спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» (освітня програма «Автомобільні дороги, вулиці та дорожньо-транспортні споруди»). Ч. 1. / уклад.: Л. В. Кучеренко, І. М. Бабій. Електрон. текст. дані. Вінниця : ВНТУ, 2026. 92 с.

В методичних вказівках наведено основні теоретичні дані до виконання курсових проєктів в розрізі тематики технології зведення земляного полотна автомобільної дороги, а також наведено рекомендовану літературу. Методичні вказівки розроблено відповідно до навчальної програми дисципліни «Технологія та організація будівництва і ремонту автомобільних доріг».

## ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ	6
1.1 Обсяг робіт та терміни виконання	6
1.2 Структура курсового проєкту	7
2 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ	8
2.1 Оформлення структурних елементів тексту	8
3 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ, ЗАХИСТУ І ОЦІНЮВАННЯ	14
4 КАЛЕНДАРНА ТРИВАЛІСТЬ БУДІВЕЛЬНОГО СЕЗОНУ. ШВИДКІСТЬ ПОТОКУ	18
4.1 Визначення швидкості потоку при однорічному будівництві ділянки автомобільної дороги	18
4.2 Визначення швидкості потоку при дворічному будівництві ділянки автомобільної дороги (варіант)	23
5 ЗЕМЛЯНЕ ПОЛОТНО АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ	27
5.1 Основні положення організації робіт	27
5.2 Вибір засобів механізації для спорудження земляного полотна та розподіл обсягів земляних мас	32
5.3 Розрахунок основних землерійно-транспортних і землерійних машин для виконання лінійних та зосереджених земляних робіт	43
5.4 Комплектування спеціалізованих загонів для виконання лінійних та зосереджених земляних робіт	47
5.5. Технологічна схема влаштування земляного полотна	56
5.6. Схема роботи ведучої землерійної або землерійно- транспортної машини	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	67
ДОДАТКИ	68
Додаток А. Схематичний план траси автомобільної дороги, що будується	69
Додаток Б. Попікетна відомість об'ємів земляних робіт (ПК 0 – ПК 20)	70
Додаток В. Поздовжній профіль перших 2 км автомобільної дороги	73
Додаток Д. Середні строки будівельного сезону	74
Додаток Е. Конструкція дорожнього одягу	76
Додаток Ж. Орієнтовні дані для визначення кількості змін (захваток) роботи ланок	77
Додаток К. Графік розподілу земляних робіт	78
Додаток Л. Зведена відомість розподілу механізованих земляних робіт на перші 2 км автомобільної дороги	79
Додаток М. Розрахунок основних засобів механізації для виконання лінійних земляних робіт	80

Додаток Н. Схема роботи причіпного скрепера	81
Додаток П. Схема роботи бульдозера	82
Додаток Р. Схема роботи екскаватора	83
Додаток С. Відомість необхідної кількості дорожньо- будівельних матеріалів	84
Додаток Т. Технологічна схема комплексної механізації зведення земляного полотна	86
Додаток У. Приклад оформлення індивідуального завдання	89
Додаток Ф. Приклад оформлення титульного аркуша	91

## ВСТУП

Відповідно до завдання виконується курсовий проєкт організації будівництва ділянки автомобільної дороги III категорії протяжністю 30 км, що будується у Вінницькій області протягом одного року.

Основні дорожньо-будівельні роботи виконуються у літній будівельний сезон. У осінньо-зимовий період здійснюються підготовчі роботи: проводиться заготівля дорожньо-будівельних матеріалів, організовуються виробничі підприємства, необхідні для улаштування дорожнього одягу та штучних споруд.

У зв'язку з обмеженням обсягу проєкту, виконання основних дорожньо-будівельних робіт у зимовий період у методичних вказівках не розглядається.

Автомобільна дорога III категорії має такі основні показники:  
розрахункова швидкість руху, 100 км/год  
кількість смуг руху, 2  
ширина смуги руху, 3,5 м  
ширина земляного полотна, 12 м  
найбільший повздовжній ухил, 50‰.

В методичних вказівках дані посилання на нормативні джерела, доступ до яких забезпечує викладач. При цьому свідомо в методичні вказівки не були долучені дані нормативних вимог для спонукання здобувачів до самостійного користування нормативними документами, як це відбувається на практиці. Такий підхід, на думку авторів, є кроком до більшого наближення практичних завдань до реальної проєктної практики, а також дозволяє уникнути застосування застарілих даних у методичних вказівках через можливі зміни норм.

## 1 ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Навчальним планом освітньо-професійної програми «Автомобільні дороги, вулиці та дорожньо-транспортні споруди» передбачено виконання курсового проєкту (КП) з дисципліни «Технологія та організація будівництва і ремонту автомобільних доріг».

Курсовий проєкт складається з пояснювальної записки, графічної частини та додатків (за необхідності).

Курсовий проєкт виконується відповідно до вимог Положення про курсове проєктування у Вінницькому національному технічному університеті.

### 1.1 Обсяг робіт та терміни виконання

Відповідно до «Положення про організацію освітнього процесу у ВНТУ», КП виконуються з метою закріплення, поглиблення і узагальнення знань, одержаних здобувачами вищої освіти за час навчання, та їх застосування до комплексного вирішення конкретного фахового завдання. Виконання КП сприяє розширенню і поглибленню теоретичних знань, розвитку навичок їх практичного використання, самостійного розв'язання конкретних завдань. Наукова, науково-технічна та інноваційна діяльність ВНТУ забезпечується зокрема через організацію виконання КП (п. 8.4.8 Статуту ВНТУ).

Курсові проєкти виконуються з обов'язкових професійних навчальних дисциплін освітньо-професійних програм першого (бакалаврського) і другого (магістерського) рівнів вищої освіти обсягом, як правило, не менше п'яти кредитів ЄКТС.

Курсові проєкти виконуються в межах самостійної роботи здобувачів вищої освіти з відповідної навчальної дисципліни, обсяг якої повинен становити не менше 60 годин самостійної роботи (2 кредити ЄКТС).

Здобувач вищої освіти, який не виконав або не захистив КП у встановлений термін, або одержав незадовільну підсумкову оцінку, вважається таким, що має академічну заборгованість та може ліквідувати цю заборгованість, виконавши КП за іншою темою (індивідуальним завданням) відповідно до «Положення про порядок ліквідації академічної заборгованості, академічної різниці та надання платної послуги з проведення занять з вивчення окремої навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом».

Курсовий проєкт виконується здобувачем вищої освіти особисто протягом одного семестру під керівництвом досвідченого науково-педагогічного або педагогічного працівника.

Здобувачі вищої освіти, які виконали навчальний план з навчальної дисципліни, за якою виконується КП, допускаються до складання контро-

льного заходу з цієї дисципліни незалежно від результатів виконання КП з цієї дисципліни.

Невиконання навчального плану з навчальної дисципліни не може бути перешкодою для виконання і захисту КП з цієї дисципліни.

## 1.2 Структура курсового проєкту

Загальна структура КП передбачає такі складові: вступна частина, основна частина, додатки (за необхідності).

Вступна частина КП повинна містити:

- титульний аркуш;
- анотацію;
- зміст;
- перелік умовних позначень і скорочень (за необхідності).

Основна частина КП повинна містити:

- вступ;
- змістову частину КП;
- висновки;
- список використаних джерел.

Додатки до КП можуть містити матеріали, які не увійшли до основної частини, технічне завдання, конструкторські та/або технологічні документи, ілюстративну або графічну частину, довідкові або допоміжні матеріали, великі рисунки або таблиці, які допомагають розкрити сутність виконаної роботи або проєкту.

Титульний аркуш є першою сторінкою КП, яка не нумерується, але враховується в загальну кількість сторінок. На титульному аркуші зазначається:

- повна назва організації (Вінницький національний технічний університет);
- структурні підрозділи, в яких виконано КП (факультет і кафедра);
- вид роботи (курсова робота або проєкт);
- навчальна дисципліна, за якою виконується КП;
- тема КП;
- ім'я та прізвище автора КП із зазначенням шифру академічної групи, коду та найменування спеціальності, за якою навчається здобувач вищої освіти;
- ім'я та прізвище керівника КП із зазначенням посади, наукового ступеня і вченого звання;
- оцінка за 100-бальною шкалою;
- оцінка за шкалою ЄКТС;
- прізвища та ініціали членів комісії по захисту КП;
- місце (місто Вінниця) та рік виконання КП.

## **2 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ**

КП оформлюють у вигляді електронного документа (текстового файлу).

Вступну та основну частину КП викладають на білих аркушах формату А4 (210 × 297 мм). У додатках дозволяється розміщувати аркуші більших форматів.

Береги аркушів КП встановлюють такої ширини: верхній та нижній – по 20 мм, лівий – 25 мм, правий – 10 мм.

Абзацний відступ повинен бути однаковий по всьому тексту КП і складати 1,25 см.

Текст набирають шрифтом Times New Roman чорного кольору прямого накреслення через один міжрядковий інтервал для КП. Кегль (розмір шрифту) 14. Кегль шрифту може бути зменшений в таблицях, у написах на рисунках, у додатках, але не у їх назвах.

Необхідно дотримуватись рівномірної насиченості, контрастності й чіткості тексту, рисунків, таблиць, символів, формул та інших друкованих елементів.

Прізвища та імена авторів, назви установ, організацій, фірм та інші власні назви наводять мовою оригіналу. Також дозволяється транслітерувати власні назви мовою КП.

КП належать до текстових документів, яка подається технічною мовою. Графічна інформація повинна подаватись у вигляді ілюстрацій (схеми, рисунки, графіки, діаграми тощо). Цифрова інформація – у вигляді таблиць.

Нумерацію сторінок проставляють арабськими цифрами, шрифтом Times New Roman чорного кольору прямого накреслення, кегль 14. Нумери сторінок КП розміщують у правому верхньому кутку сторінки.

Якщо при оформленні КП виникають питання, які не регламентовані цим Положенням, слід користуватись нормами ДСТУ 3008:2015 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» та ДСТУ 1.5:2015 «Національна стандартизація. Правила розроблення, викладання та оформлення національних нормативних документів».

### **2.1 Оформлення структурних елементів тексту**

Структурні елементи курсового проєкту (КП) «Анотація», «Зміст», «Вступ», «Перелік умовних позначень і скорочень», «Висновки», «Список використаних джерел» не нумеруються, а їхні назви вважаються заголовками структурних елементів.

Текст КП розбивається на розділи – структурно і логічно відокремлені блоки. Розділи можуть містити підрозділи, пункти та підпункти.

Розділи нумерують порядковими номерами в межах всього документа (1, 2, і т. д.). Між номером і заголовком ставлять один пробіл без крапки.

Підрозділи нумерують в межах кожного розділу, пункти в межах підрозділу, підпункти в межах пункту. Усі вони нумеруються арабськими цифрами за принципом багаторівневої нумерації, починаючи з розділу (1.1, 2.1.2, 3.2.1, 4.2.2.3). Нумерацію ставлять з абзацного відступу без крапки в кінці.

Якщо розділ складається з одного підрозділу, або підрозділ містить один пункт, або пункт містить один підпункт, то дрібніший елемент не нумерують.

Для розділів та підрозділів наявність заголовків обов'язкова. Пункти і підпункти можуть не мати заголовка.

Заголовки структурних елементів КР / КП, визначених в п. 9.3.1, а також заголовки розділів набирають великими літерами напівжирним шрифтом без крапки в кінці та розташовують у першому рядку нової сторінки посередині. Заголовки не повинні містити переносів слів і скорочень, крім загальноприйнятих.

Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів (за наявності) набирають малими літерами з першої великої без крапки в кінці та розташовують з абзацного відступу. Якщо пункт або підпункт не має заголовка, то текст пишуть в тому ж рядку, що й номер пункту (підпункту) через пробіл.

Заголовок може складатись з кількох речень. У такому разі їх розділяють крапкою.

Між заголовком і подальшим або попереднім текстом залишають один порожній рядок.

Відстань між двома заголовками, які розміщені один за одним, не відрізняється від міжрядкової відстані у тексті та складає півтора інтервали.

Не допускається розташування заголовка на останньому нижньому рядку сторінки.

Допускається розміщувати текст між заголовками розділу та підрозділу, між заголовками підрозділу та пункту.

### **Оформлення формул.**

Формули та рівняння, як правило, розміщують в окремому рядку посередині сторінки симетрично до тексту безпосередньо після згадки про них у тексті. Перед та після формули залишають по одному порожньому рядку.

Нумерують лише ті формули, на які є посилання в тексті основної частини КП або додатків.

Формули та рівняння в основній частині КП нумеруються арабськими цифрами дворівневою нумерацією в межах кожного розділу. Допуска-

ється однорівнева наскрізна нумерація формул у всьому документі. Номер розташовують в круглих дужках в крайньому правому положенні того самого рядка, в якому подана формула, наприклад:

$$U = I R \quad (1.1)$$

Якщо формули розміщені в додатках, їх нумерують дворівневою нумерацією в межах кожного додатка з використанням його літерного позначення: (А.1), (Б.3).

Числові розрахунки подають у вигляді окремого рівняння, яке не має нумерації. Підсумкову одиницю вимірювання при цьому подають у круглих дужках, наприклад:

$$I = 220 / 100 = 2,2 \text{ (А)}.$$

Пояснення познач і символів, які містяться у формулі, якщо це не зроблено раніше, подають безпосередньо під формулою у тій послідовності, в якій вони наведені у формулі або рівнянні. При цьому після формули ставлять кому, а пояснення починають через один рядок зі слова «де» без абзацного відступу і без двокрапки. В кінці рядка ставлять крапку з комою, а після останнього пояснення – крапку. Кожне наступне позначення або символ подають з нового рядка з абзацу. При цьому дозволяється групувати однотипні позначки. Якщо символ позначає фізичну величину, наприкінці пояснення подають відповідну одиницю вимірювання. Приклад подання формули наведено нижче.

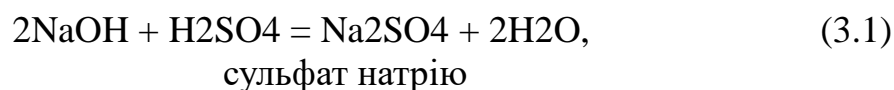
Значення сили електричного струму  $I$  на ділянці кола визначається як

$$I = \frac{U}{R_1 + R_2}, \quad (2.5)$$

де  $U$  – падіння напруги на ділянці кола, В;

$R_1, R_2$  – величини опорів відповідно першого і другого резистора, Ом.

Хімічні формули (зокрема структурні) та рівняння подають з використанням літер латинської абетки. Пояснення познач наводять за потреби. Під формулою хімічної сполуки можна розміщувати її назву шрифтом зменшеного кеглю. Знак « $\rightleftharpoons$ » можна замінювати односторонньою або двосторонніми стрілками. Наприклад:



Переносити формули чи рівняння на наступний рядок дозволяється лише на знаках виконуваних операцій («+», «-», «×», «=» тощо), але не «·» або «:». У випадку перенесення знак операції повторюють на початку наступного рядка.

Кілька формул, що йдуть поспіль, подають одну під одною без порожніх рядків між ними, розділяючи комами.

Формула є частиною речення, чим і визначається розділовий знак, який слід ставити після неї. Якщо формула розміщена в кінці речення і не передбачає пояснень, то після неї ставлять крапку.

Посилання на формули в тексті КР / КП подають у круглих дужках за формою: «...за формулою (1.1)»; «... у формулах (5.7–5.9)», «...див. формулу (2.1)».

### **Оформлення ілюстрацій.**

Усі графічні та ілюстративні матеріали, включені до тексту КП, повинні мати підпис «Рисунок».

Рисунок розміщують одразу після завершення абзацу, в якому було перше посилання на нього, або якнайближче до нього на наступній сторінці, а за потреби дозволяється виносити рисунок в додатки.

Якщо рисунок створений не автором, у підписі повинно бути посилання на першоджерело.

Рисунки повинні бути якісними та чіткими, виконаними в програмних графічних редакторах або містити світлини достатньої роздільної здатності.

Рисунки нумерують арабськими цифрами в межах кожного розділу. При цьому номер рисунка складається з номеру розділу та порядкового номера рисунка у цьому розділі (Рисунок 1.1, Рисунок 3.4). Дозволяється нумерувати рисунки наскрізно у всьому документі (Рисунок 1, Рисунок 2 і т.д.)

Усі рисунки повинні мати назву. Назву рисунка друкують після номера і тире з великої літери. Підпис до рисунка розміщують безпосередньо під рисунком посередині рядка, наприклад:

#### Рисунок 2.1 – Схема пристрою

Перед рисунком і після його назви залишають по одному порожньому рядку.

За потреби пояснювальну інформацію до рисунка подають безпосередньо після графічного матеріалу перед назвою рисунка.

Якщо рисунок складається з кількох частин, їх позначають малими літерами української абетки з круглою дужкою під відповідними частинами. В такому випадку після загальної назви рисунка ставлять двокрапку та дають назви кожної частини за формою: «Рисунок 1.2 – Назва рисунка: а) назва першої частини; б) назва другої частини» або за ходом назви рисунка,

подаючи літери в круглих дужках: «Рисунок 3.2 – Структурна схема (а) і часові діаграми (б) роботи фазометра».

Якщо рисунок занадто великий, що ускладнює його сприйняття, рекомендується виносити його в додатки.

### **Оформлення таблиць.**

Зведені цифрові дані подають у вигляді таблиць.

Таблицю розміщують симетрично до тексту безпосередньо після першого посилання на неї або якнайближче на наступній сторінці. На кожну таблицю повинно бути посилання у тексті КП.

За великих розмірів дозволяється розміщувати таблицю з поворотом на кут 90° проти годинникової стрілки або виносити у додатки.

Кожна таблиця повинна мати номер і назву, Таблиці нумерують в межах розділів дворівневою нумерацією: «Таблиця 1.1», «Таблиця 2.3». Дозволяється нумерувати таблиці наскрізно у всьому документі (крім додатків).

Таблиці, розміщені у додатках, мають дворівневу нумерацію в межах кожного додатка, наприклад, «Таблиця В.2» – друга таблиця додатка В.

Номер і назву таблиці зазначаються над таблицею з абзацного відступу, розділяючи їх тире, крапку в кінці назви не ставлять, наприклад: «Таблиця 3.1 – Назва таблиці». Якщо назва містить більше одного речення, їх розділяють крапкою.

Перед назвою та після самої таблиці залишають по одному порожньому рядку.

Якщо рядки або колонки таблиці виходять за межі сторінки, таблицю можна розділити на частини і переносити частину на наступну сторінку. При цьому її головку або боковик повторюють або заміняють відповідними номерами колонок або рядків, нумеруючи їх арабськими цифрами в першій частині таблиці. При цьому перед другою та подальшими частинами таблиці подають напис з абзацного відступу «Продовження таблиці », вказуючи її номер без повторення її назви.

### **Оформлення посилань.**

На усі джерела інформації, які були використані при виконанні КП, повинні бути посилання після використання відповідної інформації. При цьому джерело вноситься у «Список використаних джерел».

Посилання на джерело інформації, включене у «Список використаних джерел», подається із зазначенням порядкового номеру посилання у квадратних дужках, наприклад: «...ефективність досягає 98 % [2]», «в роботі [15]», «...автори статей [7]–[8]» або «...показано в [9–10]».

В тексті КП можна робити посилання на структурні елементи тексту КП, які виконують за формою: «наведено в розділі 3», «показано в підрозділі 2.1», «див. пункт 3.1.2».

### **Оформлення додатків.**

Додатки розміщують після основної частини КП, починаючи з наступної сторінки після списку використаних джерел.

Додатки розміщують у порядку посилань на них у тексті основної частини КП. Кожен наступний додаток розміщують з нової сторінки. Кожний додаток повинен мати заголовок, який друкують вгорі малими літерами з першої великої посередині сторінки. Над заголовком, посередині рядка ставлять слово «ДОДАТОК» та відповідну велику літеру української абетки (крім літер Г, Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ї), яка позначає додаток (наприклад, ДОДАТОК А, ДОДАТОК Д). Якщо додатків більше ніж літер, то продовжують позначати арабськими цифрами.

Під заголовком для обов'язкового додатку пишуть в дужках слово (обов'язковий), а для інформативного або допоміжного – (довідковий). Перелік обов'язкових додатків визначає керівник КП в індивідуальному завданні.

Якщо додаток містить в собі більше одного елемента, то ілюстрації, таблиці, формули нумерують в межах кожного додатка, вказуючи його позначення, наприклад: «Рисунок А.2 – Найменування»; «Таблиця Д.4 – Найменування».

Всі додатки включають у зміст, вказуючи позначення, заголовок і сторінки з яких вони починаються.

Якщо характер додатку не дозволяє розмістити його позначення і заголовки на одному аркуші зі змістом додатку, тоді перед ним розміщують окремий чистий аркуш, посередині якого вказують позначення і заголовки. Такими додатками можуть бути схеми електричні принципи, структурні, функціональні, монтажні, технологічні та операційні карти тощо, які виконуються за відповідними вимогами стандартів ЄСКД на визначених форматах.

Додатки до КП можуть подаватись без рамок і без основних написів, якщо вид документа їх не передбачає.

### **Особливості оформлення курсових проєктів.**

Текстова частина КП має назву «Пояснювальна записка».

Курсові проєкти оформлюють на аркушах з рамками і основними написами у відповідності з ДСТУ ГОСТ 2.104:2006 «Єдина система конструкторської документації. Основні написи». Сторінки індивідуального завдання та анотації не містять рамок і основних написів.

Відстань від краю аркуша до лінії рамки повинна бути: справа – 20 мм, зліва, угорі та унизу – 5 мм.

Відстань від рамки форми основного напису до меж тексту на початку і в кінці рядків повинна бути не менше 3 мм. Відстань від верхньої або нижньої рамки форми до найближчого рядка тексту повинна бути не менше 10 мм.

### 3 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ, ЗАХИСТУ І ОЦІНЮВАННЯ

Порядок виконання протягом теоретичного семестру (в міжсесійний період для здобувачів вищої освіти заочної форми навчання)

Керівником КП в процесі розподілу навчального навантаження по кафедрі призначається досвідчений науково-педагогічний або педагогічний працівник, як правило, той, хто веде лекційний курс з відповідної дисципліни. Керівництво курсовим проектуванням входить до навчального навантаження науково-педагогічних або педагогічних працівників.

До початку семестру керівник готує орієнтовний перелік тем КП.

На першому занятті з навчальної дисципліни, для якої навчальним планом передбачено виконання КР / КП, керівник повідомляє здобувачів вищої освіти про це та пропонує для ознайомлення орієнтовний перелік тем.

Здобувач вищої освіти може запропонувати власну тему КП, яка повинна бути узгоджена з керівником.

Здобувачі вищої освіти денної форми навчання обирають собі тему КП не пізніше першого тижня теоретичного семестру. Здобувачі вищої освіти заочної форми навчання обирають собі тему протягом сесії, під час якої проводяться лекційні заняття з відповідної навчальної дисципліни. Якщо здобувач вищої освіти не обрав собі тему, її призначає для нього керівник.

На основі визначених тем КП керівник формує індивідуальні завдання. Тема та індивідуальне завдання на виконання КП видається керівником здобувачам вищої освіти не пізніше другого тижня теоретичного семестру. Для здобувачів освіти заочної форми навчання індивідуальне завдання видається до завершення сесії, під час якої проводяться лекційні заняття з відповідної навчальної дисципліни. Індивідуальне завдання підписують керівник та здобувач вищої освіти із зазначенням дати його отримання.

Керівник надає здобувачам вищої освіти методичне забезпечення для виконання КП (див. розділ 12) та розміщує його в навігаторі відповідної навчальної дисципліни у системі JetIQ. Методичне забезпечення повинне містити критерії оцінювання КП, з якими керівник повинен ознайомити здобувачів вищої освіти протягом перших двох тижнів теоретичного семестру (протягом сесії для здобувачів вищої освіти заочної форми навчання).

Упродовж теоретичного семестру керівник проводить періодичні консультації з питань виконання КП та контролює дотримання графіка виконання КП здобувачами вищої освіти.

Здобувачі вищої освіти повинні самостійно виконувати індивідуальне завдання, дотримуючись встановленого графіка.

КП виконується у вигляді комп'ютерного файлу за допомогою будь-якого програмного текстового редактора, який здатний забезпечити виконання вимог до оформлення КП (розділ 9 цього Положення).

Здобувачі вищої освіти можуть надсилати на перевірку завершений етап або повний текст КП через інструмент «Файл-Експрес» системи JetIQ у вигляді одного файлу у форматі Portable Document Format (\*.pdf).

Керівник зобов'язаний дати відповідь на надісланий файл протягом семи діб з моменту отримання файлу. У відповіді керівник повинен вказати, що він приймає етап чи повний текст КП до захисту або зазначити, що потрібно виправити/доопрацювати. Під час прийняття рішення враховується якість виконання завдань та оформлення КП, а також відповідність вимогам академічної доброчесності. Процедура перевірки КП на наявність ознак академічного плагіату.

Повернення КП для виправлення/доопрацювання допускається тільки протягом теоретичного семестру. Файли, надіслані після завершення теоретичного семестру, вважаються остаточними, а їх заміна або виправлення не допускаються.

