

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ ІНСТИТУТ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Директор АДІ ДВНЗ «ДонНТУ»  
М. М. Чальцев  
10.02.2012 р.

Кафедра «Будівництво та експлуатація автомобільних доріг»

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ  
З ДИСЦИПЛІНИ «ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ  
ВЛАСТИВОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ»  
(ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 7.06010105  
«АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ І АЕРОДРОМИ»)**

**12/79-2012-04**

«РЕКОМЕНДОВАНО»  
Навчально-методична комісія  
факультету  
«Автомобільні дороги»

Протокол № 1 від 19.09.2012 р.

«РЕКОМЕНДОВАНО»  
Кафедра «Будівництво та  
експлуатація автомобільних  
доріг»

Протокол № 1 від 04.09.2012 р.

УДК 625.7(07)

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни «Транспортно-експлуатаційні властивості автомобільних доріг» (для студентів спеціальності 7.06010105 «Автомобільні дороги і аеродроми») [Електронний ресурс] / укладач В. В. Губа. – Електрон. дані. – Горлівка: ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ, 2012. – 1 електрон. опт. диск (CD-R); 12 см. – Систем. вимоги: Pentium; 32 MB RAM; WINDOWS 98/2000/NT/XP; MS Word 97–2000. – Назва з титул. екрану.

У методичних вказівках наведено рекомендації до виконання лабораторних робіт, в яких розглянуто принципи, методи та прилади для встановлення та визначення транспортно-експлуатаційних властивостей автомобільних доріг.

Укладач:

Губа В. В., к.т.н., доц.

Відповідальний за випуск:

Базаянц Г. В., д.т.н., проф.

Рецензент:

Гончаренко В. В., к.т.н., доц.  
каф. «Проектування доріг і  
штучних споруд»

© Державний вищий навчальний заклад  
«Донецький національний технічний університет»  
Автомобільно-дорожній інститут, 2012

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ .....	5
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1 .....	6
1.1 Загальні відомості .....	6
1.2 Необхідне обладнання .....	7
1.3 Проведення випробувань .....	7
1.4 Питання до захисту лабораторної роботи.....	11
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2 .....	12
2.1 Загальні відомості .....	12
2.2 Необхідне обладнання .....	13
2.3 Проведення випробувань .....	16
2.4 Питання до захисту лабораторної роботи.....	17
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3 .....	18
3.1 Загальні відомості .....	18
3.2 Необхідне обладнання .....	19
3.3 Проведення випробувань .....	19
3.4 Питання до захисту лабораторної роботи.....	22
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4 .....	23
4.1 Загальні відомості .....	23
4.2 Необхідне обладнання .....	23
4.3 Проведення випробувань .....	24
4.4 Питання до захисту лабораторної роботи.....	26
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5 .....	27
5.1 Загальні відомості .....	27
5.2 Необхідне обладнання .....	29
5.3 Проведення випробувань .....	29
5.4 Питання до захисту лабораторної роботи.....	30
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6 .....	31
6.1 Загальні відомості .....	31
6.2 Необхідне обладнання .....	31
6.3 Проведення випробувань .....	32
6.4 Питання до захисту лабораторної роботи.....	34
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7 .....	35
7.1 Загальні відомості .....	35
7.2 Необхідне обладнання .....	35
7.3 Проведення випробувань .....	36
7.4 Питання до захисту лабораторної роботи.....	38
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	39
ДОДАТОК А .....	40

## ВСТУП

Інтенсивний розвиток народного господарства України неможливий без розгалуженої мережі сучасних автомобільних доріг та ефективного використання автомобільного транспорту. Крім необхідності розширення обсягів дорожнього будівництва все більшого значення набувають питання підвищення транспортно-експлуатаційних властивостей доріг та їх пропускну здатності [1].

До показників, що характеризують транспортно-експлуатаційні властивості доріг належать:

- швидкість руху транспортних засобів;
- інтенсивність і склад рух транспортних засобів;
- пропускна здатність автомобільної дороги;
- рівень аварійності на дорогах;
- якість дорожнього покриття за різних погодно-кліматичних умов;
- час сполучення;
- собівартість перевезень.