Якщо КП виконано у повному обсязі, у відповідності до індивідуального завдання, не містить ознак академічної не доброчесності, не містить суттєвих помилок, оформлена згідно з встановленими вимогами та надіслана здобувачем вищої освіти у вигляді одного файлу у форматі Portable Document Format (\*.pdf), керівник приймає КП до захисту, про що повідомляє здобувача вищої освіти у відповіді на файл, надісланий через інструмент «Файл-Експрес» системи JetIQ.

Якщо остаточний файл КП виконано не в повному обсязі, або не у відповідності до індивідуального завдання, або він містить ознаки академічної недоброчесності або суттєві помилки, або не оформлено згідно з встановленими вимогами (розділ 9 цього Положення), або файл не надійшов через інструмент «Файл-Експрес» системи JetIQ (станом на визначений у розкладі день захисту), така/такий КП визнається керівником недопущеною/недопущеним до захисту із виставленням незадовільної оцінки у відомість успішності (від 0 до 59 балів). Якщо оцінка за стобальною шкалою склала від 35 до 59 балів включно, то здобувач вищої освіти має право на доопрацювання і захист КП з виставленням оцінки у другу відомість. Якщо оцінка за стобальною шкалою склала від 0 до 34 балів включно, то здобувач вищої освіти вважається таким, що має академічну заборгованість. Для її ліквідації здобувач повинен виконати КП за новою темою (або зміненним індивідуальним завданням) у відповідності до «Положення про порядок ліквідації академічної заборгованості, академічної різниці та надання платної послуги з проведення занять з вивчення окремої навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом».

Перевірку КП на наявність помилок у їх змісті та оформленні, нормоконтроль (за необхідності) здійснює керівник КП, а в разі його тимчасової відсутності – інший науково-педагогічний працівник відповідної кафедри, визначений розпорядженням завідувача кафедри.

## **Порядок захисту**

Захист КП відбувається під час заліково-екзаменаційної сесії згідно з розкладом контрольних заходів, визначених деканатом.

Якщо здобувач вищої освіти не з'явився на захист КП у зв'язку з поважною причиною (перешкода стихійного характеру, хвороба, воєнні дії на території перебування здобувача або інші обставини, які позбавили його можливості особисто і своєчасно прибути на захист), такому здобувачу вищої освіти надається можливість захистити КП в інший день за узгодженням з керівником, але не пізніше останнього дня заліково-екзаменаційної сесії. Про поважну причину неявки на захист здобувач вищої освіти повинен повідомити керівника і деканат відповідного факультету протягом доби від призначеного часу захисту.

Якщо здобувач вищої освіти не з'явився на захист КП без поважної причини, такий здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку (від 0 до 59 балів за стобальною шкалою) з виставленням її у відомість успішності. Якщо оцінка за стобальною шкалою склала від 35 до 59 балів включно, то здобувач вищої освіти має право на доопрацювання і захист КП з виставленням оцінки у другу відомість. Якщо оцінка за стобальною шкалою склала від 0 до 34 балів включно, то здобувач вищої освіти вважається таким, що має академічну заборгованість. Для її ліквідації здобувач повинен виконати КП за новою темою (або зміненим індивідуальним завданням) у відповідності до «Положення про порядок ліквідації академічної заборгованості, академічної різниці та надання платної послуги з проведення занять з вивчення окремої навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом».

Захист КП повинен мати публічний характер і прийматися комісією, до складу якої входять не менше 2-х осіб з-поміж викладачів кафедри, один з яких є керівником КР/КП. У разі тимчасової відсутності керівника в день захисту, його замінює інший науково-педагогічний працівник відповідної кафедри, визначений розпорядженням завідувача кафедри.

Процедура захисту включає коротку доповідь здобувача вищої освіти щодо основних результатів виконання КП та відповіді на запитання членів комісії або інших присутніх на захисті осіб.

Керівник КП встановлює вимоги до захисту в методичному забезпеченні КП з обов'язковим розміщенням цих вимог в навігаторі відповідної навчальної дисципліни в системі JetIQ не пізніше, ніж за два тижні до початку заліково-екзаменаційної сесії.

За результатами захисту КП комісія на закритому засіданні визначає оцінку, яку керівник оголошує здобувачам вищої освіти в день захисту та виставляє у відомість успішності.

У разі незгоди з отриманою оцінкою здобувачі вищої освіти мають право оскаржити її у відповідності до «Порядку організації та проведення заліків, диференційованих заліків, екзаменів у ВНТУ».

## **Оцінювання курсових робіт / проєктів**

Оцінювання КП здійснюється у відповідності з «Положенням про організацію освітнього процесу у ВНТУ», «Положенням про рейтингову систему оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти у ВНТУ» та «Порядку організації та проведення заліків, диференційованих заліків, екзаменів у ВНТУ».

Оцінювання КП здійснюється за стобальною шкалою та за шкалою ЄКСТ. Розподіл бальної оцінки за виконання КП повинен бути зафіксований в РПНД.

Поточне оцінювання КП здійснюється керівником. Підсумкове оцінювання КП здійснюється комісією.

При оцінюванні КП повинні враховуватись:

- ступінь і якість виконання індивідуального завдання;
- ступінь і якість виконання основної частини КП;
- ступінь і якість виконання ілюстративної або графічної частини (в разі наявності);
- відповідність встановленим вимогам до змісту і оформлення КП;
- рівень і якість представлення результатів курсового проєктування здобувачем вищої освіти під час захисту;
- відповіді на запитання в процесі захисту КП.

Критерії оцінювання КП визначаються керівником. Критерії оцінювання повинні бути відображені в РПНД, за якою КП. Також критерії оцінювання подаються у силабусі навчальної дисципліни і методичному забезпеченні курсового проєктування та повинні бути розміщені в навігаторі відповідної навчальної дисципліни у системі JetIQ.

Здобувачі вищої освіти повинні бути ознайомлені з критеріями оцінювання КП протягом перших двох тижнів теоретичного семестру.

Оцінювання КП повинно здійснюватись у відповідності до визначених критеріїв оцінювання.

Оцінка за стобальною шкалою та за шкалою ЄКТС виставляється керівником КП у відомість успішності в день проведення захистів КП.

Оцінка за стобальною шкалою та за шкалою ЄКТС може бути представлена керівником КП на титульному аркуші проєкту.

## 4 КАЛЕНДАРНА ТРИВАЛІСТЬ БУДІВЕЛЬНОГО СЕЗОНУ. ШВИДКІСТЬ ПОТОКУ

Календарна тривалість літнього будівельного сезону залежить від кліматичних умов (температурного режиму, товщини снігового покриву, інтенсивності та тривалості опадів).

Для встановлення календарних строків тривалості будівельного сезону використовуються середні багаторічні дані, опубліковані у кліматологічних довідниках та матеріалах гідрометеослужби.

У додатку Д наведено середні строки тривалості будівельного сезону для окремих областей України, що застосовуються при виконанні основних видів робіт з будівництва автомобільних доріг.

Аналізуючи дані додатку Д, слід відзначити одну закономірність, пов'язану з початком будівельного сезону. Незалежно від виду робіт дата початку дорожньо-будівельного сезону в Україні визначається кліматичними умовами конкретного регіону. У більшості центральних областей (наприклад, Київська, Вінницька) сезон стартує наприкінці квітня – орієнтовно з 20–25 числа, коли середньодобова температура стабільно перевищує +10°C, а ґрунт втрачає надмірну вологість.

Ця особливість пояснюється тим, що саме в цей період забезпечується проїзність колісних машин і відсутність прилипання ґрунту до робочих органів дорожньо-будівельної техніки. На підвищених ділянках рельєфу умови роботи стають сприятливішими, тоді як у низинах та заплавах місцях вони залишаються складнішими через затримку талої води.

Дата завершення сезону залежить від виду робіт та застосовуваних матеріалів. Наприклад:

- Асфальтобетонні роботи зазвичай виконуються до середини жовтня, коли температура ще дозволяє якісне ущільнення сумішей.
- Земляні роботи можуть тривати довше – до кінця листопада, якщо погодні умови залишаються сприятливими.
- Монтаж штучних споруд (мости, труби) часто ведеться й у зимовий період, але з технологічними обмеженнями.

### 4.1 Визначення швидкості потоку при однорічному будівництві ділянки автомобільної дороги

Для організації дорожньо-будівельних робіт поточним методом необхідно визначити мінімальну швидкість потоку, яка забезпечить завершення робіт у встановлені календарні строки.

Мінімальна швидкість потоку визначається за формулою:

$$v_{min} = \frac{L}{N}, \quad (4.1)$$

де  $L$  – довжина ділянки дороги, що будується (м);

$N$  – середня кількість робочих змін у будівельному сезоні.

Кількість змін  $N$  розраховується так:

$$N = [N_k - (N_p + N_B + N_H)] * K_C, \quad (4.2)$$

де  $N_k$  – календарна тривалість будівельного сезону (дні);

$N_p$  – період розгортання потоку (дні), тобто час від початку роботи першого загону до початку роботи останнього загону;

$N_B$  – кількість вихідних і святкових днів у межах сезону;

$N_H$  – кількість неробочих днів через несприятливі погодні умови;

$K_C$  – коефіцієнт змінності (залежить від організації роботи: одна, дві чи три зміни).

Період розгортання потоку  $N_p$  визначають залежно від виду та обсягів робіт, які виконуються під час будівництва автомобільної дороги. При цьому необхідно забезпечити організаційні та технологічні розриви (одна–дві зміни) між роботою окремих загонів (ланок). У деяких випадках розрив може становити два–три тижні, що обумовлено необхідністю виконання підготовчих робіт для наступних загонів. Це, наприклад, стосується земляних робіт, коли потрібен час для стабілізації ґрунту, ущільнення насипів або підготовки основи дорожнього одягу.

Для визначення часу роботи ланок з улаштування конструктивних шарів дорожнього одягу та призначення розмірів розривів між їхньою роботою студентам рекомендується використовувати нормативні дані в додатку Ж.

Необхідна кількість змін (захваток) роботи загону з возведення насипу в комплексному потоці залежить від кількості шарів насипу. На кожний шар насипу передбачаються дві захватки.

З урахуванням зрізання рослинного ґрунту (одна захватка) та виконання оздоблювальних робіт із прикаткою поверхні земляного полотна (одна захватка), загальна кількість захваток (змін) становить:

- для двошарової насипу – 6;
- для тришарової – 8;
- для чотиришарової – 10.

З огляду на нерівномірність обсягів земляних робіт на трасі, розрив у роботі загону з виконання лінійних земляних робіт та наступного ланцюга може становити дві–чотири зміни.

Для визначення кількості змін роботи спеціалізованого загону з будівництва малих штучних споруд необхідно знати напрямок потоку. Здобувачі визначають черговість будівництва штучних споруд у потоці та, користуючись даними, вирішують поставлене завдання.

Унаслідок того, що штучні споруди фактично є зосередженими об'єктами, їх тип і розміри значно варіюються. Тому розрив між їхнім ула-

штуванням та початком робіт із возведення земляного полотна може бути прийнятий більшим – дві–чотири зміни.

Доцільно виконувати улаштування малих штучних споруд або їхніх окремих частин завчасно – в осінньо-зимовий період. При цьому створюється заділ, який дозволяє на початку будівельного сезону одразу приступити до виконання земляних робіт. У такому випадку при розрахунку періоду розгортання комплексного потоку час на улаштування штучних споруд не враховується.

Згідно із завданням необхідно побудувати 30 км автомобільної дороги III категорії з асфальтобетонним покриттям у Вінницькій області протягом одного року.

Напрямок комплексного потоку залежить від багатьох технічних та організаційних причин.

Головними серед них є місцезнаходження основних виробничих підприємств (асфальтобетонних заводів – АБЗ, цементобетонних заводів – ЦБЗ) та стан під'їзних шляхів.

Однією з головних причин, що виправдовують правильний вибір напрямку потоку, є створення більш економічних і високопродуктивних умов для руху автомобілів. Рекомендується організовувати рух автомобілів за напрямком потоку. У цьому випадку більшу частину шляху автомобілі будуть переміщатися по вже побудованій ділянці дороги з більшою швидкістю. У наведеному прикладі вибір напрямку потоку визначається місцезнаходженням асфальтобетонного заводу (АБЗ) та кар'єрів місцевих кам'яних матеріалів.

Потік прийнято розірваним: на 16-му км траси розташований асфальтобетонний завод, звідки на лінію будуть вивозитися асфальтобетонна суміш, чорний щебінь, бітум та інші матеріали.

Перше плече – від 16-го км до 0, друге – від 16-го км до кінця траси. У даному варіанті є один серйозний недолік: після улаштування перших 16 км дороги всі засоби механізації повинні бути переміщені з 0 км на 16-й км, що потребує запланованого розриву часу (одна–дві зміни).

Однак перевага очевидна: при русі автомобілів по дорозі з асфальтобетонним покриттям потреба в них буде меншою, оскільки середня розрахункова швидкість може бути прийнята 35 км/год. Легко визначити, що середня дальність перевезення матеріалів від АБЗ на трасу буде меншою. Остаточне рішення цього питання у технічних проєктах приймається на основі техніко-економічного порівняння варіантів.

Щоб визначити швидкість потоку та узгодити роботу приватних потоків при виконанні всіх видів дорожньо-будівельних робіт, дійсно потрібно побудувати лінійний календарний графік комплексного потоку для будівництва автомобільної дороги довжиною 30 км за один рік.

Для сучасних умов України початок будівельного сезону також визначається малими штучними спорудами, які створюють заділ для земля-

них робіт. У більшості центральних областей (наприклад, Вінницька, Київська) середньодобова температура стабільно перевищує  $+10^{\circ}\text{C}$  приблизно з 20–25 квітня. Саме цей період приймається як початок комплексного потоку. Першими виконуються роботи зі спорудами (водопропускні труби, підпірні стінки), після чого одразу розпочинаються земляні роботи.

Завершальною роботою, яка визначає закінчення роботи комплексного потоку, є улаштування асфальтобетонного покриття з поверхневою обробкою. Термін завершення робіт зазвичай планується на середину вересня, щоб уникнути ризику похолодання та дощів, які погіршують якість укладання асфальтобетонних сумішей. Поверхнева обробка (наприклад, розлив бітумної емульсії та посипання щебенем) забезпечує додатковий захист покриття та підвищує його довговічність. Після цього виконуються лише оздоблювальні роботи (укріплення узбіч, нанесення розмітки), які не впливають на календарне завершення основного потоку.

Роботи, пов'язані з досипкою та укріпленням узбіч, плануванням укосів земляного полотна, розподілом рослинного ґрунту та облаштуванням дороги можуть бути виконані пізніше.

Для умов Вінницької області дата завершення основних земляних робіт зазвичай припадає на 20 жовтня, коли ще дозволяють погодні умови.

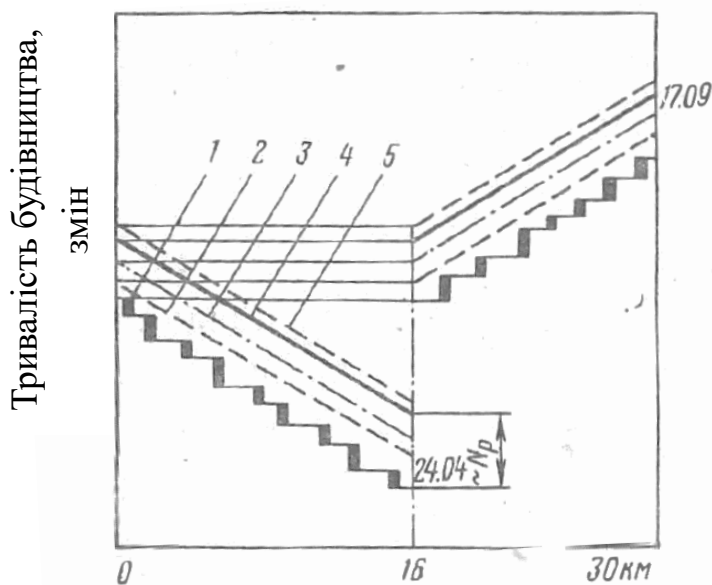


Рисунок 4.1 – Лінійний календарний графік одnorічного будівництва автомобільної дороги:

1 – будівництво малих штучних споруд; 2 – спорудження земляного полотна; 3 – улаштування основи та одношарового покриття; 4 – улаштування асфальтобетонного покриття з поверхневою обробкою; 5 – виконання оздоблювальних робіт на узбіччях, укріплення земляного полотна та укосів.

На лінійному календарному графіку ці завершальні роботи (укріплення узбіч, планування укосів, розподіл рослинного ґрунту, нанесення розмітки) не показуються, оскільки вони не впливають на величину періоду розгортання комплексного потоку.

Користуючись рекомендаціями щодо кількості змін (захваток) роботи ланок при улаштуванні конструктивних шарів дорожнього одягу (Додаток Е), а також наведеними вище даними про будівництво малих штучних споруд і зведення земляного полотна, визначаємо період розгортання комплексного потоку.

$$N_p = \sum t + \sum n, \quad (4.3)$$

де  $\sum t$  – тривалість виконання окремих робіт (улаштування малих штучних споруд, земляних робіт, конструктивних шарів дорожнього одягу), виражена в змінах (захватках);  $\sum t = t_1 + t_2 + t_3 + \dots$ ;

$\sum n$  – організаційно-технологічні параметри (кількість загонів, змін, хваток);  $\sum n = n_1 + n_2 + n_3 + \dots$ ;

$t_1$  — улаштування малих штучних споруд (залізобетонна кругла труба діаметром 1 м, довжиною 16,5 м, фундамент стрічкового типу), розташована на 15-му км траси (див. додаток Б).

$$t_1 = (17,9 - 0,17) + 4,1 + 1,4 = 8 \text{ змін};$$

$$n_1 = 3 \text{ зміни.}$$

$$t_2 - \text{зведення двошарової насипу}; t_2 = 6 \text{ змін};$$

$$n_2 = 2 \text{ зміни.}$$

$$t_3 - \text{улаштування суцільного піщаного шару}; t_3 = 2 \text{ зміни};$$

$$n_3 = 1 \text{ зміна.}$$

$$t_4 - \text{улаштування одношарової щебеневої основи}; t_4 = 3 \text{ зміни};$$

$$n_4 = 1 \text{ зміна.}$$

$$t_5 - \text{улаштування шару з чорного холодного щебеню}; t_5 = 2 \text{ зміни.}$$

- $n_5 = 3$  зміни;

- $t_6 - \text{улаштування одношарового покриття з гарячої асфальтобетонної суміші з одиночної поверхневою обробкою};$

- $t_6 = 1$  зміна.

Звідси період розгортання комплексного потоку:

$$N_p = \sum t + \sum n = 22 + 10 = 32 \text{ зміни, або 16 днів.}$$

У період з 24 квітня по 17 вересня:

$$N_k - \text{календарні дні} = 147$$

$$N_B - \text{вихідні та святкові дні} = 147 * 2/7 = 42$$

$N_M - \text{неробочі дні за метеорологічними умовами (визначаються за типом покриття)} = 20 - 5/7 \approx 14$

Отже, у розглянутому періоді кількість робочих змін при двозмінній роботі:

$$N = [N_k - (N_p + N_B + N_H)] * 2 = [147 - (16 + 42 + 14)] * 2 = 150$$

Швидкість комплексного потоку при однорічному будівництві ділянки автомобільної дороги:  $v_{min} = \frac{L}{N} = \frac{30\,000}{150} = 200 \frac{\text{м}}{\text{змiна}}$ .

При будівництві автомобільних доріг з удосконаленими полегшеними покриттями, де на трасі застосовуються спеціальні машини (автогудронатори, розподільники цементу тощо), знайдена швидкість комплексного потоку узгоджується з продуктивністю цих машин.

#### **4.2 Визначення швидкості потоку при двоохрічному будівництві ділянки автомобільної дороги (варіант)**

В якості варіанта розглядається будівництво автомобільної дороги II категорії з цементобетонним покриттям довжиною 25 км у Вінницькій області за два роки – з 1 листопада 2024 року по 1 листопада 2026 року (конструкція дорожнього одягу згідно завдання).

Відповідно до вимог «Інструкції по улаштуванню цементобетонних покриттів автомобільних доріг» будівництво автомобільних доріг з цементобетонним покриттям здійснюється у два роки:

- у перший рік споруджуються штучні споруди та зводиться земляне полотно;
- у другий рік улаштовується дорожній одяг і узбіччя, а також виконуються укріплювальні роботи.

У даному варіанті напрямки потоків першого і другого років будівництва прийняті неперервними від 0 до 25 км траси. Якщо у першому році будівництва напрямок потоку може бути практично будь-яким і навіть розірваним, то у другому році, коли цементобетонне покриття буде укладати комплект машин, що переміщується по рельс-формах, напрямок потоку слід приймати неперервним (крім випадків будівництва автомобільних доріг I категорії).

Місцезнаходження цементобетонного заводу (у даному випадку він розташований на 3-му км траси) диктує вибране напрямок. У цьому варіанті лише на перші 3 км траси цементобетонна суміш буде вивозитися назустріч потоку.

Аналогічно до попереднього прикладу, для узгодження роботи приватних потоків і визначення швидкості потоків будується лінійний календарний графік комплексних потоків двоохрічного будівництва автомобільної дороги довжиною 25 км (рис. 4.2).

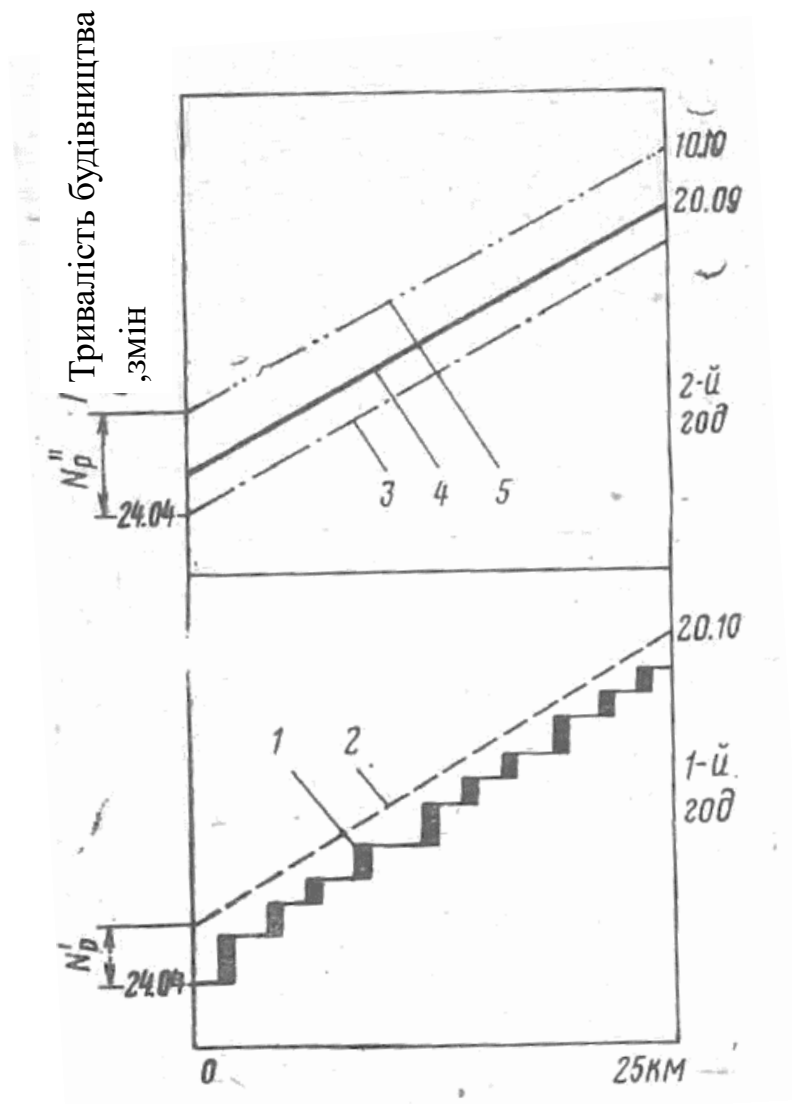


Рисунок 4.2 – Лінійний календарний графік однорічного будівництва автомобільної дороги:

1 – будівництво малих штучних споруд; 2 – спорудження земляного полотна; 3 – улаштування основи та одношарового покриття; 4 – улаштування асфальтобетонного покриття з поверхневою обробкою; 5 – виконання оздоблювальних робіт на узбіччях, укріплення земляного полотна та укосів.

Визначення швидкості потоку 1-го року будівництва.

За початок роботи потоку приймають початок будівництва штучних споруд – 24 квітня, завершують потік земляні роботи – 20 жовтня.