В існуючій транспортній системі України важливу роль відіграє автомобільний транспорт. Перевагами автомобільного транспорту є:

- відносно велика швидкість руху;
- можливість маневрування;
- мала собівартість перевезень на коротких відстанях;
- можливість виконувати безперевантажні перевезення.

При погіршенні транспортно-експлуатаційних якостей автомобільних доріг знижується працездатність та безпека руху автомобілів, збільшується рівень ДТП, час сполучення та собівартість перевезень.

Метою лабораторних робіт є закріплення теоретичних знань з дисципліни, надбання практичних навичок застосування технічних, вимірювальних засобів і методик по визначенню транспортно-експлуатаційних властивостей автомобільних доріг. Лабораторні роботи допоможуть студентам правильно оцінювати транспортно-експлуатаційний рівень та стан автомобільних доріг, визначати й надавати оцінку показникам, які відповідають за транспортні та експлуатаційні якості доріг, встановлювати рівень інтенсивності та склад транспортного потоку на дорозі.

## ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторні роботи виконуються на вулицях м. Горлівка, в аудиторіях і лабораторіях кафедри «Будівництво та експлуатація автомобільних доріг» АДІ ДВНЗ «ДонНТУ».

До виконання лабораторних робіт студенти готуються самостійно, вивчаючи конспект лекцій та додаткову літературу, ознайомлюються з методичними вказівками й методикою їх проведення.

При виконанні лабораторних робіт усі отримані результати студенти записують у звіт, який оформлюють в учнівському зошиті в клітинку. До звіту заносять необхідні схеми, розрахунки й таблиці, які наведені в лабораторних роботах. Після закінчення роботи й оформлення звіту студенти відповідають на запитання викладача.

Звіт по лабораторним роботам повинен містити наступне:

1. Найменування та № лабораторної роботи.
2. Короткий запис загальних відомостей, необхідного обладнання, хід проведення лабораторних випробувань.
3. Вхідні дані для виконання лабораторної роботи.
4. Результати роботи (розрахунки, таблиці, рисунки, схеми).
5. Аналіз отриманих результатів та висновки відносно роботи.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ НЕЖОРСТКОГО ДОРОЖНЬОГО  
ОДЯГУ ВАЖІЛЬНИМ ПРОГИНОМІРОМ

Мета – визначення міцності дорожнього одягу з використанням важільного прогиноміру.

## 1.1 Загальні відомості

Міцність дорожнього одягу – один із основних технічних показників якості автомобільних доріг, від якого значною мірою залежать продуктивність, собівартість перевезень та безпека руху.

Дорожній одяг вважають міцним, якщо під впливом багаторазово повторюваних навантажень від транспортних засобів, що рухаються, він зберігає під час заданого терміну служби суцільність та достатню рівність.

Міцність нежорстких дорожніх одягів оцінюють за трьома критеріями граничного стану:

- за пружним прогином дорожнього одягу в розрахунковий період;
- за опором зсуву в ґрунті, у малозв'язних шарах дорожнього одягу;
- за гранично допустимими розтягуючими напруженнями, при вигині в монолітних шарах дорожнього одягу.

Якщо врахувати, що визначення опору зсуву та розтягування при вигині виявляє значні труднощі, то основним критерієм міцності дорожніх одягів є прогин дорожнього одягу під навантаженням або його загальний модуль пружності [1, 3, 9].

У загальному виді фактичний модуль пружності визначається за формулою

$$E_{\phi} = \frac{P \cdot D \cdot (1 - \mu^2)}{l}, \text{ (МПа)}, \quad (1.1)$$

де  $E_{\phi}$  – фактичний модуль пружності дорожнього одягу під час проведення випробувань, МПа;

$P$  – питомий тиск,  $P = 0,6$  МПа;

$D$  – діаметр кола,  $D = 33$  см;

$\mu$  – коефіцієнт Пуассона, приймають  $\mu = 0,3$ ;

$l$  – фактичний пружний прогин дорожнього одягу, см.