Користуючись наведеними вище рекомендаціями, визначаємо період розгортання потоку 1-го року будівництва.

$$N'_p = \sum t + n; \quad (4.4)$$

$t_1$  – улаштування першого в потоці малого штучного спорудження. Умовно беремо першу залізобетонну трубу (отвір  $2 \times 1,5$  м, довжина 20,6 м, фундамент I типу), розташовану на 1-му км траси (див. додаток В).

$$t_1 = l * n_1 + n_2 + n_3 = 20,6 * 0,55 + 7,7 + 2,6 = 22 \text{ зміни}$$

$$n_1 = 4 \text{ зміни}$$

$$t_2 - \text{зведення тришарової насипу}; t_2 = 8 \text{ змін}$$

Звідси період розгортання потоку першого року будівництва:

$$N'_p = t_1 + n_1 + t_2 = 22 + 4 + 8 = 34 \text{ зміни, або 17 днів}$$

У період з 24 квітня по 20 жовтня:

$$N_k - \text{календарні дні} = 180$$

$$N_B - \text{вихідні та святкові дні} = 180 * 2/7 = 51$$

$N_M$  – неробочі дні за метеорологічними умовами (визначаються по земляних роботах) =  $13 * 5/7 \approx 9$

Кількість робочих змін при двозмінній роботі:

$$N_1 = [N_k - (N_p + N_B + N_M)] * 2 = [180 - (17 + 51 + 9)] * 2 = \\ = (180 - 77) * 2 = 206 \text{ змін}$$

Тоді швидкість потоку 1-го року будівництва автомобільної дороги

$$v_1 = \frac{L}{N_1} = \frac{25000}{206} = 122 \frac{\text{м}}{\text{зміна}} \approx 125 \frac{\text{м}}{\text{зміна}}$$

Визначення швидкості потоку 2-го року будівництва.

Першими в потоці другого року будівництва виконуються роботи з улаштування основи. Початок робіт приймається з 24 квітня – він визначається строками улаштування основи, які складають приблизно три-чотири тижні.

Закінчення роботи потоку визначається моментом завершення укладання цементобетонного покриття та періодом набору міцності (необхідно 21 календарний день). У даному випадку укладання цементобетонної суміші має бути завершене до 20 вересня, а до 10 жовтня закінчуються роботи по присипці узбіч та виконанню укріплювальних робіт.

Користуючись рекомендаціями та даними про конструкцію дорожнього одягу, визначаємо період розгортання потоку другого року будівництва.

$$N''_p = \sum t + \sum n; \quad (4.5)$$

$t_1$  – улаштування піщаного додаткового шару основи;  $t_1 = 2$  зміни;  $n_1 = 1$  зміна;

$t_2$  – улаштування одношарової щебеневої основи;  $t_2 = 3$  зміни;  $n_2 = 1$  зміна;

$t_3$  – улаштування вирівнюючого піщаного шару ( $h = 5$  см) з установкою рельс-форм;  $t_3 = 2$  зміни;  $n_3 = 1$  зміна

$t_4$  – улаштування цементобетонного покриття;  $t_4 = 1$  зміна;

$n_4$  – технологічний розрив – 21 календарний день, необхідний для набору міцності цементобетонної суміші.

Для визначення величини періоду розгортання потоку другого року будівництва слід відняти з цього розриву ті календарні дні, які припадають на вихідні, святкові та неробочі дні за метеорологічними умовами.

Вихідні за три тижні складають 21 день. Неробочі дні за метеороумовами визначаються пропорційно:

$$x = 2 \text{ дні} \left\{ \begin{array}{l} 170 - 12 \text{ днів} \\ 21 - x \end{array} \right. ;$$

$$n_4 = 21 - (6+2) = 13 \text{ днів або } 26 \text{ робочих змін.}$$

Роботи по присипці узбіч та укосів, а також виконанню укріплювальних робіт у потоці (закінчення земляних робіт та основи – 20 жовтня) не включаються в розрахунок періоду розгортання потоку.

Звідси  $N''_p = \sum t + \sum n = 8 + 29 = 37$  змін або 19 днів.

У період з 24 квітня по 10 жовтня:

$$N_k - \text{календарні дні} = 170$$

$$N_B - \text{вихідні та святкові дні} = 170 * 2/7 = 49$$

$$N_M - \text{неробочі дні за метеорологічними умовами (визначаються по покриттю)} = 12 * 5/7 \approx 9$$

Кількість робочих змін при двозмінній роботі:

$$N_2 = [N_k - (N''_p + N_B + N_M)] * 2 = [170 - (19 + 49 + 9)] * 2 = (170 - 77) * 2 = 186 \text{ змін.}$$

Звідси швидкість потоку 2-го року будівництва автомобільної дороги:

$$v_2 = \frac{L}{N_2} = \frac{25000}{186} = 135 \frac{\text{м}}{\text{змiна}}, \text{ або } 135 * 7,5 = 1010 \frac{\text{м}^2}{\text{змiна}}.$$

Цементобетонне покриття укладається комплектом машин, що розміщується по рельс-формах. У цьому випадку необхідно визначити продуктивність комплекту машин.

Укладання цементобетонної суміші – 120–150 м/змiну (залежно від товщини шару та типу суміші).

Установка рельс-форм –  $\approx 300$ – $320$  м/змiну (одна смуга), або  $\approx 150$ – $160$  м/змiну для дороги.

Розбирання рельс-форм з погрузкою у транспортні засоби –  $\approx 320$ – $340$  м/змiну (одна смуга), або  $\approx 160$ – $170$  м/змiну для дороги.

Приведені норми виробітку дозволяють зробити висновок про можливість виконання робіт з будівництва автомобільної дороги з цементобетонним покриттям із розрахунковою швидкістю потоку 135 м/змiну.

## 5 ЗЕМЛЯНЕ ПОЛОТНО АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

### 5.1 Основні положення організації робіт

Спорудження земляного полотна автомобільної дороги здійснюється комплексно-механізованим способом із застосуванням засобів механізації у взаємозв'язаному порядку та у встановлені строки. Організація робіт повинна забезпечувати ритмічність виконання, якість та економічність виробництва.

Спорудженню земляного полотна передують підготовчі роботи, до складу яких входять: розбивка земляного полотна; улаштування тимчасових доріг; очищення смуги відведення для будівництва дороги; видалення рослинного ґрунту та його складування за межами дорожньої смуги; улаштування (за необхідності) осушувальних і водовідвідних каналів; знесення, переобладнання та перенесення споруд у зоні робіт.

При спорудженні земляного полотна спеціалізованими підрозділами виконуються: розробка ґрунту в резервах, виїмках або кар'єрах з використанням його для зведення насипу; пошарове розрівнювання та ущільнення ґрунту; улаштування корита або планування поверхні земляного полотна для улаштування дорожнього одягу з присипними узбіччями; ущільнення поверхні земляного полотна; переміщення рослинного ґрунту на поверхню резервів, укоси земляного полотна та розділювальні смуги; укріплювальні роботи.

Визначення видів виконуваних робіт залежить від стану смуги відведення, конструкції земляного полотна, природних умов місцевості та властивостей ґрунтів. Для визначення складу робіт слід використовувати матеріали технічного проєкту. З навчальною метою можна застосовувати матеріали курсового проєкту з дисципліни «Вишукування та проєктування автомобільних доріг» і вихідні дані завдання.

Земляне полотно при поточному способі виконання робіт зводиться на всій протяжності без розривів, за винятком окремих ділянок високих насипів і глибоких виїмок, де на невеликій протяжності зосереджено повинні бути виконані великі обсяги робіт спеціалізованими механізованими підрозділами до початку улаштування дорожнього одягу.

#### *Розчищення дорожньої смуги*

Види робіт з розчищення дорожньої смуги встановлюються відповідно до відомостей технічного проєкту. При виконанні курсового проєкту слід використовувати вихідні дані завдання.

Валку, трелювання та вивезення лісу планують на зимовий час, а видалення пнів і чагарнику – навесні. При мерзлих ґрунтах процес корчування менш ефективний.

У таблиці 5.1 наведені типи дорожніх машин для виконання підготовчих робіт.

Визначення розбивочних розмірів земляного полотна і поправки до табличних обсягів земляних робіт при улаштуванні дорожнього одягу з присипними узбіччями.

Сучасна технологія робіт з улаштування удосконалених типів дорожніх покриттів передбачає спорудження земляного полотна з присипними узбіччями. У цьому випадку у верхній частині земляного полотна укладають матеріали дорожнього одягу та ґрунт для присипних узбіч (рис. 5.1).

Для виконання розбивочних робіт і визначення обсягів робіт по спорудженню земляного полотна з присипними узбіччями повинні бути встановлені розбивочні розміри земляного полотна і величина поправки до табличних обсягів земляних робіт.

Підняття поверхні проїзної частини визначають на осі дороги відносно проєктного положення бровки земляного полотна за рахунок поперечних ухилів:

$$h_1 = a_2 * i_0 + \left(a_2 + \frac{b}{2}\right) * i_1 = 2,0 * 0,04 + (0,5 + 3,5) * 0,02 = 0,16 \text{ м}$$

Зміщення проєктного положення бровки земляного полотна до рівня низу піщаного шару:

$$h_3 = h - h_1 + h_2; h_2 = \frac{B}{2} * i_2;$$
$$h_3 = 0,5 - 0,16 + 6,0 * 0,03 = 0,52 \text{ м.}$$

Таблиця 5.1 – Типи дорожніх машин для виконання підготовчих робіт

Показник	Кущорізи		Корчувачі-збирачі					Бульдозерно-розпушувальні агрегати		
	ДП-4 (Д-514А)	ДП-24	ДП-8 (Д-608)	ДП-3 (Д-5134А)	ДП-25	ДП-14 (Д-705)	ДП-15 (Д-706)	ДП-5, бульдозер ДЗ-54	ДП-22с, бульдозер ДЗ-35С	ДП-9С, бульдозер ДЗ-34С
Базовий трактор	Т-100МЗГП	Т-130, 1Г-1	ДТ-75Б	Т-100МЗГП	Т-130, 1Г-1	Т-100МЗГП	Т-100МЗГП	Т-130МГП	Т-180КС або Т-180Г	ДЕТ-250м
Потужність двигуна, кВт	89	118	55	89	118	89	89	89	132	228
Тяговий клас, кН	10	10	3	10	10	10	10	10	15	35
Продуктивність в год.	0,4-0,5 га	0,5-0,8 га	0,2 га або 45пнів/8м <sup>3</sup>	0,15 га або 20пнів/12м <sup>3</sup>	-	0,15 га/1500м <sup>3</sup>	0,2 га/1500м <sup>3</sup>	0,5 га/1500м <sup>3</sup>	1800м <sup>3</sup>	2500м <sup>3</sup>
Діаметр зрізаних дерев, мм	200-300	До 400	300	450	450	-	-	-	-	-
Відвал										
Ширина захвата, мм	3600	3600	2170	1380	1380	1900	1900	1450	1560	2100
Кут встановлення ножів в плані, град	64	64	-	-	-	90	90	80	90	90
Розміри відвалів (ширина×висота),мм	-	-	-	1250X1500	-	3940X1000	3200X1200	4430X1200	-	4500X1550
Опуск робочих органів нижче опорної поверхні, мм:										
зуб корчувача	-	-	500	450	400	560	560	400	500	700
бульдозерного відвалу	-	-	230	-	-	350	370	-	300	400
Маса, кг	14420	17000	10125	13300	15800	15100	15100	15100	22710	38350
Примітка: Для корчувачів-збирачів продуктивність указана: у чисельнику — кількість пнів, у знаменнику — обсяг каміння/валунів масою до 3 т. Управління машинами — гідравлічне.										

Робочі відмітки за рахунок присипних узбіч ( див. рис 5.1):

$$h_5 = h_3 + h_4 = 0,52 + 2,08 * 0,03 = 0,58 \text{ м.}$$

Розбивочна півширина земляного полотна на рівні дорожнього одягу:

$$\frac{B'}{2} = \frac{B}{2} + h_3 * m + h_4 * m = 6,0 + 0,52 * 4 + 0,06 * 4 = 8,32 \text{ м.}$$

Товщина шару рослинного ґрунту при розрахунках не враховується, оскільки його укладають вже після зачистки укосів.

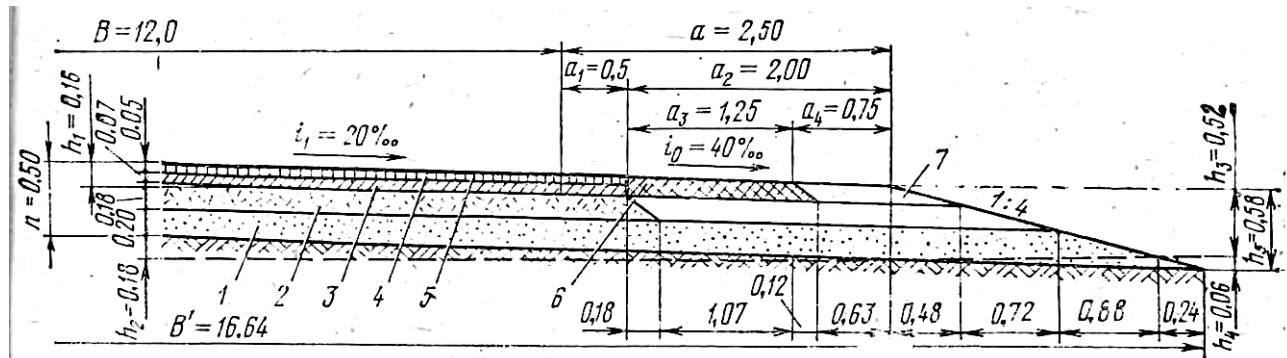


Рисунок 5.1 – Розбивочні розміри земляного полотна і дорожнього одягу з присипними узбіччями:

1. Додатковий шар основи з піску – товщина 20 см.
2. Щебенева основа – товщина 18 см.
3. Шар основи з нерівного холодного щебеню – товщина 7 см.
4. Покриття з гарячої середньозернистої асфальтобетонної суміші – товщина 5–6 см (залежно від проєкту).
5. Одиночна поверхнева обробка з чорної кам'яної дрібниці – тонкошарове ущільнення.
6. Шар щебеню на узбіччях – товщина 12 см.
7. Присипні узбіччя – формуються з місцевого ґрунту після укладання основних шарів дорожнього одягу.

Поправка до табличних обсягів земляних робіт визначається за формулою:

$$\Delta V = [S_{c.t} - (S_{д.0} + S_{y.0} + S_{п.0})] \cdot L, \quad (5.1)$$

де  $S_{c.t}$  – площа січення сточного трикутника;

$$S_{c.t} = \left[ \frac{a_2^2 * i_0}{2} + \frac{\left(a_1 + \frac{b}{2}\right)^2 * i_1}{2} + \left(a_1 + \frac{b}{2}\right) * a_2 * i_0 \right] * 2 =$$

$$= \left[ \frac{2,0^2 * 0,04}{2} + \frac{(0,5 + 3,5)^2 * 0,02}{2} + (0,5 + 3,5) * 2 * 0,04 \right] * 2 = 1,12 \text{ м}^2$$

$S_{д.0}$  – площа січення дорожнього одягу та укріплювальних смуг;

$$S_{д.0} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4, \quad (5.2)$$

де  $S_1$  – площа січення піщаного шару  $h_1 = 0,20$  м;

$$S_1 = \left( \frac{7,20 + 8,32}{2} * 0,20 + \frac{8,32 * 0,06}{2} \right) * 2 = 3,60 \text{ м}^2,$$

$S_2$  – площа січення щебеневого шару  $h_2 = 0,18$  м;

$$S_2 = \left( \frac{8,0 + 8,36}{2} \right) * 0,18 = 1,47 \text{ м}^2,$$

$S_3$  – площа січення чорного щебеневого шару  $h_3 = 0,07$  м;

$$S_3 = 8,0 * 0,07 = 0,56 \text{ м}^2,$$

$S_4$  – площа січення асфальтобетонного шару  $h_4 = 0,05$  м;

$$S_4 = 8,0 * 0,05 = 0,40 \text{ м}^2,$$

Загальна площа січення дорожнього одягу і укріплювальних смуг

$$S_{д.0} = 3,60 + 1,47 + 0,56 + 0,40 = 6,03 \text{ м}^2;$$

$S_{у.0}$  — площа січення шарів укріплення узбіч  $h_{6,7} = 0,12$  м;

$$S_{у.0} = \frac{2,0 + 2,48}{2} * 0,12 * 2 = 0,54 \text{ м}^2;$$

$S_{п.0}$  — площа січення присипних узбіч  $h_8 = 0,18$  м;

$$S = \frac{2,48 + 3,02}{2} * 0,18 * 2 = 1,0 \text{ м}^2.$$

$L$  – довжина ділянки дороги (для розрахунку на 1 м приймається  $L=1$ ).

$$\Delta V = [1,12 - (6,03 + 0,54 + 1,00)] * 1$$

$$\Delta V = 1,12 - 7,57 = -6,45 \text{ м}^3$$

Обчислена поправка для присипних узбіч залишається сталою на всій протяжності дороги при улаштуванні дорожнього одягу та укріплювальних ділянок. Це пояснюється тим, що конструкція узбіч не змінюється, а коефіцієнт закладання укосів прийнятий постійним  $m = 4$ .

Зміна коефіцієнта закладання укосів потребує введення в розрахунок його нового значення та визначення величини поправки  $\Delta V$ .

У прикладі в межах пікетів 9–11+50 (див. додаток В) при висоті насипу понад 2 м коефіцієнт закладання укосів дорівнює 1,5. Величина поправки при цьому на 1 м дороги становить  $\Delta V = -5,40 \text{ м}^3$ . Поправка враховується: для насипів – зі знаком «-»; для виїмок – зі знаком «+».

При визначенні обсягів земляних робіт також повинна враховуватися поправка (див. додаток Б) на відшкодування знятого рослинного ґрунту під насипами та в межах крайніх укосів виїмок.

Зміна коефіцієнта закладання укосів вимагає введення в розрахунок його нового значення та визначення величини поправки  $\Delta V$ .

У прикладі на ділянці дороги ПК 0 – ПК 8: середня висота насипу  $H_{cp} = 1,07$  м; коефіцієнт закладання укосів  $m = 4$ ; ширина земляного полотна  $B = 12$  м; товщина зрізки рослинного шару  $h = 0,10$  м.

Поправка на 1 м дороги:

$$\Delta S = (B + 2 * m * H_{cp}) * h * L \quad (5.3)$$

$$\Delta V_c = (12,0 + 2 * 4 * 1,07) * 0,10 * 1,0 = 2,06 \text{ м}^3$$

На ділянці ПК 8 – ПК 11-96:

$$H_{cp}=2,41 \text{ м}; m=1,5; B=12 \text{ м.}$$
$$\Delta S_c = (12,0+2*1,5*2,41)*0,10*1,0 = 1,92 \text{ м}^3$$

На ділянці ПК 11+96 – ПК 15+62 (виїмка):

$H_{cp}=1,66 \text{ м}; m=4; B=23,2 \text{ м.}$

$$\Delta V_c=(B_1+2*m*H_{cp})*h*L \quad (5.4)$$

$$\Delta V_c = (23,20+2*4*1,66)*0,10*1,0=3,65 \text{ м}^3$$

На ділянці ПК 15+62 – ПК 20 (насип):

$H_{cp}=1,19 \text{ м}; m=4; B=12 \text{ м.}$

$$\Delta V_c=(12,0+2*4*1,19)*0,10*1,0=2,15 \text{ м}^3$$

У додатку В наведено поздовжній профіль дороги, а в додатку Б – відомість обсягів земляних робіт.

## **5.2 Вибір засобів механізації для спорудження земляного полотна та розподіл обсягів земляних мас**

Вибір раціональних типів машин для спорудження земляного полотна автомобільних доріг залежить від таких факторів: технічної можливості застосування тих чи інших машин у даних умовах рельєфу; конструкції земляного полотна, розташування резервів ґрунту, його якості та складності розробки; організаційних умов виконання робіт, головними з яких є обсяги робіт і строки їх виконання; умов повного завантаження вибраних машин протягом усього терміну робіт; економічних показників і якості робіт.

При виборі раціонального способу механізації земляних робіт повинні бути зіставлені можливі варіанти за трудомісткістю, вартістю одиниці продукції, темпами та умовами організації робіт, питомими витратами енергоресурсів. Перевага має віддаватися економічно доцільному варіанту.

Підбираючи склад машин спеціалізованого підрозділу для спорудження земляного полотна, слід у першу чергу визначити основні (ведучі) машини, за допомогою яких можна з найменшими витратами виконати основні обсяги земляних робіт у відповідних умовах, а потім – допоміжні (комплектуючі) машини для виконання всіх інших робіт, що входять у технологічний процес спорудження земляного полотна. У складі підрозділу робота всіх машин повинна бути узгоджена за продуктивністю.

Найменша вартість спорудження земляного полотна у степових рівнинних районах при можливості розробки ґрунту з бокових резервів, коли робочі відмітки мало змінюються (в межах 0,2 м), досягається при використанні грейдер-елеватора. Довжина захватки грейдер-елеватора, що працює круговими проходами із зарізанням ґрунту в двосторонніх резервах, приймається 500–600 м.

У сипучих і перезволожених ґрунтах робота грейдер-елеватора малопродуктивна.

Вартість земляних робіт, виконуваних бульдозером у легких і малозв'язних ґрунтах, може бути нижчою за вартість скреперних робіт при

спорудженні насипів висотою до 1 м, а в глинистих і важких ґрунтах – при висоті насипу до 1,5 м. Ефективність застосування бульдозера при спорудженні земляного полотна з виїмок обмежується дальністю переміщення ґрунту – до 50 м, під ухил – до 100 м.

Скрепери найбільш ефективні при розробці глинистих ґрунтів із вологістю, близькою до оптимальної, у бокових резервах, коли різниця відміток висоти насипу і дна резерву становить 1,5–2 м, а також при розробці зосереджених резервів або виїмок із переміщенням ґрунту в насип: причіпні скрепери – на відстань до 500 м; напівпричіпні – до 3000 м.

Самохідні скрепери на пневматичних шинах з об'ємом ковша понад 15 м<sup>3</sup> можна застосовувати при перевезенні ґрунту на відстань понад 3000 м, якщо це підтверджено техніко-економічними розрахунками. Вартість роботи великовантажних самохідних скреперів на пневматичних шинах нижча за вартість роботи малих скреперів, а також причіпних скреперів до гусеничних тракторів.

У ряді випадків відсіпка ґрунту в насип скреперами при відстані переміщення до 1,5 км є більш економічною, ніж транспортування ґрунту автомобілями, що завантажуються екскаватором з ковшем об'ємом 0,5–1 м<sup>3</sup>.

Одноковшові екскаватори застосовуються при розробці глибоких виїмок, зосереджених резервів ґрунту глибиною понад 2–2,5 м, а також при спорудженні земляного полотна в умовах заболоченої місцевості. Транспортування ґрунту в цьому випадку здійснюється переважно автомобілями-самоскидами.

При глибоких виїмках із близьким заляганням ґрунтових вод можна використовувати екскаватор-драглайн у комплексі з транспортними засобами.

При спорудженні земляного полотна може бути організована спільна робота різних землерийних машин, які застосовуються як основні у складі спеціалізованого загону:

а) при спорудженні насипів висотою від 1,5 до 3,5 м з бокових розширених резервів поряд зі скреперами добрі результати дає комбіноване використання бульдозера та екскаватора-драглайна. У цьому випадку бульдозер, працюючи на розширенні резерву в польову сторону, подає ґрунт у зону дії екскаватора, що знаходиться на насипі.

б) при висоті насипу понад 1 м можлива спільна робота бульдозера та скрепера: бульдозер відсіпає земляне полотно на всю ширину до висоти 1 м, а подальшу досипку здійснює скрепер. Аналогічно може бути організована робота грейдер-елеватора та екскаватора-драглайна: грейдер-елеватор відсіпає насип до висоти 1 м, а екскаватор-драглайн поглиблює резерв до проектної відмітки.

в) при значному коливанні робочих відміток земляного полотна можна застосовувати скрепери для поздовжнього переміщення ґрунту в понижені місця та комбінувати їх роботу з бульдозером.

г) у глибоких виїмках доцільно застосовувати комбінований спосіб: рослинний і верхній шари ґрунту розробляють бульдозерами та скреперами, а решту – екскаваторами.

При виборі способу виконання робіт зі спорудження земляного полотна порівнюють такі основні показники: продуктивність комплексу машин; собівартість; приведені витрати; виробіток на одного робітника; енергоємність на одиницю продукції.

Використовуючи наведені рекомендації та маючи конкретні дані про конструкцію земляного полотна в поперечному і поздовжньому профілях, характер ґрунту та умови організації робіт, у розглянутому прикладі можна застосувати такі типи машин. Для спорудження насипу висотою до 2 м із бокових резервів (ПК 0–8) – спеціалізоване ланка з ведучою машиною: бульдозер ДЗ-18 з трактором Т-100МГП потужністю 89 кВт. Типи бульдозерів і їхні робочі характеристики наведені в табл. 5.2.

На ділянках траси з високими насипами (понад 2 м), які можуть бути споруджені за рахунок розробки виїмки або резервів із переміщенням ґрунту до 500 м – спеціалізоване ланка з ведучою машиною: причіпний скрепер до гусеничного трактора. При дальності перевезення 500–3000 м застосовують одноосьові напівпричіпні скрепери до колісного тягача. Типи скреперів і їхні характеристики наведені в табл. 5.3.

Для розробки виїмки в межах ПК 11+96 – ПК 15+82 з відсипкою ґрунту в суміжні насипи – спеціалізоване ланка з ведучою машиною: скрепер ДЗ-20 (Д-498) з об'ємом ковша 8 м<sup>3</sup> у комплекті з трактором 108МЗТС.

Для розробки виїмки середньою глибиною до 5 м і обсягом 40 тис. м<sup>3</sup> (зосереджені роботи) на ділянці 24 км траси – доцільно застосувати ведучу машину: екскаватор Е-6512 з прямою лопатою та об'ємом ковша 0,65 м<sup>3</sup>. При середній дальності переміщення ґрунту 2 км використовують автомобілі-самоскиди. Типи та характеристики екскаваторів наведені в табл. 5.4.

Відповідно до завдання для визначення потрібних ресурсів при спорудженні земляного полотна автомобільної дороги, на основі заданого поздовжнього профілю, відомості обсягів земляних робіт) та вибраних засобів механізації складається графік розподілу земляних мас на перші 2–3 км траси.

На графіку показують: місця, звідки беруть ґрунт для спорудження насипів; місця його використання при розробці виїмок; у відповідній графі стрілками та цифрами позначають дальність і напрямок переміщення ґрунту для кожної ведучої землерийної машини.

Практично дальність переміщення ґрунту при спорудженні насипу бульдозерами визначається як відстань між точкою врізання відвалу в ґрунт і точкою його виходу з ґрунту.

Нормами передбачено: при переміщенні ґрунту бульдозерами на ділянках із підйомом до 10% довжина шляху приймається без змін; при підйомах до 20% довжину шляху слід збільшувати на 20%; при підйомах понад 20% – на 40%.

У виробничих умовах у ряді випадків беруть середнє значення відстані переміщення ґрунту, враховуючи розміри резервів і висоту насипу.

При спорудженні насипу скреперами дальність переміщення ґрунту визначається як півсума робочого та холостого пробігів скрепера, виміряних за фактичною довжиною переміщення. Попередньо дальність можна встановити на основі графіка розподілу земляних мас у межах, рекомендованих для скреперів обраних марок, з округленням до 100 м.

При використанні інших типів землерийних машин середня дальність перевезення ґрунту з притрасових або зосереджених резервів визначається їхніми робочими характеристиками та обраною схемою роботи з урахуванням рельєфу місцевості.

Розробку графіка розподілу земляних мас рекомендується починати з виїмок. Ґрунт виїмок найбільш доцільно використовувати для спорудження суміжних насипів, особливо на тих ділянках, де неможливо закласти резерви або їх недостатньо.

Слід мати на увазі, що продуктивність скреперів і бульдозерів значно підвищується при зарізанні та переміщенні ґрунту під ухил.

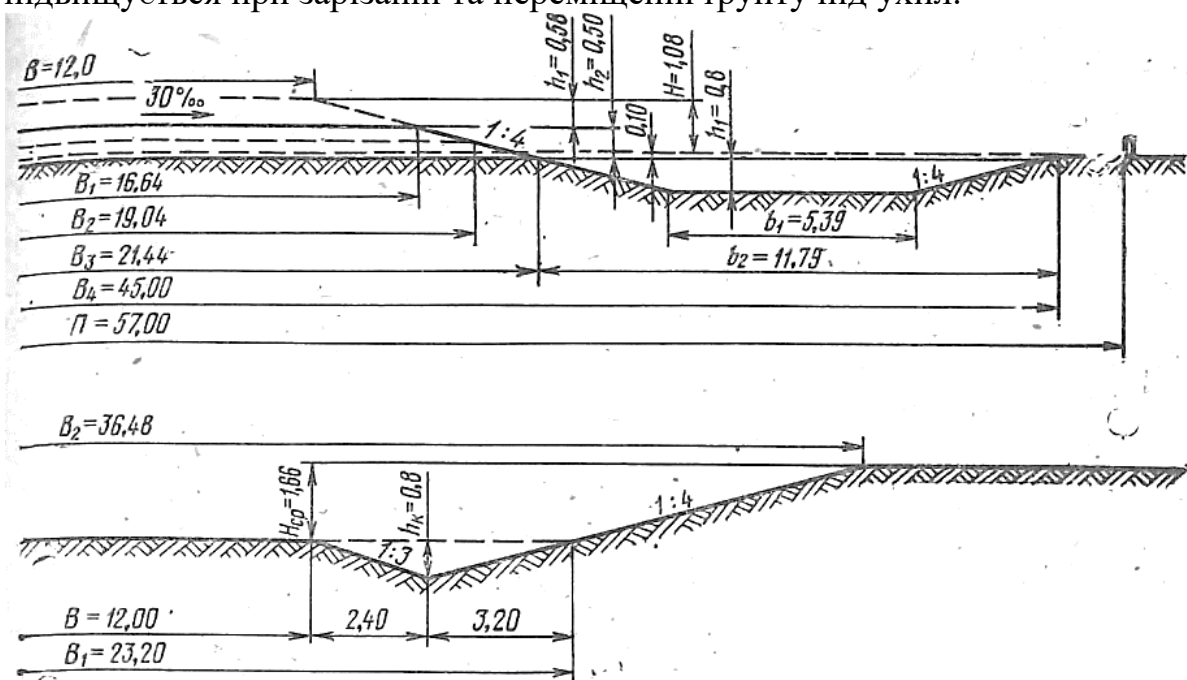


Рисунок 5.2 – Поперечні профілі земляного полотна

Таблиця 5.2 – Технічні характеристики бульдозерів

Тип і марка бульдозера	Трактор		Тяговий клас, кН	Відвал		Підйом відвала над опорною поверхнею, мм	Найбільше заглиблення відвала, мм	Кут різання, град.	Маса бульдозера, кг
	Марка	Потужність, кВт		Тип	Розмір, мм				
На пневматичних шинах:									
ДЗ-37 (Д-579)	МТЗ-50/52 «Білорусь»	40	1,4	Неповоротний	2000×650	500	150	60	1080
ДЗ-48 (Д-661)	К-702	147	6	Поворотний	3640×1200	1050	—	50—55	2990
На гусеничному ході:									
ДЗ-29 (Д-555) з подовжувачами	Т-74-С2	54	3	Неповоротний	2560(2520)×800	600	200 (300)	55	850 (710)
ДЗ-42 (Д-606)	ДТ-75-С2	55	3	— // —	2520×800	600	200	55	1070
ДЗ-18 (Д-493А)	Т-100МГП	89	10	Поворотний	3900×1000	1050	250	50—60	1860
ДЗ-54С (Д-687С)	Т-100МЗП	89	10	— // —	3200×1200	850	370	50—60	1780
ДЗ-28 (Д-533)	Т-130.1Г-1	118	10	— // —	3900×1000	1050	400	50—60	2850
ДЗ-27С (Д-532Г)	Т-130.1Г-1	118	10	Неповоротний	3200×1300	900	500	50—60	1910
ДЗ-101	Т-4АП1 або Т-4АП2	96	4	— // —	2600×900	700	310	55	1440
ДЗ-104	Т-4АП1 або Т-4АП2	96	4	Поворотний	2600×900	700	300	55	1765
ДЗ-35С (Д-575С)	Т-180Г	132	15	Неповоротний	3640×1230	900	320	45—55	3400
ДЗ-34С (Д-572С)	ДЭТ-250	221	25	— // —	4540×1550	840	400	50—60	3980

Таблиця 5.3 – Технічні характеристики скреперів

Тип і марка скреперів	Трактор (тягач): Марка	Потужність, кВт	Тяговий клас, кН	Об'єм ковша, м <sup>3</sup> (геометричний/номінальний)	Глибина різання (стружки), мм	Ширина різання, мм	Товщина шару відсіпки, мм	Найбільша швидкість (робоча/транспортна), км/год	Середня рекомендована дальність транспортування, м	Маса скрепера, кг
Причіпні до гусеничного трактора:										
ДЗ-33 (Д-569)	ДТ-75-С2	55	3	3 / 3,5	200	2100	350	4,24 / 10,8	100–200	8400
ДЗ-111* (Д-697)	Т-ЧАП2	96	4	4,5 / 5,5	250	2500	500	3,5 / 9,5	200–350	13500
ДЗ-20 (Д-498)*	108МЗГС	89	10	7 / 9	300	2620	320	2,35 / 10,1	250–500	18000
ДЗ-20В (Д-498В)	Т-130.1.Г	118	10	7 / 9	300	2650	300	2,4 / 10,1	250–500	18000
ДЗ-77С*	Т-130.1.Г	118	10	8 / 10	350	2700	450	2,5 / 10,9	До 500	20200
Одноосові напівпричіпні до колісного тягача:										
ДЗ-11 (Д-357М/ДЗ-357ПЗ)	МАЗ-529Е	132/151	10	8 / 10	300	2720	До 550	3 / 40	500–1500	20000
ДЗ-13 (Д-392) (ДЗ-115 двомоторний)	БелАЗ-531	265	15	15 / 90	350	2900 (3000)	600	3 / 45	1000–1500	34 000 (40 000)
ДЗ-67	—	625	25	25 / 32	400	3600	650	2 / 35	2000–3000	64000

Примітка: 1. Скрепери, позначені знаком \*, мають гідравлічну систему керування з вільним (самопливним) розвантаженням, інші – гідравлічне керування з примусовим розвантаженням.

Таблиця 5.4 – Технічні характеристики екскаваторів

Тип і марка екскаватора	Місткість ковша прямої лопати, м <sup>3</sup>	Марка двигуна	Тип керування робочими органами	Макс. глибина копання, м	Макс. висота розвантаження, м	Довжина стріли, м	Частота обертання поворотної платформи, об/хв	Швидкість пересування, км/год
Е-2514 на спеціальному агрегатному шасі	0,25	Д-48Л	Пневматичне	1,5 – 2,0	2,8	—	4,44 та 6,27	4,5 та 5,4
Екскаватори на гусеничному ході:								
Е-303А	0,3	Д-48Л	Пневматичне	5,9	4	4,9	2,9 та 6,9	1,1 – 4,7
Е-652 / Е-652Б	0,6	КДМ-46	Пневматичне, гідравлічне	7,9	5,6	5,5	3,4 та 6,0	1,6 – 3,0
Е-6512	0,65	КДМ-10	Дизель-електричне	Близько 8,0	5,5	5,5	—	1,1 – 2,2
Е-10011А з турботрансформатором	1	Д-108	Електропневматичне	Близько 8,0	6	6,2	5,4	До 2,5
Е-1252Б	1,25 – 1,4	У2-6С2	Гідравлічне	7,8 – 9,3	5,1 – 6,6	6	—	1,5
Е-1602	1,6	ЯМЗ-238	Дизель-електричне	Близько 9,0	Близько 7,0	7	4,6	1,2
Е-2505	2,2	Електродвигун	Електричне	9	7	8,6	3,7	1,2

Примітка: До екскаваторів постачається змінне робоче обладнання: пряма та зворотна лопати, драглайн, грейфер, кран, а до окремих моделей – палубійне (копрове) обладнання. Продуктивність машин із різними видами обладнання уточнюється на основі чинних норм (ДСТУ/ДБН) або за результатами досвідного копання.

На представленому графіку розподілу земляних мас передбачено, що ґрунт виїмки повністю використовується для спорудження суміжних насипів. Виїмку планується розробляти скреперами ДЗ-20 (Д-498) з переміщенням ґрунту на відстань від 100 до 500 м. Недостатня кількість ґрунту для спорудження насипів на ділянках ПК 7–8 та ПК 18 компенсується за рахунок бокових резервів. У графах 14–18 вказано дальність переміщення ґрунту, а цифрами над стрілками – кількість переміщеного ґрунту. Сума цифр, що показують кількість ґрунту, переміщеного на дану ділянку насипу, повинна відповідати обсягу насипу, зазначеному у відомості обсягів земляних робіт.

При розподілі земляних мас на ділянках ПК 0–8 та ПК 18–20, де для зведення насипів висотою до 2 м ґрунт доцільно отримувати з бічних резервів, необхідно визначити їхні розміри. У такому разі об'єм ґрунту, отриманого в резервах (рис. 5.2), у межах одного пікету має відповідати об'єму ґрунту, необхідному для відсипання насипу (з урахуванням коефіцієнта відносного ущільнення), тобто:

$$V_P = V_H \quad (5.5)$$

Площа поперечного перерізу резервів за цих умов розраховується за формулою:

$$f_P = \frac{V_P}{l_P} = \frac{V_H}{l_P}, \quad (5.6)$$

де  $l_P$  — довжина резерва по обидва боки насипу, м.

Максимальна кількість ґрунту, яку можна розробити в резервах, залежить від їхньої ширини та глибини. Згідно з технічними вимогами, глибина бічних резервів не повинна перевищувати 1,5 м, щоб забезпечити стійкість земляного полотна та безпеку водовідведення. Ширина резервів визначається розрахунком, виходячи з умови їх розміщення в межах смуги відведення. За таких умов максимальна сумарна ширина двох резервів становить:

$$2 * b_1 = П - B_3 - 2 * C, \quad (5.7)$$

де  $П$  – ширина смуги відведення (встановлюється згідно з проектом землеустрою),

$C$  – відстань від зовнішньої бровки укусу резерва до межі смуги відведення, яка визначається технологією виконання робіт, але має бути не менше 1 м.

Нормативи землевідведення для автомобільних доріг на території України встановлюються відповідно до вимог ДБН В.2.3-4:2015 «Автомобільні дороги» (зі змінами від 2019–2024 рр.) та положень Земельного кодексу України. Відомості про ширину смуг, що відводяться для доріг загального користування у постійне користування, залежать від технічної категорії дороги, висоти насипів (або глибини виїмок) та специфічних констру-

ктивних особливостей земляного полотна (наявність з'їздів, штучних споруд, шумозахисних екранів тощо). В умовах Вінницького регіону при проектуванні смуги відведення обов'язково враховується технологічна зона для складування родючого шару ґрунту (рекультиваційний запас) та влаштування сучасних систем водовідведення (геомати, біоплато). Детальні параметри ширини смуг для різних категорій доріг наведено в ДСТУ Б В.2.3-33:2016 (таблиця 1-5).

За погодженням із землекористувачами (власниками земельних паїв або ОТГ) допускається тимчасове використання земель на період будівництва. Після завершення робіт такі ділянки підлягають обов'язковій рекультивациі та повертаються власникам у стані, придатному для подальшого цільового використання.

У випадках, коли об'єму ґрунту з бічних резервів недостатньо для спорудження насипу на конкретній ділянці, дефіцит покривається шляхом поздовжнього переміщення ґрунту із сусідніх ділянок або зосереджених резервів (кар'єрів), розташованих осторонь траси.

При встановленні геометричних параметрів бічних резервів рекомендовано зберігати їхню сталу ширину на ділянках траси зі стабільними робочими відмітками земляного полотна. У таких умовах виникає потреба не лише в поперечному переміщенні ґрунту бульдозерами, а й у поздовжньому транспортуванні ґрунту скреперами із сусідніх резервів.

Для забезпечення сталої ширини резерва в межах ділянки ПК 0–8, визначаємо середній об'єм ґрунту, який необхідно отримати з резервів на кожному пікеті:

$$V_{cp} = \frac{\sum V_1 + V_2 + \dots + V_n}{n}, \quad (5.8)$$

де  $V_1, V_2, V_n$  – профільні об'єми, м<sup>3</sup>;  
 $n$  – число пікетів.

У наведеному прикладі  $V_{cp} = 1375$  м<sup>3</sup>. При влаштуванні двосторонніх резервів площа поперечного перерізу одного резерва в межах пікету становить:

$$f_p = \frac{V_{cp}}{2 * l_p} = \frac{1375}{2 * 100} = 6,87 \text{ м}^2.$$

Середня робоча відмітка насипу на вказаних пікетах становить  $H = 1,08$  м.

Зниження бровки земляного полотна за рахунок присипних узбіч:  $h_1 = 0,58$  м. Товщина родючого шару (чорнозему), що підлягає зняттю та подальшій рекультивациі:  $h_2 = 0,10$  м (мінімальне значення для регіону). Висота частини насипу, що відсипається:  $H_0 = H - h_1 + h_2 = 1,08 - 0,58 + 0,10 = 0,6$  м.

Ширина підшви частини насипу, що відсипається, при вказаній висоті становить  $B_3 = 21,44$  м. Розрахунок ширини резерва по верху ( $b_1$ ) та по

низу ( $b_2$ ) при відомій глибині  $h_p$  та коефіцієнтах закладення укосів (внутрішнього  $m$  та зовнішнього  $n$ ):

$$b_1 = \frac{f_p}{h_p} + \left(\frac{m+n}{2}\right) * h_p, \quad (5.9)$$

$$b_2 = \frac{f_p}{h_p} - \left(\frac{m+n}{2}\right) * h_p, \quad (5.10)$$

Прийнявши глибину резерва після зняття рослинного шару  $h_p = 0,8$  м (оптимально для забезпечення водовідведення) та коефіцієнти укосів  $m = n = 4$  (відповідно до вимог нормативів), маємо:

$$b_1 = \frac{6,87}{0,8} + 4 * 0,8 = 11,79 \text{ м}$$

$$b_2 = \frac{6,87}{0,8} - 4 * 0,8 = 5,39 \text{ м}$$

Відповідно до додатка Д, в умовах рівнинної місцевості Вінницької області з поперечним ухилом до 90‰, при висоті насипу 1,0–1,5 м та коефіцієнті закладення укосів  $m = 4$ , нормативна ширина смуги відведення для дороги III категорії становить  $\Pi = 57$  м.

Згідно з наведеними вище розрахунками, фактична ширина, яку займе підошва насипу разом із двома резервами по верху, становить:

$$21,44 + 11,79 * 2 = 45 \text{ м.}$$

Таким чином, з кожного боку від зовнішньої бровки укосу резерва до межі смуги відведення залишається вільна смуга завширшки:

$$(57 - 45) / 2 = 6 \text{ м.}$$

Ця смуга призначена для тимчасового складування знятого родючого шару ґрунту (гумусу) та забезпечення маневрування дорожньо-будівельної техніки. Аналогічним розрахунком для ділянки ПК 18–20 визначено площу поперечного перерізу резерва  $f_p = 4,96 \text{ м}^2$ . При глибині  $h_p = 0,6$  м та коефіцієнтах закладення укосів  $m = n = 4$ , ширина резерва становить: по верху  $b_1 = 10,67$  м, по низу  $b_2 = 5,87$  м. Розміщення земляного полотна та резервів у межах відведеної смуги на цій ділянці також повністю забезпечене.

Після встановлення розмірів резервів та обсягів ґрунту, на графіку розподілу земляних мас відображається тип машин та дальність переміщення (графи 11–18). Як зазначено у графі 7, на ділянках ПК 0–8 та ПК 18–20 розрахунковий об'єм ґрунту з двосторонніх резервів повністю використовується для зведення насипу шляхом:

1. Поперечного переміщення бульдозерами (типу ДЗ-18 або сучасними аналогами потужністю 100–120 кВт);
2. Подовжнього переміщення скреперами (типу ДЗ-20 або сучасними самохідними моделями) (див. графу 19).

У графі 10 наведено обсяги оплачуваних земляних робіт, що включають зведення насипів із резервів та виїмок, а також обсяги ґрунту з виїмок, що вивозяться у кавальєр. Влаштування кавальєрів розглядається як додаткові витрати, яких слід уникати за можливості. При визначенні дальності переміщення бульдозерами враховано підйом ґрунту при відсіпанні нижнього шару насипу (висотою до 0,3 м) із середньою відстанню  $l = 20$  м. Для верхнього шару (також товщиною 0,3 м) дальність переміщення прийнята  $l = 30$  м.

При наявних вихідних даних (див. рис. 5.2), об'єм ґрунту для відсіпання верхнього шару насипу розраховується за формулою:

$$V_{BC} = \frac{B_1+B_2}{2} * h * K_y \quad (5.11)$$

де  $B_1, B_2$  – ширина шару, що відсіпається, по верху та по низу відповідно;

$h = \frac{(H-h_1)}{2}$  – висота шару, що відсіпається (де  $H$  – середня робоча відмітка,  $h_1 = 0,58$  м — товщина дорожнього одягу);

$K_y$  – коефіцієнт відносного ущільнення ґрунту, що для умов Вінниччини приймається рівним 1,1.

При розрахунку об'ємів ґрунту на ПК 1, враховуючи необхідність зняття родючого шару (гумусу) товщиною 0,10 м, середня робоча відмітка становить:

$$H = 1,25 + 0,10 = 1,35 \text{ м}$$

Виходячи з конструкції дорожнього одягу, товщина верхнього шару, що відсіпається, становить:

$$h = (1,35 - 0,58) / 2 = 0,385 \text{ м (приймаємо } 0,39 \text{ м для точності)}$$

Об'єм ґрунту для верхнього шару  $V_{BC}$  з урахуванням коефіцієнта ущільнення ( $K_y = 1,1$ ):

$$V_{BC} = \frac{16,64 + 19,6}{2} * 0,39 * 1,1 = 777 \text{ м}^3.$$

З цього загального об'єму необхідно виключити частину ґрунту, яка доставляється на ПК 1 шляхом поздовжнього транспортування скреперами (або сучасними самоскидами) із сусідніх резервів. Відповідно до графіка розподілу (графи 15, 17 та 18), цей об'єм становить:

$$777 - (138 + 250 + 43) = 346 \text{ м}^3.$$

Даний результат вноситься до графі 12 відомості.

Для визначення об'єму ґрунту нижнього шару  $V_{HC}$  від загального об'єму насипу  $V_H$  віднімаємо об'єм верхнього шару:

$$V_{HC} = V_H - V_{BC} = 1806 - 777 = 1029 \text{ м}^3.$$

У такому ж порядку виконуються обчислення на решти пікетів, а отримані результати розподілу земляних робіт записують у графі 11 та 12 відомості.

У графі 19 графіка розподілу земляних мас вказується кількість ґрунту, яку вирішено отримати з резервів, не виходячи за межі смуги відведення. У графі 21 зображується план земляного полотна та резервів у масштабі (у поперечному напрямку 1:500 або 1:1000). Для побудови використовують усі необхідні розміри конструкції земляного полотна та резервів, встановлені вищезазначеними розрахунками. Закладення укосів насипів, резервів та виїмок на кожному пікеті визначається обчисленням значення  $m \cdot H$  (де  $m$  – коефіцієнт закладення укосу, а  $H$  – висота укосу). У зв'язці з поздовжнім профілем вирішується також відведення води з резервів; напрямок стоку позначається стрілками.

Відповідно до графіка розподілу земляних мас складають зведену відомість механізованих земляних робіт (Додаток К), у якій вказують обсяги ґрунту, що переміщуються обраними машинами, та дальність переміщення. Контроль правильності складання графіка земляних мас та зведеної відомості розподілу механізованих земляних робіт здійснюється наступним чином:

- Перший етап контролю: сума підсумкових обсягів у зведеній відомості розподілу земляних робіт (Додаток К) у графах 5 і 6 має дорівнювати підсумковому обсягу графі 4.
- Другий етап контролю: сума підсумкових обсягів граф 7–15 має дорівнювати підсумковому обсягу графі 4.

Підсумкові обсяги з цієї відомості, підраховані за видами землерийно-транспортних машин, слугують вихідними даними для розрахунку складів механізованих загонів.

### **5.3 Розрахунок основних землерийно-транспортних і землерийних машин для виконання лінійних та зосереджених земляних робіт**

Необхідна кількість провідних машин для виконання земляних робіт визначається на основі даних «Відомості розподілу механізованих земляних робіт» та прийнятої швидкості потоку. Для зручності розрахунок рекомендується вести у формі відомості.

Попередньо має бути встановлена група ґрунту за трудністю розробки. Слід мати на увазі, що один і той самий ґрунт може бути віднесений до різних груп залежно від типу застосовуваної машини. При встановленні групи ґрунту рекомендується керуватися даними діючих ресурсних елементних кошторисних норм (РЕКН). Так, у розглянутому прикладі на поздовжньому профілі ґрунтовий розріз представлений переважно суглинками з домішкою кам'янистих частинок в обсязі 10%, за винятком понижених місць, де вклинаються супіщані ґрунти. Згідно з нормами, при розробці такого ґрунту скреперами він може бути віднесений до II групи.

Продуктивність землерийно-транспортних машин також рекомендується визначати на основі нормативних даних. У збірниках наведено норми

часу на одиницю обсягу робіт  $100 \text{ м}^3$  за виміром у стані природної щільності.

Формула продуктивності (норма виробітку):

$$N_{\text{вир}} = \frac{T * V}{N_{\text{ч}}}, \quad (5.12)$$

де  $T$  – тривалість зміни (згідно з КЗПІ України – 8,0 год);

$V$  – одиниця обсягу робіт, для якої обчислена норма часу  $100 \text{ м}^3$ ;

$N_{\text{ч}}$  – норма часу на одиницю обсягу робіт.

Для причіпного скрепера ДЗ-20 до трактора потужністю 108 кВт з об'ємом ковша  $8 \text{ м}^3$  при розробці та переміщенні ґрунту II групи на відстань до 100 м норма виробітку становить:

$$N_{\text{вир}} = \frac{8,0 * 100}{1,55} = 516 \text{ м}^3 / \text{зміну}$$

де норма часу  $N_{\text{ч}} = 1,55$  год прийнята за нормативними даними. При збільшенні відстані переміщення до 200 м норма часу зростає:

$$1,55 + 0,82 = 2,37 \text{ год}$$

Продуктивність у зміну бульдозерів, як і інших землерийних машин, визначається аналогічно за відповідними нормативними таблицями.