Випробування проводять у розрахунковий період, тобто період найбільшого ослаблення дорожнього одягу. Модуль пружності, що отриманий у інший період року, прирівнюються до модуля в розрахунковий період:

$$E'_{роз} = \gamma \cdot E_g, \text{ (МПа)}, \quad (1.2)$$

де  $\gamma$  – коефіцієнт зниження модуля пружності, прийнятий рівним: для травня й жовтня – 0,9; з червня по серпень – 0,7; вересень – 0,8, може уточнюватись за випробуваннями на контрольних місцях;

$E_g$  – модуль пружності одягу, що отриманий при випробуванні, МПа.

## 1.2 Необхідне обладнання

На рисунку 1.1. наведено важільний прогиномір МАДІ-ЦНДЛ, який являє собою двоплечовий важіль (переднє плече 1 та заднє плече 2) у співвідношенні 1:1, повертається вільно на осі 3, що закріпленій на рамі 4, яка має опори 5 та 6; на кінці переднього плеча 1 закріплюється вимірювальний стрижень 7, а на п'яту 8 заднього плеча 2 встановлюється індикатор годинникового типу 9.

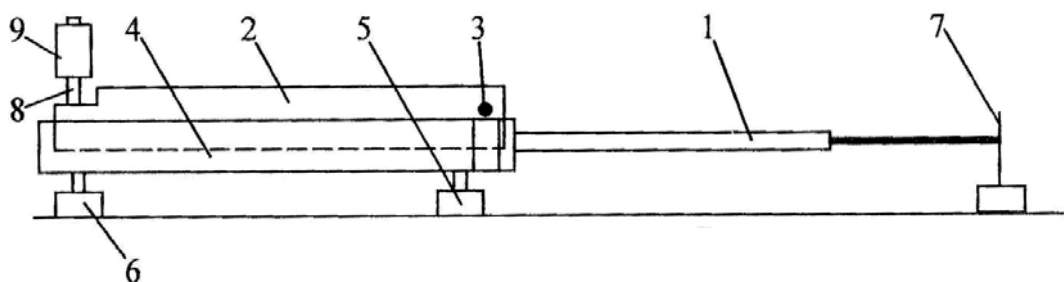


Рисунок 1.1 – Схема важільного прогиноміра МАДІ-ЦНДЛ

Для проведення випробувань застосовується автомобіль із навантаженням на задню вісь, близьким до розрахункового автомобіля. Прогин вимірюють за допомогою індикатора годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм [3].

## 1.3 Проведення випробувань

1. Проведенню вимірів міцносних властивостей дорожніх одягів передують візуальна оцінка стану дорожнього одягу. За результатами візуальної оцінки, даними обліку інтенсивності й складу руху, дорожній одяг поділяється на однорідні за умовами служби ділянки, на кожній з яких необхідно визначати прогин по смузі накату на відстані 1 м від крайки покриття через 50 м і по всій довжині ділянки.

2. Підготовка прогиноміра МАДІ-ЦНДЛ до роботи виконується в наступному порядку (рис. 1.1):

- до рами 4 закріплюють гвинтом зйомну опору 5;
- переднє плече важеля 1 висувається так, щоб риска збігалась з крайкою заднього плеча 2. Жорстко закріплюється стяжним болтом;
- встановлюють і закріплюють вимірювальний стрижень 7 та

індикатор 9.

3. Установити автомобіль на місці виміру прогину. Вимір прогину робити не раніше ніж через 3 хвилини після встановлення автомобіля.

4. Установити прогиномір на покриття так, щоб вимірювальний стрижень знаходився між спареними колесами автомобіля.

5. Витримати автомобіль на місці виміру, поки звіт за індикатором  $i_0$  не зміниться на 0,01 мм за 10 сек та записати його до журналу вимірів (таблиця 1.1).

6. Автомобіль від'їжджає вперед на відстань 1,5 м (відстань від вимірювального стрижня до першої опори) та записати звіт за індикатором  $i_\alpha$  (таблиця 1.1).

7. Автомобіль від'їжджає вперед ще на 1 м (відстань між опорами прогиноміра) та записати звіт за індикатором  $i_e$  (таблиця 1.1).

8. Автомобіль від'їжджає на відстань не менше ніж 5 м від першої точки та записати звіт за індикатором  $i$  (таблиця 1.1).