Для бульдозера ДЗ-18 із трактором Т-100М потужністю 89 кВт при переміщенні ґрунту на відстань до 20 м норма виробітку становить:

$$N_{\text{вир}} = \frac{8,0 * 100}{0,66 + 0,52} = 678 \text{ м}^3 / \text{зміну}.$$

Кількість машино-змін, необхідна для виконання робіт, обчислюється за формулою:

$$K = \frac{Q}{N_{\text{вир}}}, \quad (5.13)$$

де  $Q$  – обсяг робіт,  $\text{м}^3$ ;

$N_{\text{вир}}$  – норма виробітку машини,  $\text{м}^3 / \text{зміну}$ .

Приклад: Згідно з додатком К, обсяг ґрунту II групи, що підлягає розробці бульдозером і переміщенню в насип на відстань 20 м, становить  $8326 \text{ м}^3$ . Продуктивність бульдозера визначена як  $678 \text{ м}^3 / \text{зміну}$ . Для розробки цієї кількості ґрунту необхідно:

$$K = \frac{8326}{678} = 12,28 \text{ зміни}$$

Отримані дані заносимо у відомість 3. Аналогічно визначається необхідна кількість машино-змін для інших типів машин.

Кількість провідних землерийно-транспортних машин для виконання лінійних робіт:

$$N = \frac{K}{C}, \quad (5.14)$$

де  $K$  – сумарна кількість машино-змін провідної машини;

$C$  – кількість змін роботи потоку з виконання лінійних земляних робіт.

У даному випадку обсяги земляних робіт за умовами завдання визначені тільки на перші 2 км траси. Таким чином, при прийнятій швидкості потоку 200 м/зміну знадобиться:

$$C = 2000/200 = 10 \text{ змін}$$

Для зведення насипу бульдозерами ДЗ-18 потрібно 19,90 маш.-зміни, звідси бульдозерів ДЗ-18 необхідно  $N_6 = 19,90 : 10 = 1,99$ . Приймаємо два бульдозери з коефіцієнтом використання кожного 1,00.

Аналогічно визначаємо і необхідну кількість скреперів ДЗ-20:

$$N_c = \frac{92,43}{10} = 9,24$$

Приймаємо дев'ять скреперів з коефіцієнтом використання кожного 1,03.

Задані кілометрові обсяги земляних робіт на 3–30 км траси наведені без розподілу за типами машин і дальністю переміщення. Ці дані будуть використані тільки при побудові лінії пересування загону на лінійному календарному графіку з навчальною метою. У виробничих умовах робиться детальний розрахунок потрібних ресурсів на всій протяжності траси.

До складу загону включено два бульдозери ДЗ-18 із тракторами Т-100МГП та дев'ять причіпних скреперів ДЗ-20 до тракторів 108МЗГС.

Для виконання зосереджених робіт на 24 км траси прийнято екскаватор типу Е-6512 із прямою лопатою та ковшем об'ємом  $0,65 \text{ м}^3$ . Вибір екскаватора з більшим об'ємом ковша є недоцільним через відносно невеликий обсяг робіт на об'єкті та складність транспортування великовагових машин за відсутності під'їзних шляхів.

Згідно з нормативними даними, норма часу на розробку  $100 \text{ м}^3$  ґрунту II групи для обраного екскаватора становить 2,3 год.

Норма виробітку за цих умов складе:

$$N_{\text{вир}} = \frac{8,0 * 100}{2,3} = 347 \text{ м}^3 / \text{зміну}$$

Необхідна кількість змін роботи екскаватора Е-6512 для розробки виїмки обсягом  $40\,000 \text{ м}^3$ :

$$K = \frac{40000}{347} = 115 \text{ змін.}$$

Екскаватор, працюючи протягом 115 змін, має забезпечити завершення зосереджених робіт до моменту підходу основного загону лінійних робіт до цієї ділянки.

У наведеному прикладі час переміщення лінійного загону від 0 до 24 км при швидкості потоку 200 м/зміну становить:

$$N = \frac{24000}{200} = 120 \text{ змін}$$

Таким чином підтверджується, що один екскаватор Е-6512 встигне виконати весь обсяг зосереджених робіт на 24 км ще до підходу лінійного загону, маючи запас часу у 9 змін (120 – 115 = 5 днів плюс технологічна перерва).

На рис. 2.3 наведено схему узгодження руху потоків. Між похилою лінією руху лінійного загону та графіком роботи екскаватора (вертикальний стовпчик) передбачено технологічний розрив у три–п'ять змін. Екскаватор розпочинає роботу через 3–5 змін після того, як лінійний загін пройде позначку 16 км. Такий напрямок потоку обрано для забезпечення безперервності та безпеки виконання робіт.

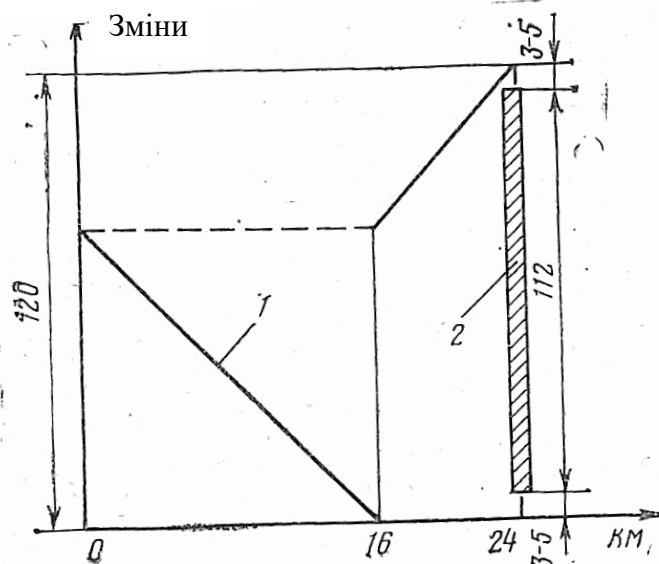


Рисунок 5.3 – Схема ув'язки виконання лінійних і зосереджених земляних робіт у потоці: 1 – лінійні роботи; 2 – зосереджені роботи.

Ґрунт, що розробляється екскаватором, можна переміщати автомобілями-самоскидами, причіпними тракторними візками та іншими транспортними засобами, при цьому необхідно враховувати дальність возки.

Згідно із завданням, ґрунт, розроблений у виїмці, повинен переміщатися на різні відстані – 1, 2 і 3 км. У зазначених умовах для транспортування ґрунту, що розробляється екскаватором, доцільно прийняти автомобілі-самоскиди КамАЗ-5510.

Вантажопідйомність автомобіля повинна бути узгоджена з об'ємом ковша екскаватора. Зазвичай місткість кузова автомобіля вибирається у 3-4 рази більшою за об'єм ковша екскаватора.

Продуктивність автомобіля-самоскида визначається розрахунком залежно від дальності переміщення ґрунту.

При прийнятих умовах продуктивність автомобіля-самоскида КамАЗ-5510 вантажопідйомністю 7 т при дальності переміщення 1, 2 і 3 км в один кінець відповідно становитиме 144 т/зміну або  $90 \text{ м}^3/\text{зміну}$ , 113 т/зміну або  $70 \text{ м}^3/\text{зміну}$  та 94 т/зміну або  $59 \text{ м}^3/\text{зміну}$ .

Необхідна кількість автомобілів-самоскидів КамАЗ-5510, що забезпечує роботу екскаватора Е-6512 із продуктивністю  $356 \text{ м}^3/\text{зміну}$ :

$$N = \frac{N_{\text{вир.е}}}{N_{\text{вир.а-с}}}, \quad (5.15)$$

де  $N_{\text{вир.е}}$  — норма виробітку екскаватора, т/зміну;

$N_{\text{вир.а-с}}$  — норма виробітку автомобіля-самоскида, т/зміну.

При дальності переміщення ґрунту на 1 км потрібно  $N = 356 : 90 = 4$  автомобілі-самоскиди і відповідно 5 і 6 автомобілів-самоскидів при возці ґрунту на 2 і 3 км.

Виконання зосереджених робіт при розробці виїмки та зведенні насипу доцільно проводити в зимовий період, якщо це диктується календарними термінами. У цьому випадку передбачається концентрація машин, що забезпечує безперервність і високі темпи виконання робіт.

#### **5.4. Комплектування спеціалізованих загонів для виконання лінійних та зосереджених земляних робіт**

Розрахунок комплектуючих машин у загоні для виконання лінійних земляних робіт. Поряд із провідними машинами, що виконують основні земляні роботи, необхідні машини для виконання допоміжних робіт, що входять у технологічний процес спорудження земляного полотна: зняття рослинного шару; розпушування, розрівнювання, ущільнення та зволоження ґрунту; планування узбіч, корита, укосів, резервів, покриття укосів та дна резервів рослинним ґрунтом.

Кількість допоміжних машин у загоні визначається залежно від продуктивності провідних машин. Середній обсяг основних земляних робіт, що виконуються провідними машинами (два бульдозери та дев'ять скреперів), у даному прикладі становить:

$$V_{\text{ср}} = \frac{V}{N} = 35 \frac{125}{10} = 3612 \text{ м}^3$$

де  $V$  – обсяг земляних робіт, що припадає на бульдозери та скрепери на протяжності 2 км;

$N$  – кількість змін роботи загону при швидкості потоку 200 м/зміну.

Таким чином, продуктивність допоміжних машин повинна забезпечити виконання робіт зі зведення земляного полотна в кількості  $3612 \text{ м}^3/\text{зміну}$ .

Зняття рослинного шару виконують у межах дорожньої смуги, на якій відсипають насипи, розробляють резерви та виїмки. Для зняття рослинного ґрунту використовують бульдозери і рідше, залежно від умов робіт, скрепери або автогрейдери.

Зрізаний рослинний ґрунт переміщують на 4–6 м за межі кордону робіт і підгортають у поздовжні валики, забезпечуючи при цьому нормальну роботу машин у межах залишеної смуги. Для визначення обсягу рослинного ґрунту, що знімається, попередньо слід знайти ширину смуги, що очищується, залежно від прийнятих умов виробництва робіт.

У прикладі в межах ПК 0–8 при середній робочій відмітці насипу 1,08 м і двосторонніх резервах ширина смуги зрізання становить 45 м.

Площа, що очищується від рослинного шару:

$$S_1 = B_3 * L = 45 * 800 = 36\,000 \text{ м}^2,$$

де  $B_3$  – ширина смуги, що очищується, м;

$L$  — довжина ділянки, м.

У межах ПК 8–11+96 та ПК 15+62–19 при відсутності бічних резервів і середній висоті насипу  $H_{\text{ср}} = 2,15$  м з коефіцієнтом закладення укосів  $m = 1,5$ , площа зняття рослинного шару становить:

$$S_2 = (B + 2 * m * H_{\text{ср}}) * L = (12,0 + 2 * 1,5 * 2,15) * 734 = 13\,542 \text{ м}^2.$$

У межах пікетів 11+96–15+62 середня глибина виїмки  $H_{\text{ср}} = 1,66$  м. При коефіцієнті закладення укосів  $m = 4$  ширина виїмки зверху  $B_2 = 36,42$  м.

Площа зняття рослинного шару:

$$S_3 = B_3 * L = 36,48 * 366 = 13\,351 \text{ м}^2.$$

У межах ПК 19–20 при середній робочій відмітці насипу  $H_{\text{ср}} = 1,2$  м, коефіцієнті закладення укосів  $m=4$  і ширині резервів зверху  $b = 10,67$  м площа зняття рослинного шару:

$$S_4 = (12,0 + 2 * 4 * 1,2 + 2 * 10,67) * 200 = 8\,588 \text{ м}^2.$$

Загальна площа рослинного шару, що знімається, у межах 20 пікетів:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = 36\,000 + 13\,542 + 13\,351 + 8\,588 = 71\,481 \text{ м}^2.$$

Середня площа рослинного шару, що знімається, у межах захватки довжиною 200 м (10 змін роботи):

$$S_{\text{зм}} = 71\,480 / 10 = 7\,148 \text{ м}^2.$$

Продуктивність бульдозера ДЗ-18, що використовується для зняття рослинного ґрунту, віднесеного до І групи за трудністю розробки, з переміщенням до 30 м становить  $11\,549 \text{ м}^2$ . Звідси необхідна кількість бульдозерів ДЗ-18:

$$N_6 = S_{\text{зм}} : H_{\text{вир}} = \frac{7\,148}{11\,549} = 0,60.$$

Приймаємо один бульдозер із коефіцієнтом використання 0,6.

Розпушування ґрунту виконують для підвищення продуктивності землерийних машин. Ґрунт II та III груп необхідно попередньо розпушувати розпушувачами або тракторними плугами. Останнім часом широкого роз-

повсюдження набули бульдозерно-розпушувальні агрегати, які складаються з базової машини, бульдозерного обладнання, встановленого спереду, та розпушувального обладнання, змонтованого ззаду.

Використовуючи для розпушування ґрунту бульдозерно-розпушувальний агрегат ДП-14, що має бульдозерне обладнання ДЗ-18 та розпушувальну навіску ДП-5С, визначаємо норми виробітку. При глибині розпушування до 0,2 м і довжині ділянки, що розпушується, до 200 м:

$$N_{\text{вир}} = \frac{(8,2 * 100)}{0,115} = 7130 \text{ м}^3.$$

Для розпушування ґрунту, що розробляється провідними машинами в обсязі 3612 м<sup>3</sup>, знадобиться розпушувачів:

$$N_p = \frac{3612}{7130} = 0,5.$$

Внаслідок того, що бульдозер ДЗ-18 зайнятий на знятті рослинного шару 0,6 зміни, доцільно обладнати його розпушувальною навіскою ДП-5С і використовувати як розпушувальний агрегат із коефіцієнтом використання 0,6 + 0,5 = 1,1. Підвищення продуктивності має бути забезпечене правильною організацією робіт.

Розрівнювання ґрунту виконують після його відсипання в насип. Товщина шарів, що відсипаються, призначається залежно від засобів ущільнення. Найбільш доцільно для розрівнювання ґрунту використовувати бульдозери, в окремих випадках – автогрейдери. У прикладі для бульдозера ДЗ-18, продуктивність на розрівнюванні ґрунту II групи при товщині шару, що відсипається, до 0,3 м (у щільному тілі):

$$N_{\text{вир}} = 8,2 * \frac{100}{0,57} = 1438 \text{ м}^3/\text{зміну}.$$

Загальний обсяг ґрунту, що підлягає розрівнюванню на захватці 200 м, становить 3612 м<sup>3</sup>. Звідси кількість бульдозерів для розрівнювання:

$$N_6 = \frac{3612}{1367} = 2,5.$$

Приймаємо три бульдозери з коефіцієнтом завантаження кожного 0,83.

Ущільнення ґрунтів у насипу доцільно виконувати котками на пневматичних шинах, які забезпечують високу якість і необхідний коефіцієнт щільності. При відсипанні верхньої частини земляного полотна для доріг із капітальним покриттям у межах 1,5 м від поверхні покриття у II та III дорожньо-кліматичних зонах коефіцієнт необхідної щільності ґрунту повинен бути 0,98–1,00; у межах від 1,5 до 6 м при умовах непідтоплюваності – 0,95, а понад 6 м — 0,98.

У табл. 5.5 наведено основні технічні характеристики котків на пневматичних шинах. У прикладі для ущільнення суглинистого ґрунту, що відсипається в насип шаром 0,3 м, прийнято каток на пневматичних шинах ДУ-16В (чотириколісний, одноосьовий, секційний, напівпричіпний до одноосьового тягача МАЗ-529Е).

Таблиця 5.5. Основні технічні характеристики котків на пневматичних шинах

Тип і марка котків на пневматичних шинах	Маса, т (без баласту / з баластом)	Параметри ущільнення: товщина шару, мм	Параметри ущільнення: ширина, мм	Швидкість робоча / транспортна, км/год
ДУ-30 (Д-265), одноосьовий, п'ятиколісний, секційний, причіпний до трактора класу 3 кН	4 / 12,5	250–270	2200	5 / 8
ДУ-39А (Д-703), секційний, п'ятиколісний, причіпний до трактора класу 10 кН	6,28 / 25	350	2530	5 / 10
Д-326, секційний, одноосьовий, п'ятиколісний, причіпний до трактора класу 15 кН	13,3 / 50	500	3300	4,5 / 25
ДУ-16В (Д-551В), чотириколісний, одноосьовий, секційний, напівпричіпний до тягача МОАЗ-546Л або МАЗ-529Е	7,3 / 25,9	400	2620	15 / 40
Д-599, секційний, одноосьовий, чотириколісний, напівпричіпний до тягача БелАЗ-531	27,8 / 56,7	430	2680	15 / 40

Норми виробітку котка при товщині шару ґрунту, що ущільнюється, до 0,35 м та 8–10 проходах по одному сліду визначені відповідно до норм. У даному випадку при довжині ділянки укочування до 200 м, товщині шару до 0,35 м і 10 проходах котка по одному сліду норма виробітку котка становить:

$$N_{\text{вир}} = \frac{8,2 * 100}{0,25 + 0,228} = 1708 \text{ м}^3.$$

Отже, при відсипанні в середньому 3612 м<sup>3</sup> ґрунту в зміну для його ущільнення необхідно котків:

$$N = \frac{3612}{1708} = 2,1.$$

Приймаємо два котки з коефіцієнтом використання 1,05.

Планування земляного полотна включає наступні роботи: планування поверхні земляного полотна та дна резервів, планування укосів насипів, резервів та виїмок.

Планування поверхонь, а також укосів насипів, виїмок і резервів виконують для надання правильної форми земляному полотну відповідно до вимог технічного проєкту. Його можна здійснювати автогрейдерами або причіпними грейдерами з укосниками та розширювачами відвала, скребка-

ми на стрілі екскаватора або екскаваторами-планувальниками з телескопічною стрілою, а також спеціальними укособробними машинами. Технічні характеристики автогрейдерів та грейдерів наведено в табл. 5.6.

Вибір засобів механізації для планувальних робіт залежить від висоти насипу або глибини виїмки. При зведенні земляного полотна автомобільних доріг насипи відсипають із запасом ґрунту на укосах 5–10 см, а у виїмках укоси не добирають на 10–15 см, щоб при плануванні доводилося лише зрізати ґрунт, а не досипати.

При визначенні кількості машин для планувальних робіт слід попередньо обчислити площу планування. У прикладі при відсипанні в середньому 3612 м<sup>3</sup> ґрунту в зміну і довжині захватки 200 м середня площа насипу становить:

$$F_{\text{cp}} = \frac{3612}{200} = 18,06 \text{ м}^2.$$

Середню висоту насипу  $H$  (з урахуванням пониження бровки земляного полотна за рахунок присипних узбіч) можна визначити, використовуючи формулу для визначення площі поперечного перерізу насипу:

$$F_{\text{cp}} = B * H_{\text{cp}} + m * H_{\text{cp}}^2 = 16,64 * H_{\text{cp}} + 4 * H_{\text{cp}}^2 = 18,06.$$

З рівняння визначаємо  $H = 0,89$  м.

Плановану поверхню можна визначити за схемою, наведеною на рис. 2.4.

Розміри резервів визначені відповідно до середньої площі перерізу насипу. Ширина насипу, що відсипається зверху, з урахуванням пониження бровки земляного полотна  $B = 16,64$  м визначена раніше розрахунком. Площа поверхні земляного полотна та резервів при довжині ділянки 200 м:

$$F_1 = (16,64 + 5,0 \cdot 2) \cdot 200 = 5328 \text{ м}^2.$$

Площа поверхні укосів з урахуванням двосторонніх резервів:

$$\begin{aligned} F_2 &= \left[ \sqrt{(H_{\text{cp}} + h_p)^2 + b_1^2} + \sqrt{h_p^2 + b_2^2} \right] * n * L = \\ &= \left[ \sqrt{1,89^2 + 7,56^2} + \sqrt{1^2 + 4,0^2} \right] * 2 * 200 = 4800 \text{ м}^2. \end{aligned}$$

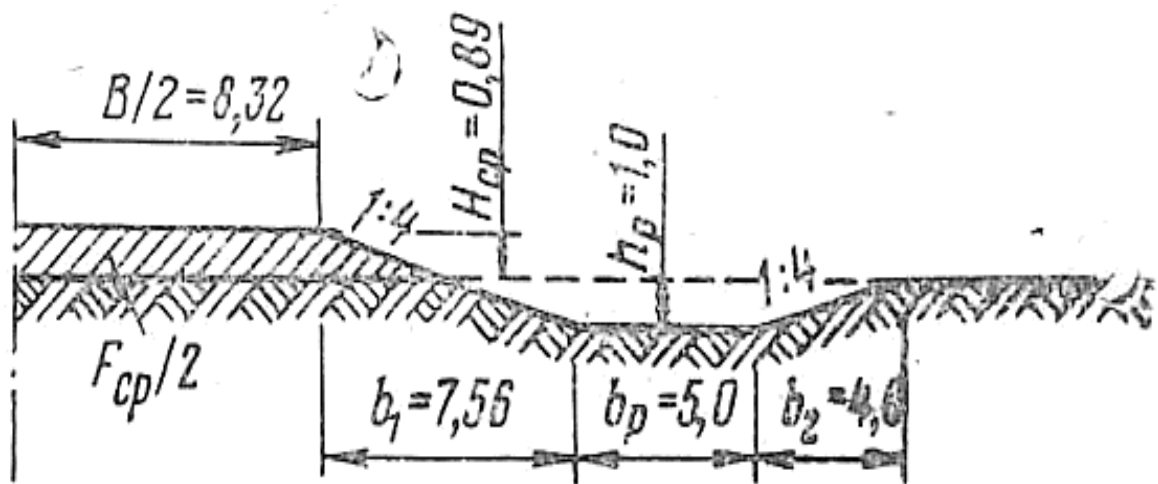


Рисунок 5.4 – Схема для визначення розмірів бічних резервів.

При використанні автогрейдера ДЗ-31-1 для планування поверхні земляного полотна і дна резервів при робочому ході в одному напрямку і чотирьох проходах по одному сліду норма виробітку відповідно до норм для ґрунту II групи становить:

$$N_{\text{вир}} = \frac{8,2 \cdot 1000}{0,22 \cdot 4} = 9318 \text{ м}^2.$$

Таблиця 5.6 – Технічні характеристики автогрейдерів і грейдерів

Тип і марка автогрейдерів	Марка дизельного двигуна	Потужність двигуна, кВт	Глибина різання, мм	Відвал повноповоротний: Довжина x висота (розмір по хорді), мм	Відвал повноповоротний: Кут, град (при різанні / при обробці укосів)	Швидкість, км/год: робоча вперед (назад) / транспортна	Маса, кг
Автогрейдери середні							
ДЗ-99-1-4 (Д-710Б) без реверсу, з ходозменшувачем; рульове керування – механічне з гідروпідсилювачем	АМ-41	66	250	3100 x 500	30–70 / 40–90	2,3 (9,0) / 38,1	9 850
ДЗ-31-1 (Д-557) з кирковщиком без реверсу, з ходозменшувачем; керування – гідравлічне	АМ-01	96	250	3700 x 600	30–70 / 40–90	4,0 (16,5) / 37,7	13 100
Автогрейдери важкі							
ДЗ-98 (Д-395В) з кирковщиком без реверсу, з ходозменшувачем; керування – гідравлічне	1Д6-250, ТК-С2/С3	184	500	3700 x 700	30–80 / 40–70	3,5 (5,96) / 34,4	19 500
Грейдери							
ДЗ-6 (Д-241А), терасник сидельного типу на пневматичних шинах із механічним керуванням	Т-75	55	700	3057 x 500 (3874 — з подовжувачем)	28–70 / До 70	— / —	2 760
ДЗ-1 (Д-20БМ) із механічним керуванням	Т-100М	73	400	3660 x 500 (4430 — з подовжувачем)	28–70 / 70	— / —	3 800
ДЗ-58 (Д-700) з гідравлічним керуванням	Т-100МГП (К-700А)	73 (162)	450	3616 x 500 (5000 — з подовжувачем)	28–70 / 70	— / —	

Примітки: 1. Автогрейдер ДЗ-98 (Д-395В) має механізм нахилу коліс. 2. До складу змінного обладнання автогрейдерів входять: бульдозерний відвал, подовжувач, укісник, кирківник і плужний снігоочисник. Причіпні грейдери мають: подовжувач, укісник, кирківник.

Норма виробітку автогрейдера при плануванні укосів насипу і резервів може бути визначена стосовно причіпного грейдера, що має таку ж довжину ножа:  $8,2 * \frac{1000}{0,115} = 71304 \text{ м}^2$ .

Необхідна кількість автогрейдерів ДЗ-31-1 для планувальних робіт при середньому обсязі зведеного насипу  $3612 \text{ м}^3/\text{змін}$ :

$$\frac{5328}{9318} + \frac{4800}{71} 304 = 0,64.$$

Приймаємо один автогрейдер ДЗ-31-1 з коефіцієнтом використання 0,64. Додатково автогрейдером будуть виконуватися роботи з профілювання під'їзних шляхів із завантаженням 0,3 машино-зміни. Загальний коефіцієнт використання при цьому – 0,94.

При плануванні укосів високих насипів або глибоких виїмок застосовують екскаватори з ковшем-планувальником типу драглайн або землерийно-планувальні машини, для яких норми виробітку можуть бути визначені за нормами. Слід мати на увазі, що планування укосів виїмок проводиться до нарізки кюветів.

Норми виробітку екскаватора з ковшем-драглайном із суцільною ріжучою кромкою об'ємом  $0,65 \text{ м}^3$  при плануванні укосів насипу у всіх ґрунтах або виїмки в ґрунтах I та II груп становить: при довжині укосу до 10 м –  $1025 \text{ м}^2$ ; з навантаженням у транспортні засоби –  $863 \text{ м}^2$ ; до 15 м –  $781 \text{ м}^2$  (відповідно  $651 \text{ м}^2$ ); понад 15 м –  $631 \text{ м}^2$  та  $526 \text{ м}^2$ .

Прикатка земляного полотна виконується після планування безпосередньо перед влаштуванням основи дорожнього одягу. З цією метою доцільно застосовувати самохідні котки на пневматичних шинах або гладкі самохідні котки.

При застосуванні самохідного котка на пневматичних шинах ДУ-31А норма виробітку при трьох проходах по одному сліду може бути визначена за:

$$\frac{(8,2 * 100)}{0,04} = 20 500 \text{ м}^2.$$

Для підкатки поверхні земляного полотна площею  $16,64 * 200 = 3328 \text{ м}^2$  знадобиться котків ДУ-31А:  $3328 / 20 500 = 0,16$ .

Цю роботу може виконати каток, зайнятий на ущільненні піщаного шару основи дорожнього одягу зі спеціалізованого загону з влаштування дорожнього одягу.

Покриття укосів і дна резервів рослинним ґрунтом – завершальна операція. Середня площа рослинного шару, що знімається, в межах захватки довжиною 200 м становить  $S_{\text{зм}} = 6964 \text{ м}^2$ . Об'єм рослинного ґрунту при товщині шару 0,1 м у щільному стані, яким слід покрити укоси та дно резервів:

$$V_{\text{рг}} = 6964 \cdot 0,1 \cdot 1,1 = 776 \text{ м}^3.$$

При використанні для цього виду роботи бульдозера ДЗ-18 з переміщенням рослинного ґрунту на відстань до 20 м норма виробітку визначена для ґрунту І групи:

$$N_{\text{вир}} = \frac{8,2 * 100}{(0,31 + 0,16 * 3)} = 1038 \text{ м}^3.$$

Необхідна кількість бульдозерів ДЗ-18:  $N = \frac{776}{1038} = 0,75$ . Приймаємо один бульдозер з коефіцієнтом використання 0,75.

В результаті розрахунків, що визначають необхідну кількість провідних і допоміжних машин для виконання заданих обсягів робіт, комплектується склад механізованого загону:

#### Машини

Бульдозери ДЗ-18 на тракторі Т-100МГП – 5 (1,05)\*

Скрепер ДЗ-20 до трактора 108МЗГС – 9 (1,03)

Бульдозерно-розпушувальний агрегат ДП-14 – 1 (1,10)

Котки ДУ-16В на пневматичних шинах, напівпричіпні до тягача МАЗ-529Е – 2 (1,05)

Автогрейдер ДЗ-31-1 – 1 (0,94)

Самохідний каток ДУ-31А (зі спецзагону) – 1 (0,16)

#### Робітники

Машиністи в зміну – 18

Дорожні робітники в зміну (для розбивальних робіт та обслуговування машин) – 2

#### Техніко-економічні показники

Продуктивність загону в зміну – 3612 м<sup>3</sup> (200 м)

Вирібок на одного робітника –  $3612 : 18 = 201 \text{ м}^3$  або  $200 : 18 = 11,1 \text{ м}$  земляного полотна

\* У дужках вказані середні коефіцієнти використання машин.

*Розрахунок комплектуючих машин у ланці для виконання зосереджених земляних робіт*

Для комплектування ланки на 24-му км траси, де ведучою землерийною машиною є екскаватор Е-6512, необхідно визначити потребу в бульдозерах ДЗ-18 для пошарового розрівнювання ґрунту в насипі, який переміщується з виїмки автомобілями-самоскидами, та в котках ДУ-16В для ущільнення ґрунту.

Продуктивність екскаватора Е-6512 визначена як 356 м<sup>3</sup>/зміну. Отже, таке ж число ґрунту буде за зміну переміщатися автосамоскидами, розрівнюватися бульдозерами й ущільнюватися котками.

Продуктивність бульдозера ДЗ-18 при розрівнюванні ґрунту шаром 0,3 м становить 1367 м<sup>3</sup>/зміну. Тому один бульдозер ДЗ-18 розрівнює привезений ґрунт  $356/1367=0,26$  зміни.

Для ущільнення ґрунту може бути використаний секційний пневмоколісний каток ДУ-39А, причіпний до гусеничного трактора класу 10 кН.

Його продуктивність при довжині захватки до 200 м, товщині шару до 0,2 м і русі в проходах по одному сліду визначена за нормами:  $8,2 \cdot 100 / (0,5 + 0,88 \cdot 4) = 965 \text{ м}^3/\text{змін}$ . Для ущільнення  $356 \text{ м}^3$  ґрунту за зміну потрібно:  $356 / 965 = 0,37$  котка.

З огляду на мале використання бульдозера ДЗ-18 (0,26 зміни), його можна застосувати також як тягач котка ДУ-39А. Загальне навантаження бульдозера ДЗ-18 складе:  $0,26 + 0,37 = 0,63$  зміни. Решту часу (0,37 зміни) бульдозер слід використовувати для підготовки місця екскаватору, виконання вскришних робіт та облаштування з'їздів.

Склад ланки для виконання зосереджених земляних робіт

#### Машини

Екскаватор Е-6512 – 1 (1,0)

Автомобілі-самоскиди КамАЗ-5510 – 4 (1,0)

Бульдозер ДЗ-18 – 1 (0,63)

Коток ДУ-39А – 1 (0,37)

#### Робітники

Машиністи дорожніх машин – 2

Водії – 4

Підсобний робітник – 1

Планувальні роботи рекомендується виконувати спеціалізованим ланкою у складі лінійного загону земляних робіт, коли вони підйдуть за календарним графіком до цього відрізка, і тому машини для цього виду робіт до складу даного загону не включені.

### **5.5. Технологічна схема влаштування земляного полотна**

Технологічні схеми влаштування земляного полотна, що являють собою подальшу деталізацію проєкту організації робіт, складають на окремі характерні ділянки земляного полотна приблизно з однотипним профілем або на ділянки, що мають свої особливості з організації робіт.

У технологічній схемі наводяться: опис послідовності виконання технологічних операцій з розподілом їх по захватках; розрахунок кількості машин на одиницю виміру обсягу робіт ( $\text{м}^3$ ,  $\text{м}^2$ , м); схема потоку з розстановкою машин по захватках; склад спеціалізованої ланки, її продуктивність та техніко-економічні показники.

При проєктуванні технології робіт необхідно прагнути до повної механізації трудомістких операцій. Щоб скоротити загальну довжину спеціалізованого потоку, передбачається скорочення кількості захваток шляхом об'єднання на кожній із них операцій, сумісних за умовами одночасної роботи машин.

При розстановці машин по захватках необхідно повніше завантажувати роботою кожну машину. Якщо яка-небудь машина неповністю завантажена на одній захватці, вона повинна бути використана на іншій.

Розробляючи технологічні схеми влаштування земляного полотна, слід керуватися діючими інструкціями: ДСТУ-Н Б В.2.3-32:2016 (Настанова з влаштування земляного полотна) та ДБН В.2.3-4:2015 (Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво).

В прикладі розглядається складання робочої технологічної схеми, прив'язаної до конкретних умов: земляне полотно на ПК 0–8 має середню робочу відмітку 1,08 м і зводиться з ґрунту бокових резервів; висота насипу, що відсипається до рівня основи дорожнього одягу з урахуванням поповнення зрізаного рослинного ґрунту, складає 0,6 м і зводиться в два шари по 0,3 м. Розрахункова швидкість потоку 200 м/зміну.

Передбачається, що нижній шар зводиться бульдозерами, а верхній – бульдозерами і частково скреперами. Узбіччя присипаються після влаштування дорожнього одягу. Для складання технологічної схеми визначаємо пошарові обсяги робіт.

Розміри по шарах частини насипу, що відсипається, і резервів наведені на рис. 4.2.

Середній об'єм ґрунту, що отримується в бокових резервах на одному пікеті, становить  $1375 \text{ м}^3$ .

У межах захватки довжиною 200 м за зміну має бути відсипано в насип  $1375 \cdot 2 = 2750 \text{ м}^3$ .

Об'єм ґрунту верхнього шару на довжину захватки 200 м з урахуванням відносного ущільнення в насипу 1,1:

$$V_{\text{в}} = \frac{16,64 + 19,04}{2} \cdot 0,3 \cdot 200 \cdot 1,1 = 1177 \text{ м}^3$$

Отже, об'єм ґрунту нижнього шару:

$$V_{\text{н}} = 2750 - 1177 = 1573 \text{ м}^3$$

Нижній шар насипу повністю зводиться бульдозерами. Верхній шар у межах ПК 0–8 відсипається в обсязі  $1139 \text{ м}^3$  ґрунту скреперами. Середній об'єм на захватку 200 м  $\left(\frac{1139}{800}\right) \cdot 100 = 284 \text{ м}^3$ .

Решта ґрунту для верхнього шару  $1177 - 284 = 893 \text{ м}^3$  відсипається бульдозерами.

Отже, з урахуванням коефіцієнта відносного ущільнення ґрунту в насипу необхідно розпушити, розробити, перемістити та ущільнити  $2750 \text{ м}^3$  ґрунту за зміну. При прийнятій глибині резерву  $h = 0,8 \text{ м}$  ґрунт можна розпушувати у чотири шари по 0,2 м кожен по всій довжині ділянки 200 м.

Площа поверхні верху земляного полотна та дна резервів, що планується, при довжині ділянки 200 м:

$$F_{\text{п}} = (16,64 + 5,39 \cdot 2) \cdot 200 = 5456 \text{ м}^2$$

Площа планування укосів насипу та резервів:

$$\left(\sqrt{1,4^2 + 5,6^2} + \sqrt{0,8^2 + 3,2^2}\right) \cdot 200 \cdot 2 = 9,0 \cdot 400 = 3600 \text{ м}^2$$

Об'єм рослинного ґрунту, знятого в межах захватки 200 м при ширині смуги 45 м і товщині шару 0,1 м у щільному стані, що використовується для покриття укосів та дна резервів:

$$V_{\text{гр}} = 45 \cdot 200 \cdot 0,1 \cdot 1,1 = 990 \text{ м}^3$$

З урахуванням розміщення рослинного ґрунту в 5–6 м за межами резервів, відстань переміщення його слід прийняти до 20 м.

У табл. 5.7 наведена технологічна послідовність процесів з розрахунком обсягів робіт і потрібних ресурсів при відсипанні частини насипу ( $h = 0,6$  м) з бокових резервів без присипних узбіч і при швидкості потоку 200 т/зміна в межах ПК 0–8. Відповідно до підсумкових даних визначається склад ланки з виконання зазначеного виду лінійних земляних робіт:

#### Машини

Бульдозери ДЗ-18 з трактором Т-100М – 7,05 (1,01)

Скрепери ДЗ-20 з трактором 108МЗГС – 2,0 (0,83)

Розпушувальний агрегат ДП-14 – 1,0 (1,16)

Катки Д-16В на пневматичних шинах, напівпричіпні до одноосного тягача МАЗ-529Е – 2,0 (0,80)

Автогрейдер ДЗ-31-1, шт. – 1,0 (0,71)

#### Робітники

Машиністи в зміну – 13

Дорожні робітники 2-го розряду в зміну – 3

#### Техніко-економічні показники

Продуктивність загону в зміну – 2750 м<sup>3</sup> (200 м)

Виробіток на одного робітника –  $\frac{2750}{16} = 171,87 \text{ м}^3$  або  $\frac{200}{16} =$

12,50 м земляного полотна

Щоб виключити перевантаження роботи розпушувального агрегату ДП-14, що має коефіцієнт використання 1,16, доцільно 0,16 машино-зміни зі зняття рослинного ґрунту передати бульдозеру ДЗ-18–№ 1. У цьому випадку коефіцієнт завантаження бульдозерно-розпушувального агрегату ДП-14 залишиться 1,0, а бульдозери ДЗ-18 матимуть коефіцієнт використання  $\frac{(7,05+0,16)}{7,0} = 1,03$ .

Відповідно до розробленої технологічної послідовності виконання робіт, розрахунків їх обсягів і потрібних ресурсів (див. табл. 5.7), складається технологічна схема потоку зі зведення земляного полотна з розміщенням машин по захватках .

Таблиця 5.7 – Технологічна послідовність процесів з розрахунком обсягів робіт і потрібних ресурсів

№ проц.	№ захватки	Опис робочих процесів у порядку їх технологічної послідовності з розрахунком обсягів робіт	Од. вим.	Кількість робіт у змїну	Продуктивність у змїну	Бульдозер ДЗ-18	Скрепер ДЗ-20	Розпушув. агрегат ДП-14	Кагок ДУ-16В	Автогрейдер ДЗ-31-1	Робітники (чол.)
1	I	Розбивочні роботи	м	200	—	—	—	—	—	—	3
2	I	Зняття рослинного шару ґрунту бульдозерно-розпушувальним агрегатом ДП-14 з бульдозерним обладнанням ДЗ-18 і переміщення його в обидві сторони від осі дороги за межі резервів у кількості $(21,44 + 11,79 * 2 * 200 = 9000 \text{ м}^2)$	м <sup>2</sup>	9000	11 549	—	—	0,77	—	—	—
3	I	Розпушування ґрунту II групи в резерві на глибину до 0,2 м і довжині захватки до 200 м бульдозерно-розпушувальним агрегатом ДП-14	м <sup>3</sup>	1573	7130	—	—	0,22	—	—	—
4	II	Розробка і переміщення ґрунту II групи бульдозером ДЗ-18 із бокових резервів на відстань до 20 м для відсіпки його в нижній шар	м <sup>3</sup>	1573	695	2,26	—	—	—	—	—
5	II	Розрівнювання нижнього шару ґрунту в насипу бульдозером ДЗ-18 при товщині шару до 0,3 м	м <sup>3</sup>	1573	1376	1,14	—	—	—	—	—

Продовження таблиці 5.7

6	III	Ущільнення нижнього шару ґрунту в насипу товщиною 0,3 м в щільному стані напівпричіпним катком ДУ-16В на пневматичних шинах з одноосним тягачем МАЗ-529Е при 10 проходах по одному сліду	м <sup>3</sup>	1573	1708	—	—	—	0,92	—	—
7	III	Розпушування ґрунту в резерві на глибину до 0,2 м бульдозерно-розпушувальним агрегатом ДП-14	м <sup>3</sup>	1177	7130	—	—	0,17	—	—	—
8	IV	Розробка і переміщення ґрунту II групи бульдозером ДЗ-18 із бокових резервів на відстань до 30 м для відсіпки верхнього шару насипу товщиною 0,3 м	м <sup>3</sup>	893	482	1,85	—	—	—	—	—
9	IV	Те саме, скрепером ДЗ-20 з переміщенням до 500 м	м <sup>3</sup>	284	170	—	1,67	—	—	—	—
10	IV	Розрівнювання верхнього шару ґрунту в насипу бульдозером ДЗ-18 при товщині шару 0,3 м	м <sup>3</sup>	1177	1376	0,85	—	—	—	—	—
11	V	Ущільнення верхнього шару ґрунту в насипу товщиною 0,3 м в щільному стані напівпричіпним катком ДУ-16В на пневматичних шинах з одноосним тягачем МАЗ-529Е при 10 проходах по одному сліду	м <sup>3</sup>	1177	1708	—	—	—	0,69	—	—
12	VI	Планування поверхні земляного полотна та дна резервів автогрейдером ДЗ-31-1 при чотирьох проходах по одному сліду	м <sup>2</sup>	5456	9318	—	—	—	—	0,58	—
13	VI	Планування укосів насипу та резервів автогрейдером ДЗ-31-1	м <sup>2</sup>	3600	29 285	—	—	—	—	0,13	—
14	VI	Прикочування поверхні земляного полотна самохідним катком на пневматичних шинах ДУ-31А за три проходи по одному сліду	м <sup>2</sup>	3328	20 500	—	—	—	—	—	0,16
15	VI	Покриття дна укосів і дна резервів рослинним ґрунтом з переміщенням його до 20 м бульдозером ДЗ-18	м <sup>3</sup>	991	1038	0,95	—	—	—	—	—
<b>РАЗОМ</b>						<b>7,05</b>	<b>1,67</b>	<b>1,16</b>	<b>1,61</b>	<b>0,71</b>	<b>3</b>

## 5.6. Схема роботи ведучої землерийної або землерийно-транспортної машини

Згідно із завданням необхідно розробити схему роботи однієї з ведучих землерийних машин для конкретної ділянки земляного полотна в межах заданого поздовжнього профілю. Для складання схеми роботи землерийної машини необхідно знати її робочі характеристики та умови, в яких вона буде застосована.

На схемі мають бути показані:

- конструкція споруди, що зводиться, або окремі її елементи;
- технологічна послідовність виконуваних операцій;
- розрахунок часу на один цикл роботи та кількість циклів роботи машини в зміну, що визначають її продуктивність;
- робочі характеристики машини, установка її робочих органів і режим роботи.

До схеми складається пояснення з описом робочих процесів і обґрунтуванням прийнятого способу виробництва робіт. Нижче наводяться приклади складання схеми роботи ведучої машини у складі механізованого загону зі зведення земляного полотна.

*Приклад складання схеми роботи бульдозера.* При зведенні насипу висотою до 2 м потрібно видалити рослинний шар під її основою. Крім того, рослинний шар має бути видалений також із поверхні резервів.

Розрахунком визначається ширина смуги, з якої має бути видалений рослинний шар. У даному прикладі вона становить 45 м. Товщина рослинного шару, що видаляється, досягає на задернованих ділянках 8–12 см, на залісених – до 20 см.

Якщо товщина рослинного шару до 10 см і ширина смуги понад 20–25 м, можна застосувати схему роботи бульдозера, при якій рослинний шар зрізається поперечними проходами від осі дороги і переміщується за межі смуги, що очищується, на 5–6 м, де розвантажується у валик. Кожен наступний прохід повинен перекривати попередню смугу на 0,2–0,3 м. Зворотний, холостий хід бульдозер виконує на підвищеній швидкості з опущеним відвалом.

При ширині смуги, що очищується, менше 20–25 м застосовують односторонню схему зрізання та переміщення ґрунту. Незалежно від ширини смуги зрізання рослинного шару можливе застосування поздовжньо-поперечної схеми. У цьому випадку універсальний бульдозер поздовжніми вздовж осі проходами з установленим під кутом до осі руху відвалом зрізає шар рослинного ґрунту по всій довжині захватки, залишаючи поздовжні валики, а потім поперечними проходами з відвалом, установленим під прямим кутом до осі руху, переміщує зрізаний ґрунт за межі смуги, що очищується, і укладає його у валик. Для видалення рослинного ґрунту можна за-

стосовувати скрепери різних марок, які забезпечують рівномірне зняття стружки, а також автогрейдери.

При зведенні насипів висотою до 2 м із ґрунту бокових резервів широко застосовуються бульдозери завдяки їх високій продуктивності, маневреності та простоті конструкції. Робочий цикл бульдозера при зведенні земляного полотна складається із зарізання ґрунту, його переміщення, укладання (відсипки або розвантаження) і зворотного холостого ходу в забій (резерв).

Продуктивність бульдозера залежить від: часу, витраченого на різання ґрунту при кожному циклі; об'єму ґрунту, вирізаного за один цикл; часу, витраченого на переміщення і розрівнювання ґрунту, переключення швидкостей і повернення в забій.

Бульдозером під ухил ґрунт зарізають рівномірною товстою стружкою за прямокутною схемою. На горизонтальних ділянках для скорочення шляху набору застосовують клинову або гребінчасту схему зарізання. Робота за клиноюю схемою можлива в легких або попередньо розпушених ґрунтах.

За гребінчастою схемою спочатку заглиблюють відвал у ґрунт на максимальну глибину ( 0,25–0,30 м). Коли частота обертання двигуна почне знижуватися, відвал піднімають на висоту, що приблизно дорівнює 80% від глибини його занурення. Цю операцію повторюють 2–3 рази.

Відповідно до обраної схеми зарізання визначають середню довжину при наборі ґрунту за один прохід і об'єм стружки. Знаючи потрібний об'єм ґрунту для зведення насипу та розміри резерва, можна визначити необхідну кількість проходів бульдозера при розробці резервів і послідовність їх виконання.

Наприклад, потрібно звести насип висотою 0,6 м із ґрунту бокових резервів, використовуючи бульдозер ДЗ-18. Площа поперечного перерізу насипу  $F = 6,87 \text{ м}^2$ . Резерви двосторонні. Ширина резерва зверху  $b_1 = 11,79 \text{ м}$ , знизу  $b_2 = 5,39 \text{ м}$ . Глибина резерва 0,8 м.

Прийнятий для виконання робіт бульдозер ДЗ-18 має такі характеристики: довжина відвала – 3970 мм; висота відвала – 1000 мм; середня глибина різання при гребінчастій схемі – 15 см; об'єм призми волочіння ґрунту перед відвалом  $q = 2,4 \text{ м}^3$ .

Довжина різання для клиноподібної та гребінчастої форм стружок визначається за формулою:

$$l_p = \frac{q}{h_p * b * K_p * K_H}, \quad (5.16)$$

де  $h_p$  – середня глибина різання, м;

$b$  – довжина відвала, м;

$K_p$  – коефіцієнт розпушення, який приймають 1,05–1,35;

$K_H$  – коефіцієнт наповнення відвала, що приймається для відвалів без відкрيلків – 0,9, для відвалів з відкрيلками – 1,2.

Таким чином, за вказаних умов:

$$l_p = \frac{2,4}{0,15 * 3,97 * 0,9 * 1,1} = \frac{2,4}{0,59} = 4 \text{ м}$$

Бокові резерви розробляють пошарово траншейним способом. Спочатку ґрунт зарізають по одній смузі, кілька разів переміщуючи його після кожного зарізання на місце укладання. Наступна траншея розробляється, відступивши від попередньої на 0,6–0,8 м. Коли весь резерв буде розроблено, приступають до зрізання недобраного ґрунту — стінок між траншеями. Висота стінки, а отже, і глибина траншеї призначаються таким розрахунком, щоб можна було за одне зарізання по глибині зрізати залишений ґрунт.

Таблиця 5.8 – Товщина стружки при розробці ґрунту скреперами

Об'єм ковша, м <sup>3</sup>	Потужність трактора-тягача / штовхача, кВт	Піски	Супіски	Суглинки	Глини
6–7	73 / 59	20/30	15/25	12/20	9/14
10	103 / 73	30/-	20/30	18/25	14/18
15–18	177 / 103	35/-	25/-	21/30	16/22

Примітка: У чисельнику – максимальна товщина стружки без штовхача, у знаменнику – зі штовхачем.

Глибина траншеї прийнята 0,4 м. Таким чином, щоб розробити верхню траншею об'ємом:

$$V_{\text{тр}} = \frac{11,79 + 8,59}{2} * 0,4 * 3,97 = 16,18 \text{ м}^3$$

знадобиться така кількість проходів бульдозера:

$$n = \frac{V_{\text{тр}}}{q} = \frac{16,18}{2,4} = 7$$

де  $q$  — об'єм ґрунту, що переміщується бульдозером.

Відповідно для нижньої траншеї:

$$V_{\text{тр}} = \frac{8,59 + 5,39}{2} * 0,4 * 3,97 = 11,1 \text{ м}^3$$

знадобиться проходів бульдозера:

$$n = \frac{V_{\text{тр}}}{q} = \frac{11,1}{2,4} = 5$$

Вироблений у резерві ґрунт укладають у насип горизонтальними шарами одразу на всю ширину насипу. Товщина шару залежить від типу ущільнювальних засобів. У даному випадку при ущільненні ґрунту катком ДУ-16В на пневматичних шинах відсіпку ґрунту можна вести шарами 0,3 м. Залежно від прийнятої товщини шару ґрунт рекомендується укладати різними способами:

- «від себе» – доставлений до місця укладання ґрунт розрівнюється піднятим на потрібну висоту відвалом бульдозера при русі його вперед до осі дороги;

- «на себе» – доставлений до місця укладання ґрунт у купах перехоплюється у відвал бульдозера і потім при опущеному відвалі на потрібну висоту тильною стороною його планується при задньому ході бульдозера.

Оскільки проходи мають ширину 2,62 м та 1,31 м, то відстань між осями становить:

$$a = \frac{2,62 \cdot 2 - 1,31}{2} = 1,96 \text{ м}$$

При  $V_1 = 49,76 - (2 * 4 * 0,16) = 48,48 \text{ м}$ :

$$n_1 = \frac{48,48}{1,96} = 25 \text{ повних проходів.}$$

Враховуючи, що для розвороту скрепера з ковшем місткістю  $7 \text{ м}^3$  достатньо ширини насипу зверху 12 м, з'їзди у розглянутому випадку не передбачаються. Для скорочення порожнього пробігу при великій довжині виїмки доцільно розвертати скрепер у її межах.

Укладати ґрунт у насип слід поздовжніми смугами шириною 2,62 м (що дорівнює ширині ковша скрепера) від країв до середини насипу. Після укладання першого шару на всю ширину насипу його ущільнюють, а потім відсипають наступний шар із відступом від брівки нижнього шару на величину  $m * h$ .