9. Повний пружний прогин дорожнього одягу необхідно обчислити за формулою

$$l = 1,03 \cdot l_n + 2,5 \cdot l_1 - 1,5 \cdot l_2, \text{ (мм)}, \quad (1.3)$$

де  $l_n = (i_0 - i)$  – прогин покриття, що обчислений без обліку впливу попадання опор прогиноміра в зону чаші прогину, мм;

$l_1 = (i_\alpha - i)$  – прогин покриття під першою опорою прогиноміра, мм;

$l_2 = (i_e - i)$  – прогин покриття під другою опорою прогиноміра, мм.

Таблиця 1.1 – Журнал вимірів прогинів за прогиноміром

№ з/п	Дата проведення вимірів	Час проведення вимірів	Звіт за індикатором				Часткові прогини			Повний пружний прогин, $l$ , мм	Місце випробування	Тип і стан покриття, температура повітря °С, погода
			$i_0$	$i_\alpha$	$i_e$	$i$	$l_n$	$l_1$	$l_2$			

Для обробки результатів випробувань використовують положення математичної статистики.

При обробці результатів випробувань досить визначити фактичний прогин  $l_\phi$  дорожнього одягу з припустимим процентним деформуванням  $i$  та визначити показник рівномірності  $q$  дорожнього одягу. Дорожній одяг вважається рівномірним, якщо коефіцієнт рівномірності  $q > 0,85$  [3].



Показник рівномірності  $q$  визначають за формулою

$$q = 1 - C_V, \quad (1.4)$$

де  $C_V$  – коефіцієнт варіації.

$$C_V = \frac{\sigma}{l_{сер}}, \quad (1.5)$$

де  $l_{сер}$  – середній прогин вибірки, мм;  
 $\sigma$  – середньоквадратичне відхилення;

$$l_{сер} = \frac{\sum l}{n}, \text{ (мм)}, \quad (1.6)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (l_i - l_{сер})^2}{n - 1}}, \text{ (мм)}, \quad (1.7)$$

де  $n$  – обсяг вибірки.

Для визначення фактичного прогину дорожнього одягу необхідно побудувати кумулятивну криву в координатах «середина інтервалу» – «накопичена частота». Для цього всю вибірку розбивають на інтервали розміром 0,1, приймаючи за середину інтервалу  $l_{сер}$ . Отримані дані заносять до таблиць 1.2 та 1.3, на їх основі будують графік кумулятивної кривої, що наведений на рис. 1.2.

Таблиця 1.2 – Розподіл прогинів за інтервалами («середина інтервалу»)

Інтервал	0–0,1	0,1–0,2	0,2–0,3	0,3–0,4	0,4–0,5	0,5–0,6	0,6–0,7	0,7–0,8	0,8–0,9
Кількість попадань									
Розподіл прогинів									

Таблиця 1.3 – Накопичені частоти попадань у розряди («накопичена частота»)

Інтервал	0–0,1	0,1–0,2	0,2–0,3	0,3–0,4	0,4–0,5	0,5–0,6	0,6–0,7	0,7–0,8	0,8–0,9
Кількість попадань									
Дослідна частота									
Накопичені частоти									

Розподіливши прогини по інтервалах, визначають дослідну частоту (1.8) та накопичені частоти (1.9) за кожним інтервалом (розрядом):

$$P_i = \frac{m_i}{N}, (\%), \quad (1.8)$$

де  $P_i$  – дослідна частота, %;

$m_i$  – кількість попадань експериментальних даних у розряд, шт;

$N$  – кількість всіх випробувань, шт.

$$h_i = \sum P_i, \quad (1.9)$$

де  $h_i$  – накопичені частоти.

З огляду, що для вдосконалених капітальних покриттів припустимий відсоток деформування складає 15 %, за кумулятивною кривою визначають фактичний прогин  $l_\phi$ , що характеризує в цілому всю ділянку дороги. Приклад побудови кумулятивної кривої наведено на рисунку 1.2.