При  $m = 1,5$  та  $h = 0,35 \text{ м}$ :  $m * h = 1,5 * 0,30 = 0,45 \text{ м}$ .

При такому способі відсипання забезпечується стійкість скрепера під час крайніх проходів, а також полегшується подальше оздоблення поверхні укосів насипу.

Розробку виїмки можна вести з переміщенням ґрунту в одну суміжну насип або одночасно у дві. У такому разі рух скреперів буде наскрізним, без розворотів у виїмці. Біля труб спочатку проводиться відсипання ґрунту одночасно з обох боків із поперечним розвантаженням та насуванням його бульдозерами. Над трубами розвантаження ґрунту виконується поздовжніми проходами вздовж осі насипу.

*Приклад складання схеми роботи екскаватора при розробці виїмки.* Для виконання зосереджених робіт на 24 км траси при розробці виїмки середньою глибиною до 5 м та об'ємом 40 тис.  $\text{м}^3$  прийнято екскаватор Е-6512 (сучасний аналог – гусеничний екскаватор класу 15–20 т), обладнаний прямою лопатою з ковшем місткістю  $0,65 \text{ м}^3$ .

Спосіб ведення робіт обирається залежно від конструктивних особливостей земляного полотна, розмірів виїмки, характеру ґрунту та обраних засобів механізації для транспортування ґрунту. Виїмки можна розробляти ступенями (транспортні засоби розташовуються вище рівня стоянки екскаватора) або ярусами (транспортні засоби знаходяться на рівні стоянки екскаватора). Переріз забою встановлюють відповідно до робочих характеристик обраного типу екскаватора та транспортних засобів.

Таблиця 5.9 – Найменша висота забою в залежності від об'єму ковша екскаватора, м

Ґрунти	0,15–0,35 м <sup>3</sup>	0,5–0,8 м <sup>3</sup>	1–1,25 м <sup>3</sup>
Легкі	1,75	2,00	2,50
Середні	2,50	3,00	3,50
Важкі	4,00	4,50	5,50

Для підвищення продуктивності екскаваторів рекомендується використовувати ківш із напівкруглою ріжучою кромкою для роботи в ґрунтах I–IV груп, що дозволяє збільшити продуктивність екскаватора на 30–50%.

Практично для визначення найбільш вигідної схеми розробки виїмки в поперечному профілі (з тим, щоб залишок недобраного екскаватором ґрунту не перевищував 8–10% площі), на кальці викреслюють варіанти робочого профілю забою, що відповідає можливостям екскаватора, прийнятого для роботи. Накладаючи робочий профіль забою на поперечний профіль виїмки, намічають різні варіанти робіт на окремих ділянках.

У розглянутому прикладі виїмку глибиною  $H = 5$  м передбачається розробляти наскрізними проходами з навантаженням ґрунту в транспортні засоби, що розташовані паралельно руху екскаватора. Лобова розробка виїмки на повний профіль прийнятим типом екскаватора відповідає з огляду на велику ширину та глибину виїмки.

Щоб визначити кількість і розміри перерізів проходів екскаватора Е-6512 (сучасний аналог – гусеничний екскаватор класу 15-20 т), необхідно встановити його робочі характеристики (табл. 5.10), а також характеристики автомобіля-самоскида КамАЗ-5510. Його габарити становлять: довжина – 6,56 м, ширина – 2,50 м, колія коліс заднього візка – 1,85 м, завантажувальна висота по бокових бортах – 2 м.

Таблиця 5.10 – Робочі характеристики екскаватора Е-6512 (пряма лопата)

Показники	Кут нахилу стріли, град: 45	Кут нахилу стріли, град: 60
Об'єм ковша, м <sup>3</sup>	0,65	0,65
Найбільший радіус різання, м	7,8	7,2
Радіус різання на рівні стоянки гусениць, м	4,7	4,4
Найбільша висота різання, м	7,1	6,9
Радіус вивантаження при найбільшій висоті вивантаження, м	6,5	5,4
Найбільша висота вивантаження, м	4,5	5,6
Найбільший радіус вивантаження, м	7,1	6,5

При обраній схемі розробки виїмки спочатку влаштовується наскрізна поперечна траншея; транспортні засоби в цьому випадку розташовуються вище рівня стоянки екскаватора. Надалі розробка виїмки ведеться позовжніми проходами.

Глибина першої першої траншеї може бути визначена з умови забезпечення навантаження ґрунту в автомобіль-самоскид при використанні найбільшої висоти вивантаження за формулою:

$$H_1 = H_B - 0,5 - h, \quad (5.17)$$

де  $H_B$  – найбільша висота вивантаження, м; 0,5 – безпечна відстань за висотою між днищем ковша та верхом борта автомобіля, м;  $h$  – погрузочна висота автомобіля-самоскида, м.

У даному випадку:  $H_1 = 5,6 - 0,5 - 2,0 = 3,1$  м.

Відстань від кромки розроблюваної траншеї до осі проходу екскаватора визначається з умови забезпечення навантаження ґрунту в автомобіль-самоскид при використанні найбільшого радіуса вивантаження:

$$A = R_{B3} - 1 - b/2 h, \quad (5.18)$$

де  $R_{B3}$  – найбільший радіус вивантаження при найбільшій висоті вивантаження, м; 1 – безпечний зазор між кромкою виїмки та колесом автомобіля-самоскида, м;  $b/2$  – ширина бази автомобіля-самоскида, м.

У даному випадку:  $A = 6,5 - 1 - 2,50/2 = 4,25$  м.

При визначенні положення кромки укусу виїмки слід враховувати недобор ґрунту 0,5 м відносно істинного положення кромки укусу. З урахуванням отриманої відстані від кромки розроблюваної траншеї до осі проходу екскаватора, глибина першої траншеї прийнята 2 м.

Для зменшення недобору ґрунту при розробці виїмки глибиною 5 м та накладанні робочого профілю забою на поперечний профіль виїмки, визначено за доцільне вести розробку наступними проходами у два яруси висотою по 2,5 м. Вісь проходів екскаватора визначили з урахуванням максимального радіуса різання  $R_p = 7,8$  м і максимального радіуса вивантаження 7,1 м, внаслідок чого визначили осі руху автомобіля-самоскида.

Вісь проходу екскаватора при розробці другої траншеї має розміститися на відстані  $R_B = 7,1$  м від осі руху автомобіля-самоскида, який у даному випадку рухатиметься на рівні основи першої траншеї. При розробці третьої траншеї положення осі проходу визначиться також розміщенням транспортних засобів, які рухатимуться на рівні стоянки екскаватора. При цьому також забезпечується  $R_B = 7,1$  м.

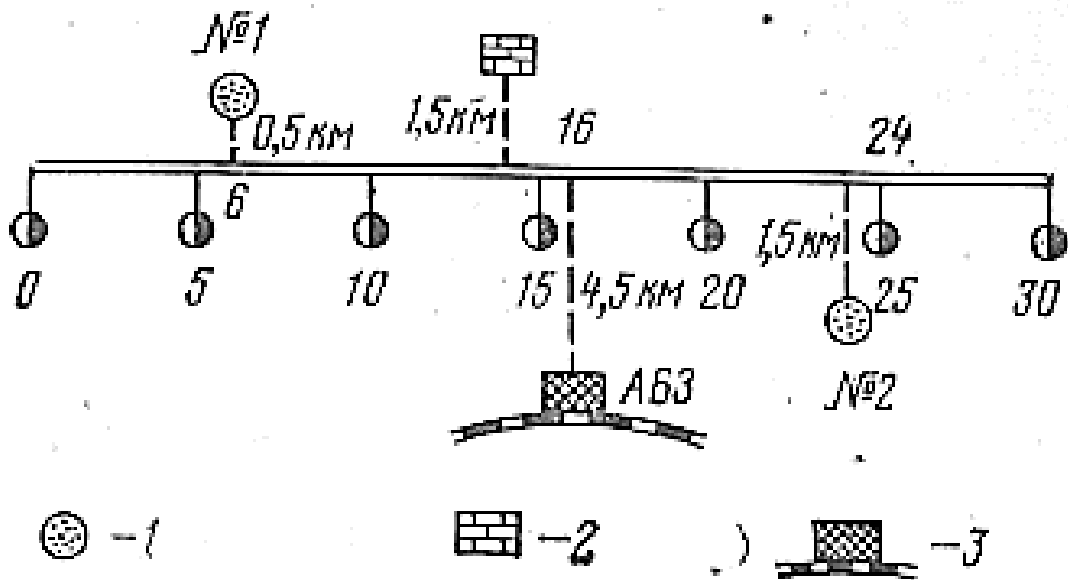
При розробці четвертої траншеї транспортні засоби розміщуються на рівні основи першого ярусу, а при розробці п'ятої траншеї – на рівні стоянки екскаватора. Таким чином, при вказаних розмірах виїмки у разі використання екскаватора Е-6512 знадобиться п'ять проходів. Подібними розрахунками можна визначити кількість проходів екскаватора та розробити схему його роботи при інших вихідних даних.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.3-4:2015. Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. [Із змінами № 1, № 2. Чинний від 2016-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2015. 104 с.
2. ДСТУ-Н Б В.2.3-32:2016. Настанова з улаштування земляного полотна автомобільних доріг. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 93 с.
3. ДСТУ 8747:2025. Автомобільні дороги загального користування. Види та переліки робіт з ремонтувань та експлуатаційного утримування [Чинний від 2025-10-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2025.
4. Савенко В. Я., Славінська О. С., Усиченко О. Ю., Фещенко Г. М. Технологія будівництва земляного полотна автомобільних доріг : навч. посіб. Київ : НТУ, 2016. 348 с.
5. Солодкий С. Й. Інноваційні матеріали і технології для будівництва та ремонту дорожніх одягів автомобільних доріг : навч. посіб. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2013. 140 с.
6. Тугай О. А. Організація та управління будівництвом : підручник. Київ : Ліра-К, 2024. 400 с.
7. Савенко В. І., Виноградов В. В., Бондаренко М. І. Організація, планування і управління в будівництві : підручник. 2-е вид. Київ : Видавництво Людмила, 2023. 580 с.
8. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. [Чинний від 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 46 с.
9. ДСТУ 9258:2023. Настанова з організації виконання будівельних робіт. [Чинний від 2024-07-01]. Вид. офіц. Київ : УкрНДНЦ, 2024. 84 с.
10. Організація, планування та управління в будівництві : підручник / О. М. Лівінський та ін. Київ : ЛЕСЯ, 2016. 567 с.
11. Філіппов В. В., Величко Г. В., Смирнова Н. В. Автоматизоване проектування автомобільних доріг : навч. посіб. Харків : ХНАДУ, 2016. 287 с.
12. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення. [Чинний від 2012-04-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 116 с.
13. Технологічні рішення укріплення укосів автомобільних доріг / Л. В. Кучеренко, О. В. Христич, І. М. Бабій, О. І. Лапіна. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 2025. № 1 (38). С. 68-73. DOI: <https://doi.org/10.31649/2311-1429-2025-1-68-73>.
14. Терновий В. І., Уманець І. М., Саушева Л. С., Молодід О. С. Ущільнення ґрунтів у будівництві : навч. посіб. Київ : КОМПРИНТ, 2015. 136 с.

## **ДОДАТКИ**

Схематичний план траси автомобільної дороги, що будується



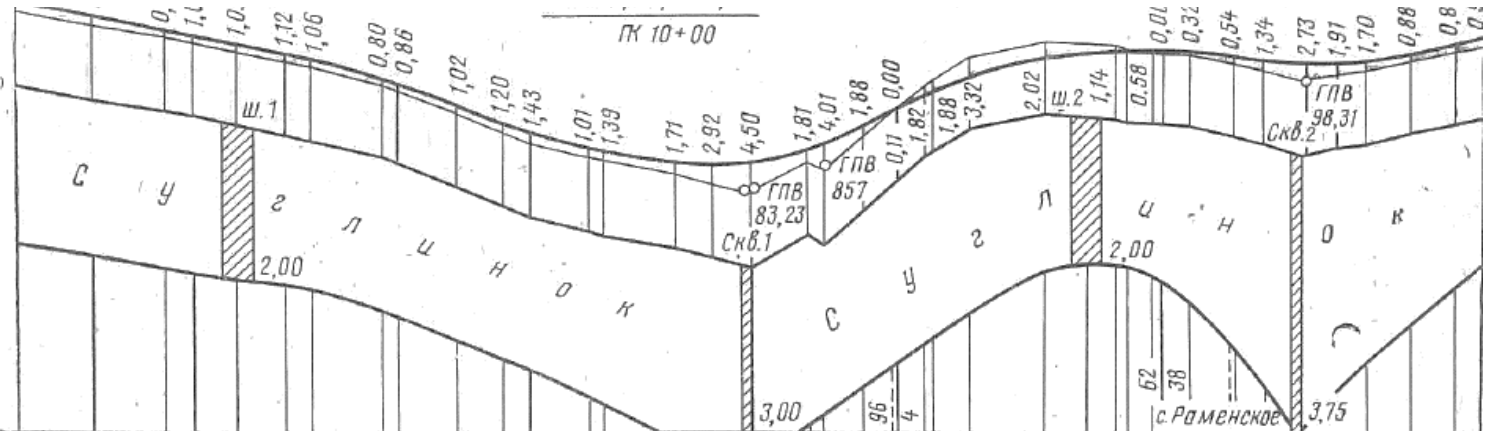
## Попікетна відомість об'ємів земляних робіт (ПК 0 – ПК 20)

ПК +	Робоча відмітка (Насип)	Робоча відмітка (Виймка)	Сума робочих відміток	Різниця робочих відміток	Відстань, м	Профільні обся- ги (Насип)	Профільні обся- ги (Виймка)	Поправка (на різницю відмі- ток)	Поправка (на дор. одяг)	Поправка (на росл. ґрунт)	Виправлені об- сяги (Насип)	Виправлені об- сяги (Виймка)	Обсяг насипу (Ку=1,1)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>0</b>	1,24												
			2,46		100	2081			645	206	1642		1806
<b>1</b>	1,22												
			2,13		100	1721			645	206	1282		1410
<b>2</b>	0,91												
			1,94		40	501			258	82	325		357
<b>+40</b>	1,03												
			2,12		60	1032			387	123	768		845
<b>3</b>	1,09												
			2,21		60	1082			387	124	819		901
<b>+60</b>	1,12												
			2,18		40	713			258	82	537		591
<b>4</b>	1,06												
			1,86		100	1462			645	206	1023		1125
<b>5</b>	0,80												
			1,66		20	254			129	41	166		183
<b>+20</b>	0,86												
			1,88		80	1185			516	165	834		917
<b>6</b>	1,02												
			2,22		63	1150			406	130	874		961
<b>+63</b>	1,20												
			2,63		27	616			174	56	498		548
<b>7</b>	1,43												
			2,44		82	1688			528	169	1329		1462

<b>+82</b>	1,01												
			2,40		18	363			116	37	284		312
<b>8</b>	1,39												
			3,10		100	2881			645	192	2368		2605
<b>9</b>	1,71												
			4,63	1,21	51	1826			275	98	1649		1814
<b>+51</b>	2,92												
			7,42	1,58	49	3192		16	264	94	3038		3342
<b>10</b>	4,50												
<b>РАЗОМ</b>	<b>на 1 км</b>										<b>17062</b>		<b>19179</b>
<b>10</b>	4,50												
			6,31	1,69	80	4222		28	432	154	3972		4369
<b>+80</b>	1,81												
			5,82	2,20	20	952		12	108	38	894		983
<b>11</b>	4,01												
			5,89	2,13	51	2465		28	275	98	2316		2548
<b>+51</b>	1,88												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
			1,88	1,88	45	567		50	243	86	469		516
<b>+96</b>	0,00												
			0,11		4		23		25	15		35	
<b>12</b>		0,11											
			1,93	1,71	40		1235	30	258	146		1377	
<b>+40</b>		1,82											
			3,70		11		657		71	40		688	
<b>+51</b>		1,88											
			5,20	1,44	49		4500	34	316	179		4671	
<b>13</b>		3,32											
			5,34	1,30	100		9493	56	645	365		9829	
<b>14</b>		2,02											

			3,16		100		5112		645	365		5392	
<b>15</b>		1,14											
			1,72		15		400		97	54		443	
<b>+15</b>		0,58											
			0,58		47		551		303	172		682	
<b>+62</b>		0,00											
			0,32		38	77			245	139		29	
<b>16</b>	0,32												
			0,86		60	354			387	129	96		106
<b>+60</b>	0,54												
			1,88		40	592			258	86	420		462
<b>17</b>	1,34												
			4,07	1,39	62	2532		40	400	133	2305		2536
<b>+62</b>	2,73												
			4,64		38	1876			245	82	1713		1884
<b>18</b>	1,91												
			3,61		39	1348			252	84	1180		1298
<b>+39</b>	1,70												
			2,58		61	1350			393	131	1088		1197
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>
<b>19</b>	0,88												
			1,75		59	806			380	127	553		608
<b>+59</b>	0,87												
			1,80		41	575			264	88	399		439
<b>20</b>	0,93												
<b>РАЗОМ</b>	<b>на 2-й км</b>										<b>15405</b>	<b>23146</b>	<b>16946</b>
<b>ВСЬОГО</b>	<b>на 2 км</b>										<b>32467</b>	<b>23146</b>	<b>36125</b>

Поздовжній профіль перших 2 км автомобільної дороги

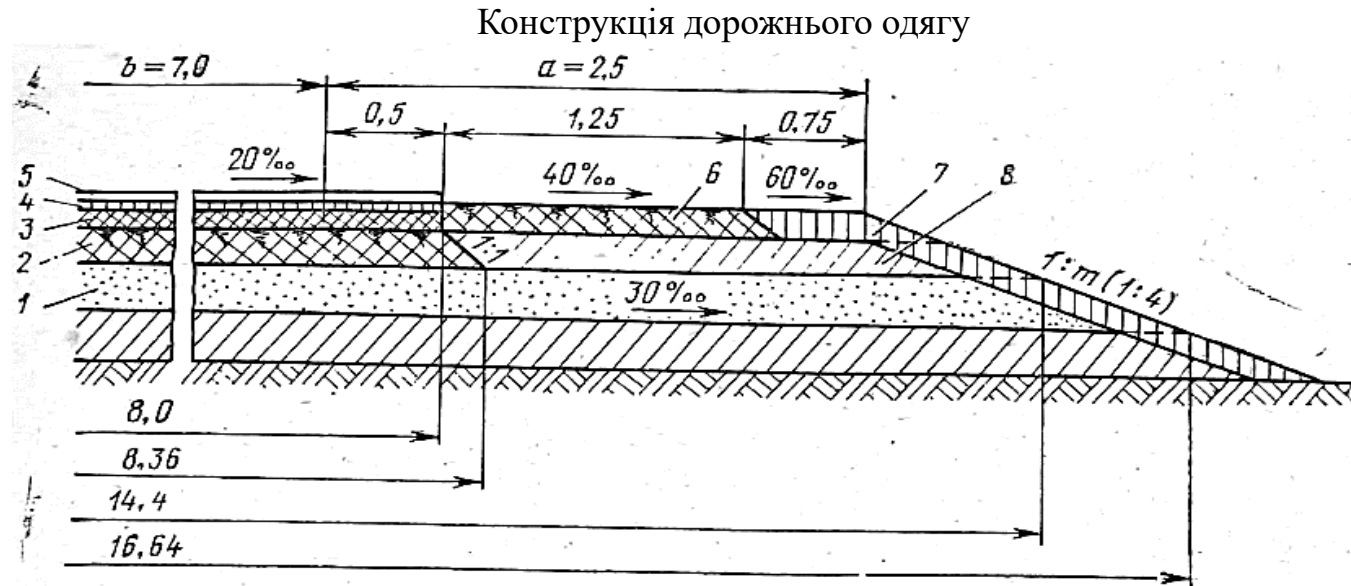


Розгорнутий план тра-		1	Рілля																																																	
Тип конструкції дорожнього одягу		2	I																																																	
Грунт і модуль деформації земляного полотна		3	С у г л ц н о к																																																	
Тип поперечного профілю земляного полотна		4	I					II					III					I																																		
Пр ое- ктн і ві- дмі- тки	Укріплення кюветів (резервів)	5	Щебеніння (ліво)										Щебеніння																																							
	Верховий кювет або резерв	Ухил																																																		
		Відмітки																																																		
Ухили та вертикальні криві		8	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>18</span><span>20</span><span>P-10000</span><span>35</span><span>37</span><span>P-8000</span><span>51</span><span>49</span><span>P-4000</span><span>50</span><span>P-8000</span><span>55</span><span>59</span><span>41</span><span>K-304</span><span>33</span> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 5px;"> <span>280</span><span>40</span><span>60</span><span>40</span><span>20</span><span>80</span><span>143</span><span>63</span><span>37</span><span>К-288</span><span>51</span><span>49</span><span>К-200</span><span>50</span><span>К-504</span><span>55</span><span>59</span><span>41</span><span>33</span> </div>																																																	
Відмітки бровки земляного полотна		9	106,52	104,74	103,25	102,41	101,15	99,92	98,10	96,46	95,70	92,66	90,21	88,62	87,00	86,26	84,68	83,31	82,03	86,50	85,00	83,35	83,64	97,01	89,35	93,53	91,23	97,31	99,81	101,07	101,15	101,23	101,08	100,76	100,01	99,94	97,26	99,87	97,14	99,87	98,01	99,92	98,57	100,27	100,21	101,09	101,50	102,37	102,58	102,39	103,32	103,47
Відмітки землі по осі дороги																																																				
Відстані		11																																																		
Пікети		12	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20																																																	
Криві. Кілометри			0 2000,00 1 20																																																	

## Середні строки будівельного сезону в Україні

№	Місто / Область	Загальні відомості				Земляні роботи			
		Поч. сезону	Закінч. сезону	Кал. днів	Нероб. дні	Поч. сезону	Закінч. сезону	Кал. днів	Нероб. дні
1	Київ	15.04	01.11	200	12	15.04	10.11	209	10
2	Львів	20.04	25.10	188	18	20.04	01.11	195	15
3	Одеса	01.04	15.11	228	8	01.04	30.11	243	7
4	Харків	10.04	30.10	203	14	10.04	05.11	209	12
5	Дніпро	05.04	05.11	214	10	05.04	15.11	224	9
6	Вінниця	12.04	01.11	203	13	12.04	10.11	212	11
7	Запоріжжя	05.04	10.11	219	9	05.04	20.11	229	8
8	Івано-Франківськ	22.04	20.10	181	19	22.04	30.10	191	16
9	Полтава	10.04	01.11	205	13	10.04	10.11	214	11
10	Миколаїв	01.04	15.11	228	7	01.04	25.11	238	6
11	Чернігів	20.04	25.10	188	14	20.04	01.11	195	12
12	Житомир	18.04	28.10	193	15	18.04	05.11	201	13
13	Рівне	20.04	25.10	188	17	20.04	01.11	195	15
14	Черкаси	10.04	05.11	209	11	10.04	15.11	219	10
15	Херсон	01.04	20.11	233	7	01.04	30.11	243	6
16	Кропивницький	08.04	05.11	211	11	08.04	15.11	221	9
17	Тернопіль	18.04	25.10	190	17	18.04	02.11	198	14
18	Луцьк	22.04	22.10	183	18	22.04	01.11	193	16
19	Хмельницький	15.04	28.10	196	15	15.04	05.11	204	13
20	Ужгород	05.04	10.11	219	16	05.04	20.11	229	14

<i>Влаштування дорожнього покриття</i>				
№	Місто	Полегшені (10-13)	Асфальтобетонні (14-17)	Цементобетонні (18-21)
	<i>(початок-кінець)</i>	днів / метео	днів / метео	днів / метео
1	Київ	01.05 - 10.10	162 / 14	150 / 12
2	Львів	05.05 - 05.10	153 / 19	140 / 16
3	Одеса	15.04 - 30.10	198 / 9	185 / 7
4	Харків	25.04 - 15.10	173 / 16	160 / 13
5	Дніпро	20.04 - 20.10	183 / 12	170 / 10
6	Вінниця	01.05 - 15.10	167 / 15	155 / 13
7	Запоріжжя	15.04 - 25.10	193 / 10	180 / 8
8	Ів.-Франківськ	10.05 - 05.10	148 / 21	135 / 18
9	Полтава	25.04 - 15.10	173 / 14	160 / 12
10	Миколаїв	15.04 - 30.10	198 / 8	185 / 6
11	Чернігів	05.05 - 05.10	153 / 16	140 / 14
12	Житомир	05.05 - 10.10	158 / 17	145 / 15
13	Рівне	05.05 - 05.10	153 / 18	140 / 16
14	Черкаси	25.04 - 15.10	173 / 12	160 / 10
15	Херсон	10.04 - 31.10	204 / 8	190 / 6
16	Кропивницький	20.04 - 20.10	183 / 12	170 / 10
17	Тернопіль	05.05 - 05.10	153 / 18	140 / 16
18	Луцьк	10.05 - 05.10	148 / 19	135 / 17
19	Хмельницький	01.05 - 10.10	162 / 17	150 / 15
20	Ужгород	20.04 - 25.10	188 / 18	175 / 16



Конструкція дорожнього одягу з асфальтобетонним покриттям та укріплення узбіч і укосів земляного полотна.