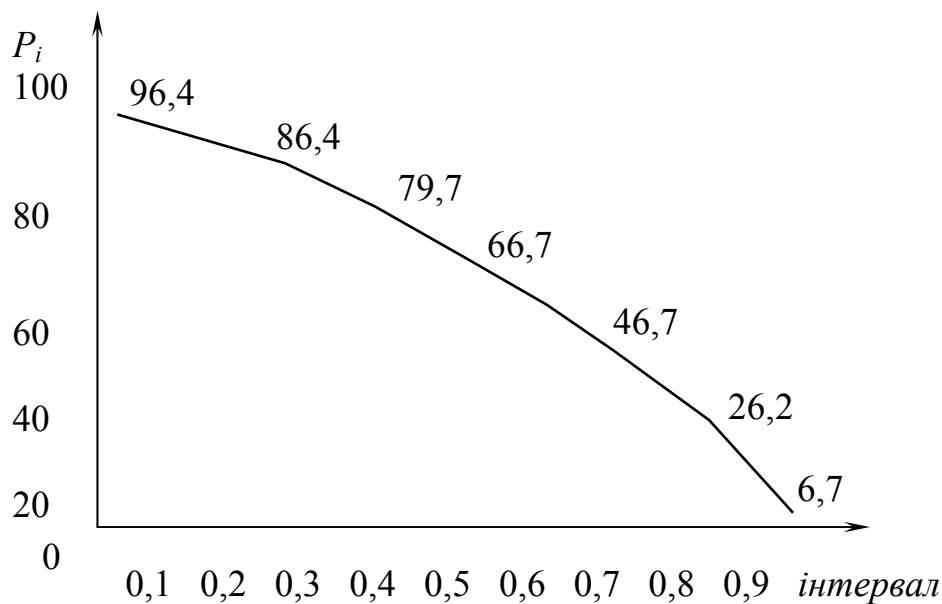


Рисунок 1.2 – Приклад кумулятивної кривої

За формулою (1.1) визначають фактичний модуль пружності дорожнього одягу  $E_\phi$ .

Міцність дорожнього одягу оцінюють за коефіцієнтами міцності  $K'_{міц}$  і запасом міцності  $K_{міц}$ :

$$K'_{міц} = \frac{E_\phi}{E'_{номр}}; \quad K_{міц} = \frac{E_\phi}{E_{номр}}, \quad (1.10)$$

де  $E_\phi$  – фактичний модуль пружності дорожнього одягу, МПа;

$E'_{номр}$  – потрібний модуль пружності дорожнього одягу, що обчислений за інтенсивністю руху автомобіля в період проведення випробувань, МПа;  
 $E_{номр}$  – потрібний модуль пружності дорожнього одягу, МПа.

10. Виконати висновок про стан дорожнього одягу, який оцінюється за чотирибальною шкалою, за міцністю, яку наведено в таблиці 1.4.

11. Виконати висновок за коефіцієнтом запасу міцності, за яким можна встановити тип дорожнього одягу та категорію дороги (таблиця 1.5).

Таблиця 1.4 – Оцінка міцності дорожнього одягу

Значення коефіцієнтів	Оцінка	Рекомендовані заходи
$K'_{міц} > 1; K_{міц} > 1$	Відмінно	Спостереження, утримання, поточний ремонт
$K'_{міц} > 1; K_{міц} = 1$	Добре	Необхідно планувати утримання дорожнього одягу на перспективу
$K'_{міц} = 1; K_{міц} < 1$	Задовільно	Необхідно зробити посилення дорожнього одягу з урахуванням руху на перспективу
$K'_{міц} < 1$	Незадовільно	Необхідно терміново вжити заходи щодо забезпечення збереження дорожнього одягу в даний період

Таблиця 1.5 – Коефіцієнт запасу міцності

Категорія дороги	Тип дорожнього одягу	Коефіцієнт запасу міцності за прогином
Ia	Капітальний	1,50
Iб–II	Капітальний	1,43
III	Капітальний	1,33
IV	Полегшений	1,29
V	Перехідний	1,23