1. Суцільний додатковий шар основи із піску товщиною 20 см.
2. Одношарова щебенева основа товщиною 18 см із поверхневим розливом рідкого бітуму  $2,5 \text{ кг/м}^2$ .
3. Шар основи із чорного холодного щебеню товщиною 7 см.
4. Одношарове покриття із гарячої середньозернистої асфальтобетонної суміші товщиною 5 см.
5. Одиночна поверхнева обробка із чорного холодного щебеню товщиною 1 см.
6. Укріплення узбіч щебенем на ширину 1,25 м товщиною 12 см із поверхневим розливом рідкого бітуму  $1,5 \text{ кг/м}^2$ .
7. Укріплення узбіч на ширину 0,75 м та укосів земляного полотна рослинним ґрунтом товщиною 12 см із висівом суміші насіння  $0,02 \text{ кг/м}^2$ .
8. Присипні узбіччя.

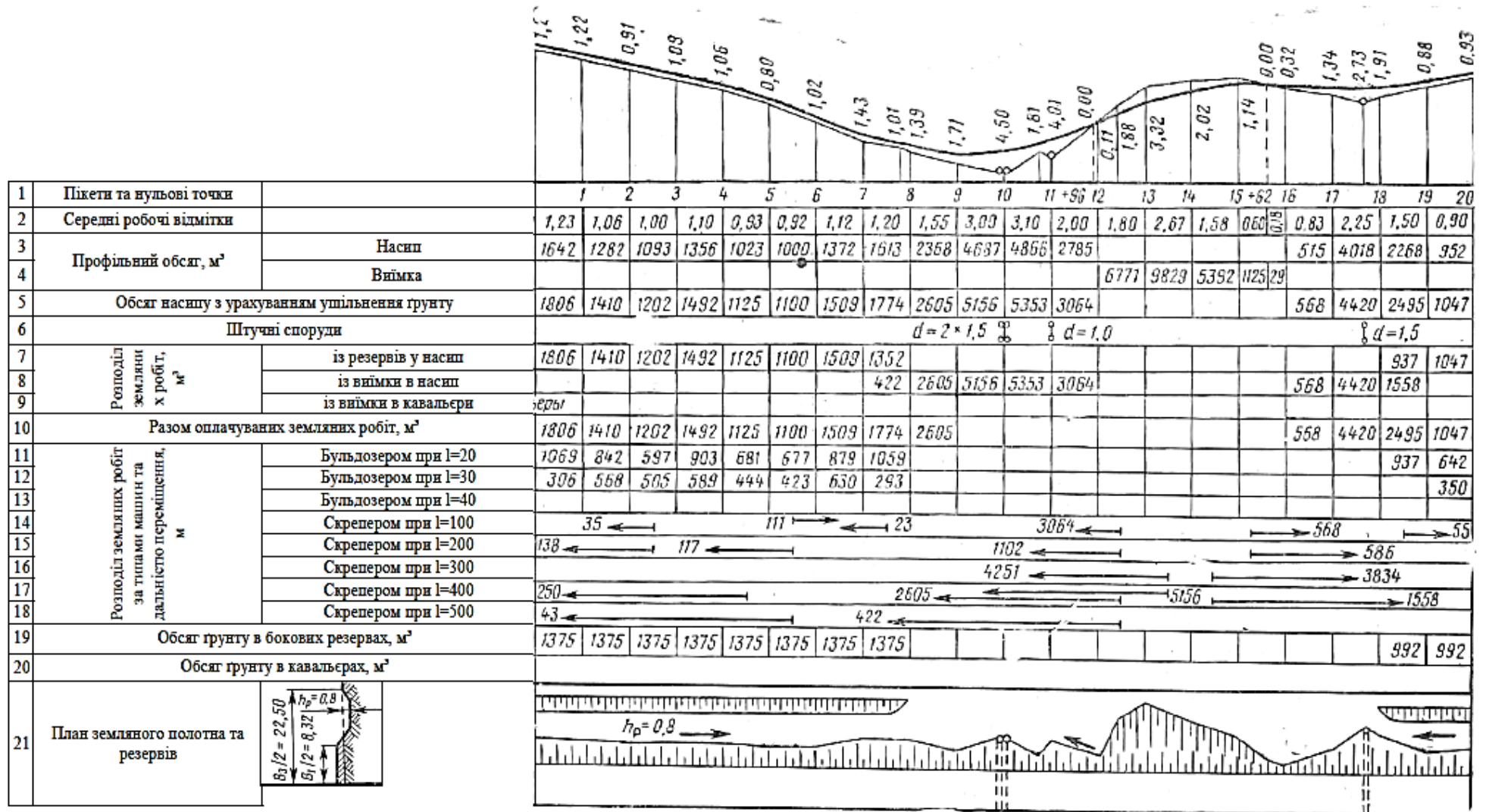
**Примітка:** Для забезпечення зрізання при плануванні укосів земляного полотна ґрунт у насипах відсипається з лишком, у даному випадку на 12 см — на товщину шару рослинного ґрунту, а у виїмках ґрунт на ту саму величину не добирається. Внаслідок цього земляне полотно, піщаний шар та присипні узбіччя влаштовуються по ширині за проектними розмірами

## Орієнтовні дані для визначення кількості змін (захваток) роботи ланок

*(Перша цифра – кількість змін роботи ланки, друга – розрив у змінах)*

№	Назва технологічного процесу (Влаштування шарів дорожнього одягу)	Значення
1	Влаштування одношарової піщаної або гравійно-піщаної основи	2-1
2	Влаштування піщаної/гравійно-піщаної основи, укріпленої золою виносу, сумішшю (20%), гранульованим шлаком (20%) або бітумною емульсією (5–6%) з додаванням цементу (4–6%) або вапна (2–4%)	3-6
3	Влаштування основи з ґрунтощобенової суміші, близької до оптимального складу, укріпленої цементом (4–8%) або вапна (3–6%)	3-6
4	Влаштування основи з ґрунтощобенової суміші неоптимального складу, а також із супіску або легкого суглинку, укріплених цементом (8–12%) або вапном (5–10%)	3-6
5	Влаштування одношарової основи з гравійної суміші оптимального складу	2-1
6	Влаштування основи з гравійної суміші, укріпленої золою виносу, сумішшю (20%), шлаком (20%) з додаванням цементу (4–6%)	3-6
7	Влаштування основи з фракційного щебеню (нижній шар)	3-1
8	Те саме, верхній шар	4-1
9	Влаштування основи з фракційного щебеню, укріпленого золою виносу (20%), сумішшю (20%), шлаком (20%) з додаванням цементу (4–6%)	4-6
10	Влаштування основи/покриття з гравійної суміші з додаванням 30% щебеню, обробленої в установці рідким бітумом	2-6
11	Те саме, методом змішування з рідким бітумом (5–7%) на дорозі з укріпленням цементом (4–6%)	3-6
12	Влаштування одношарової основи з фракційного щебеню методом просочення бітумом	2-1
13	Те саме, для покриття	3-1
14	Влаштування основи з гарячого або теплого щебеню, обробленого бітумом в установці	2-1
15	Те саме, для покриття	3-1
16	Влаштування основи з холодного фрикційного щебеню, обробленого рідким бітумом в установці	2-3
17	Те саме, для покриття	3-3
18	Влаштування покриття з гарячої, теплої або холодної асфальтобетонної суміші	1-1
19	Влаштування поодинокі поверхневої обробки	1-0
20	Те саме, подвійної	2-0
21	Влаштування одношарової цементобетонної основи	1-20
22	Влаштування цементобетонного покриття	1-30
23	Влаштування присипних узбіч та виконання укріплювальних робіт на узбіччях	3-1
24	Те саме, на дорогах I категорії з влаштуванням розділювальної смуги	4-1
25	Планування укосів та площ земполотна і резервів, розподіл рослинного ґрунту. Ліквідація тимчасових з'їздів	2-0
26	Облаштування шляху	2-0

Графік розподілу земляних робіт



Зведена відомість розподілу механізованих земляних робіт на перші 2 км  
автомобільної дороги

ПК	Профільний обсяг, м³: Насип	Профільний обсяг, м³: Виймка	Обсяг насипу з урах. уцілювання (Ku=1,1), м³	Оплачуваний обсяг, м³: із резерва в насип	Оплачуваний обсяг, м³: із виймки в насип	Переміщення ґрунту бу- льдозером (відстань, м)	Переміщення ґрунту скрепером (відстань, м)
						20 / 30	100 / 200 / 300 / 400 / 500
1	1 642	—	1 806	1 806	—	1 069 / 306	— / 138 / — / 250 / 43
2	1 282	—	1 410	1 410	—	842 / 533	35 / — / — / — / —
3	1 093	—	1 202	1 202	—	697 / 388	— / 117 / — / — / —
4	1 356	—	1 492	1 492	—	903 / 589	— / — / — / — / —
5	1 023	—	1 125	1 125	—	681 / 444	— / — / — / — / —
6	1 000	—	1 100	1 100	—	677 / 423	— / — / — / — / —
7	1 372	—	1 509	1 509	—	879 / 496	134 / — / — / — / —
8	1 613	—	1 774	1 352	422	1 059 / 293	— / — / — / — / —
9	2 368	—	2 605	—	2 605	— / —	— / — / — / 2 605 / 422
10	4 687	—	5 156	—	5 156	— / —	— / — / — / 5 156 / —
За 1-й км	19 179	—	19 179	10 996	8 183	6 807 / 3 472	169 / 255 / — / 8 011 / 465
11	4 866	—	5 353	—	5 353	— / —	— / 1 102 / 4 251 / — / —
12	2 785	—	3 064	—	3 064	— / —	3 064 / — / — / — / —
13	—	6 771	—	—	—	— / —	— / — / — / — / —
14	—	9 829	—	—	—	— / —	— / — / — / — / —
15	—	5 392	—	—	—	— / —	— / — / — / — / —
16	—	1 154	—	—	—	— / —	— / — / — / — / —
17	516	—	568	—	568	— / —	568 / — / — / — / —
18	4 018	—	4 420	—	4 420	— / —	— / 586 / 3 834 / — / —
19	2 268	—	2 495	937	1 558	937 / —	— / — / 1 558 / — / —
20	952	—	1 047	1 047	—	642 / 350	55 / — / — / — / —
За 2-й км	15 405	23 146	16 946	1 984	14 963	1 579 / 350	3 687 / 1 688 / 9 643 / — / —
За 2 км	32 467	23 146	36 125	12 980	23 146	8 386 / 3 822	3 856 / 1 943 / 9 643 / 8 011 / 465

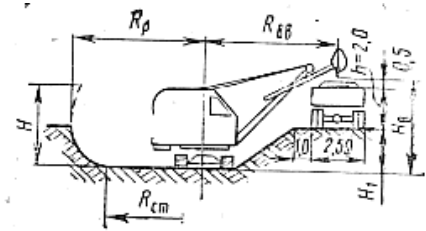
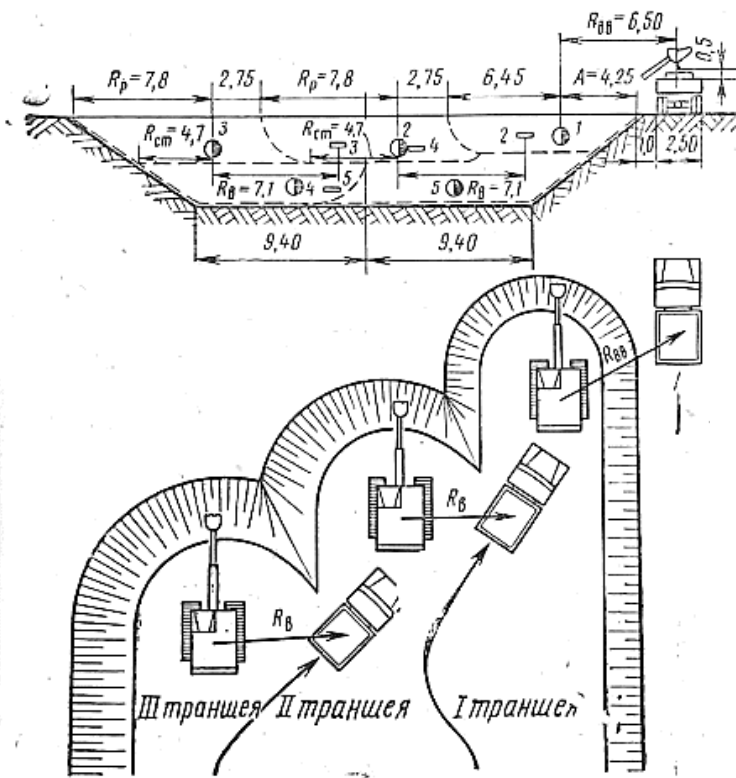
Розрахунок основних засобів механізації для виконання лінійних  
земляних робіт

Дальність переміщення, м	Група ґрунту за трудністю розробки	Обсяг ґрунту, м <sup>3</sup>	Продуктивність, м <sup>3</sup> /змін	Потрібно машино-змін	Потрібно машин при 10 змінах роботи потоку	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
Розробка та переміщення ґрунту бульдо зерями ДЗ-18						
20	II	8 326	695	11,97	—	Прийнято два бульдозери з коефіцієнтом використання кожного 1,0
30	II	3 822	482	7,93	—	
Разом	—	12 208	—	19,90	1,99	—
Розробка та переміщення ґрунту причепними скреперами ДЗ-20						
До 100	II	3 856	529	7,29	—	Прийнято дев'ять скреперів з коефіцієнтом використання кожного 1,03
200	II	1 943	346	5,61	—	
300	II	9 643	257	37,52	—	
400	II	8 011	204	39,27	—	
500	II	465	170	2,74	—	
Разом	—	23 918	—	92,43	9,24	—





Схема роботи екскаватора



$R_p$  – найбільший радіус різання;  $H$  – найбільша висота різання;  $R_b$  – найбільший радіус вивантаження;  $R_{ст}$  – радіус різання на рівні стояння гусениць;  $R_{в.в}$  – радіус вивантаження при найбільшій висоті вивантаження;  $H_b$  – найбільша висота вивантаження;  $A$  – відстань від кромки траншеї, що розробляється, до осі проходу екскаватора;  $H_1$  – глибина першої траншеї.

## Відомість необхідної кількості дорожньо-будівельних матеріалів

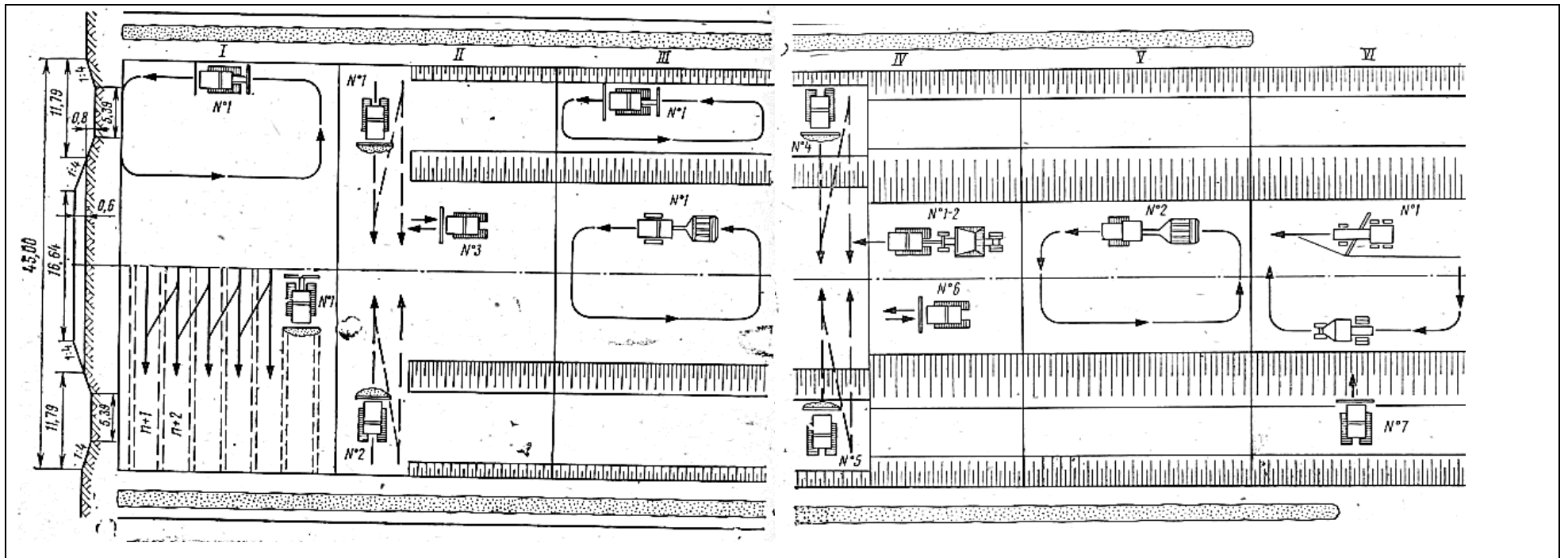
Найменування конструктивних шарів та матеріалів	Потреб. на 1 км	Потреб. на 30 км
1. Піщаний шар основи товщиною 20 см:		
— пісок, м <sup>3</sup>	3 414	102 420
— вода, т	155	4 650
2. Одношарова щебенева основа (18 см) з розливом бітуму (2,5 кг/м <sup>2</sup> ):		
— щебінь 40–70 мм, м <sup>3</sup>	1 885	56 550
— щебінь 10–20 мм, м <sup>3</sup>	94	2 820
— вода, т	164	4 920
— рідкий бітум, т	20,5	615
3. Шар основи із чорного холодного щебеню (7 см):		
— чорний щебінь 20–40 мм, т	1 080	32 400
— чорний щебінь 10–20 мм, т	88	2 640
— рідкий бітум, т	5,8	174
4. Асфальтобетонне покриття (тип Б, 5 см):		
— середньозерниста асфальтобетонна суміш, т	960	28 800
— рідкий бітум, т	5,8	174
5. Поверхнева обробка із чорного щебеню (1 см):		
— чорний щебінь 3–10 мм, т	144	4 320
— рідкий бітум, т	5,0	150
6. Укріплення узбіч щебенем (ширина 1,25 м, товщина 12 см):		
— щебінь 25–70 мм, м <sup>3</sup>	396	11 880
— щебінь 10–25 мм, м <sup>3</sup>	30	900
— щебінь 3–10 мм, м <sup>3</sup>	20	600
— вода, т	21	630
— рідкий бітум, т	3,9	117
7. Укріплення укосів рослинним ґрунтом (12 см) з висівом трав:		
— рослинний ґрунт, м <sup>3</sup>	6 000	180 000
— суміш насіння трав, кг	930	27 900
— мінеральні добрива (всього), кг	4 980	149 400
— <i>суперфосфат</i> , кг	1 358	40 740
— <i>селітра</i> , кг	2 716	81 480
— <i>калійна сіль</i> , кг	906	27 180
— мульчуючі матеріали (тирса/торф), т	18,1	543

— різана солома, т	9,1	273
— бітумна емульсія (плівкоутворювач), т	45,3	1 359
— латекс (порошок), кг	1 812	54 360
— вода (для розчину), т	226	6 780
8. Устрій присипних узбіч:		
— ґрунт, м <sup>3</sup>	1 100	33 000
— вода, т	50	1 500

## Технологічна схема комплексної механізації зведення земляного полотна

№ змінних захваток	I	II	III	IV	V	VI
Найменування процесів	1. Розбивочні роботи.  2. Зняття рослинного шару ґрунту та переміщення його за межі резервів.  3. Розпушування ґрунту в резервах.	4. Розробка та переміщення ґрунту в насип для відсіпки нижнього шару.  5. Розрівнювання ґрунту в насипу.	6. Ущільнення нижнього шару насипу.  7. Розпушування ґрунту в резервах.	8. Розробка та переміщення ґрунту в насип для відсіпки верхнього шару.  9. Розрівнювання ґрунту в насипу.	10. Ущільнення верхнього шару.	11. Планування укосів насипу та бокових резервів.  12. Планування верха земляного полотна.  13. Прикатка верха земляного полотна та дна бокових резервів.  14. Покриття укосів насипу та дна резервів рослинним ґрунтом.
№ процесів	1–3	4–5	6–7	8–9	10	11–14
№ ланок	1	2	3	4	5	6
Довжина захватки, м	200	200	200	200	200	200
Довжина спеціалізованого потоку, м				1200		
Робочі	Дорожні робочі — 2	—	—	—	—	Дорожні робочі — 1
Машиністи	Машиністи — 1	Машиністи — 4	Машиністи — 2	Машиністи — 5	Машиніст — 1	Машиністи — 2

<p>Необхідні ресурси на зміну (Машини)</p>	<p>Розпушувальний агрегат ДП-14:  № 1 — операція 2 (0,77); 3 (0,22).</p>	<p>Бульдозери ДЗ-18:  № 1 — операція 4 (1,0);  № 2 — операція 4 (1,0);  № 5 — операція 4 (0,26);  № 6 — операція 5 (0,14);  № 3 — операція 5 (1,0).</p>	<p>Каток Д-16В на пневматичних шинах з одноосним тягачем МАЗ-529Е:  № 1 — операція 6 (0,92).  Розпушувальний агрегат ДП-14:  № 1 — операція 7 (0,17).</p>	<p>Бульдозери ДЗ-18:  № 4 — операція 8 (1,0);  № 5 — операція 8 (0,85);  № 6 — операція 9 (0,85).  Скрепери ДЗ-20:  № 1 — операція 8 (1,0);  № 2 — операція 8 (0,67).</p>	<p>Каток Д-16В на пневматичних шинах з одноосним тягачем МАЗ-529Е:  № 2 — операція 10 (0,69).</p>	<p>Автогрейдер ДЗ-31-1:  № 1 — операції 11 та 12 (0,11).  Самохідний каток на пневмошинах ДУ-31А:  Операція 13 (0,16).  Бульдозер ДЗ-18:  № 7 — операція 14 (0,95).</p>
--	--	---	---	---	---	---



## Приклад оформлення індивідуального завдання

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії

Затверджую  
Зав. Кафедри БМГА, доц. , к.т.н. ,  
В.В. Швець  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_ р.

## ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ

на курсовий проект з дисципліни «Технологія та організація будівництва і ремонту автомобільних доріг»

здобувачеві \_\_\_\_\_ групи \_\_\_\_\_

Тема: «Зведення земляного полотна автомобільної дороги III категорії потоковим методом»

ВИХІДНІ ДАНІ:

1. Район будівництва автомобільної дороги – \_\_\_\_\_
2. Категорія автомобільної дороги – \_\_\_\_\_
3. Схема плану траси: згідно з Додатком А.
4. Поздовжній профіль та відомість об'ємів: згідно з Додатками Б та В.
5. Термін будівництва: один рік.
6. Зосереджені земляні роботи: виїмка на 24 км траси об'ємом 40 тис. м<sup>3</sup>; середня глибина — 5 м.

Таблиця С.1 — Відомість об'ємів лінійних земляних робіт

км	Об'єм, м <sup>3</sup>	км	Об'єм, м <sup>3</sup>	км	Об'єм, м <sup>3</sup>	км	Об'єм, м <sup>3</sup>
3	32 792	10	6 022	17	14 067	24	37 470
4	13 745	11	20 096	18	8 705	25	14 082
5	7 026	12	17 408	19	34 460	26	13 377
6	13 052	13	20 745	20	16 736	27	15 351
7	32 798	14	13 721	21	14 044	28	12 040
8	17 061	15	16 060	22	12 392	29	24 096
9	7 040	16	23 424	23	7 360	30	23 426

**ЗМІСТ РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ:**

- Вступ. Основні технічні характеристики автомобільної дороги для заданої категорії.
- Календарна тривалість будівництва.
- Розрахунок швидкості комплексного механізованого потоку.
- Вибір комплектів машин для лінійних та зосереджених робіт.
- Складання технологічної карти на зведення насипу.
- Розрахунок потреби в паливно-мастильних матеріалах та кадрах.

**ЗМІСТ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ:** календарний графік земляних робіт, технологічна схема влаштування земляного полотна, схема роботи ведучої землерийної чи землерийно-транспортної машини.

Дата видачі « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Дата здачі « \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Керівник \_\_\_\_\_

Завдання отримав \_\_\_\_\_



*Електронне навчальне видання*

**Лілія Василівна Кучеренко  
Ігор Миколайович Бабій**

**Методичні вказівки до виконання курсових проєктів  
з дисципліни «Технологія та організація будівництва  
і ремонту автомобільних доріг» зі спеціальності «Будівництво  
та цивільна інженерія» (освітня програма «Автомобільні  
дороги, вулиці та дорожньо-транспортні споруди»)  
Частина 1**

Рукопис оформила Л. Кучеренко

Редактор Н. Кравчук

Оригінал-макет виготовлено в РВВ ВНТУ

Підписано до видання 07.05. 2026 р.  
Гарнітура Times New Roman.  
Зам. № P2026-051

Видавець та виготовлювач  
Вінницький національний технічний університет,  
Редакційно-видавничий відділ.  
ВНТУ, ГНК, к. 114.  
Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021.  
**[press.vntu.edu.ua](http://press.vntu.edu.ua)**;  
Email: [rvv.vntu@gmail.com](mailto:rvv.vntu@gmail.com)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК No 3516 від 01.07.2009 р.