#### 1.4 Питання до захисту лабораторної роботи

1. Надайте характеристику поняття «міцність дорожнього одягу».  
 2. За якими критеріями оцінюють міцність дорожнього одягу? 3. Як та якими приладами визначають пружність дорожнього одягу? 4. Надайте характеристику пружному прогину дорожнього одягу. 5. З якою метою визначають фактичний модуль пружності? 6. Наведіть умови за якими вважають дорожній одяг рівномічним. 7. Розгляньте коефіцієнт за яким визначають міцність дорожнього одягу. 8. За яким коефіцієнтом визначають запас міцності дорожнього одягу? 9. Розгляньте принцип побудови кумулятивної кривої. 10. Як оцінюють міцність дорожнього одягу? 11. Які заходи необхідно виконувати, щоб міцнісні якості дорожнього одягу відповідали оцінці «відмінно» або «добре»?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЗЧЕПЛЕННЯ КОЛЕСА  
АВТОМОБІЛЯ З ДОРОЖНІМ ПОКРИТТЯМ

Мета роботи – освоєння студентами наведеної методики визначення коефіцієнта зчеплення колеса автомобіля з різним типом та станом дорожнього покриття.

## 2.1 Загальні відомості

Значна кількість дорожньо-транспортних пригод на автомобільних дорогах безпосередньо чи побічно пов'язана з дорожніми умовами в різні пори року, в основному з надійністю зчеплення коліс автомобіля з дорожнім покриттям.

Для характеристики та оцінки зчеплення коліс автомобіля з дорожнім покриттям, нормування та оцінки припустимої величини зусиль у площині контакту колеса з покриттям використовують безрозмірну величину – коефіцієнт зчеплення. Коефіцієнтом зчеплення називається відношення максимального дотичного зусилля в площині ведучого колеса автомобіля з дорожнім покриттям на грані пробуксовування чи блокування до тиску на це колесо, тобто до нормальної реакції дороги в площині контакту колеса з покриттям [1–3, 8, 12].

Розрізняють три види коефіцієнта зчеплення:

1. Коефіцієнт зчеплення  $\varphi$  – гранична величина коефіцієнта зчеплення при порівняно невеликих відхиленнях дотичної сили від більшої осі відбитка;

2. Коефіцієнт поздовжнього зчеплення  $\varphi_1$  – при русі колеса в площині кочення з поздовжнім ковзанням та пробуксовуванням;

3. Коефіцієнт поперечного зчеплення  $\varphi_2$  – при русі колеса під кутом у площині його кочення, коли колесо одночасно обертається й сковзає в поперечному напрямку.

Перераховані коефіцієнти, пов'язані між собою залежністю

$$\varphi^2 = \varphi_1^2 + \varphi_2^2. \quad (2.1)$$

Коефіцієнт зчеплення є однією з основних величин, що характеризують транспортно-експлуатаційні якості дорожніх покриттів. Він визначає величину безпечної швидкості руху автомобільного транспорту, а отже, безпосередньо впливає на терміни й собівартість доставки вантажів [1–3].

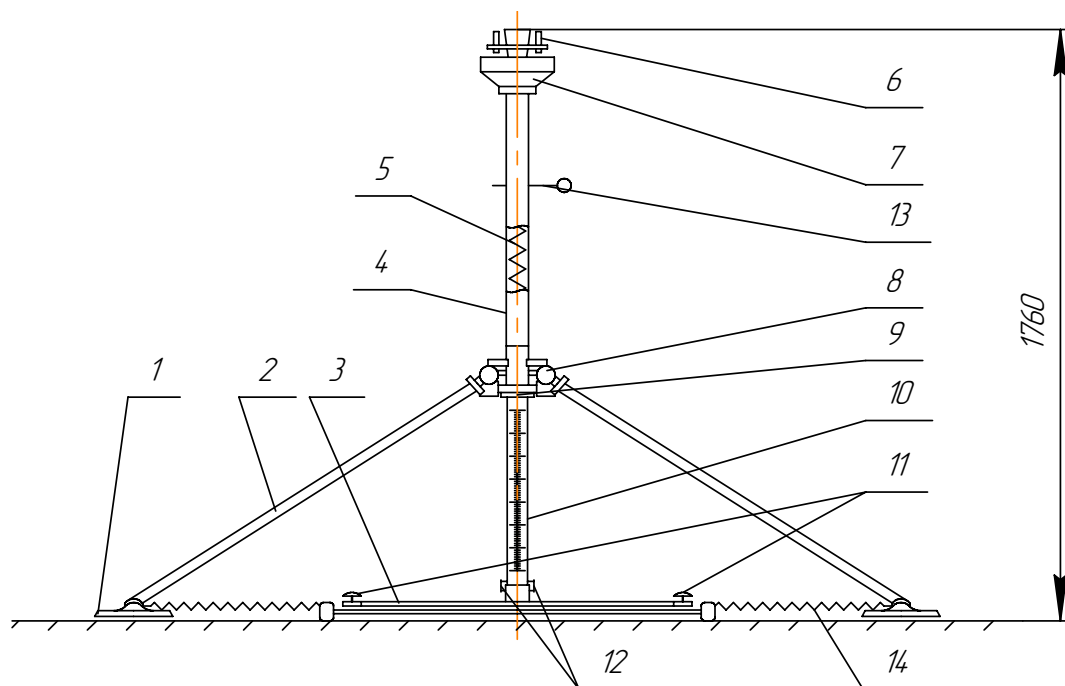
Існує велика кількість різноманітних методів для оцінки зчеплення шин із поверхнею покриття. Усі ці методи можна розділити на дві групи:

- методи безпосередньої оцінки коефіцієнта зчеплення;
- методи непрямого виміру (оцінка шорсткості дорожніх покриттів).

Безпосереднє визначення коефіцієнта зчеплення можливе на лабораторних стендах, портативними приладами, випробуваними автомобілями та динамометричними візками.

## 2.2 Необхідне обладнання

На рисунку 2.1 наведено прилад ППК-МАДІ-ВНІБД [3, 8, 9].



- 1 – імітатор; 2 – тяга; 3 – основа; 4 – направляюча штанга;  
 5 – центральна пружина; 6 – механізм скидання вантажу; 7 – вантаж;  
 8 – муфта ковзання; 9 – вимірювальна шайба; 10 – шкала;  
 11 – регулювальні гвинти; 12 – затискач; 13 – палець механізму  
 натягування пружини; 14 – горизонтальні пружини

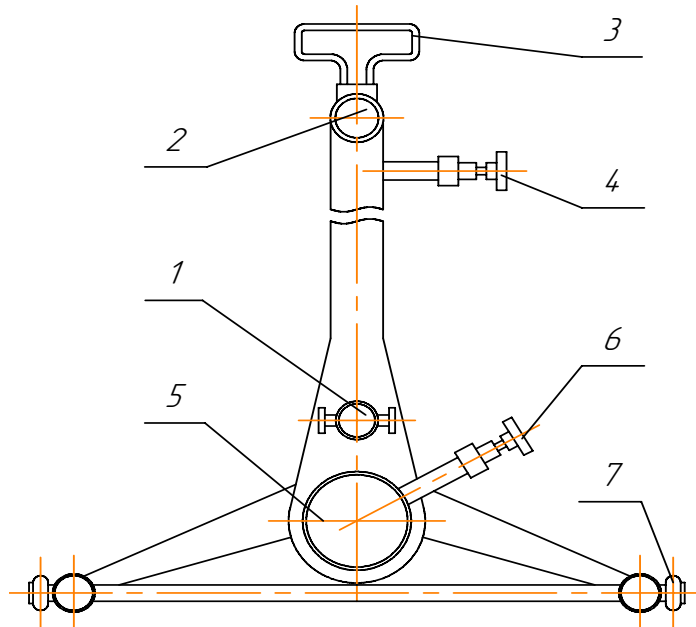
Рисунок 2.1 – Прилад ППК-МАДІ-ВНІБД для вимірювання коефіцієнта зчеплення дорожніх покриттів

Складається з основи 3, направляючої штанги 4, яка складається з нижньої та верхньої частини. У нижній частині штанги розташовані: муфта ковзання 8, вимірювальна шайба 9, шкала 10, горизонтальні пружини 14, тяги 2, що з'єднані з муфтою ковзання й на кінці яких установлені імітатори 1 і затискач 12.

У верхній частині розташовані: механізм скидання вантажу 6, ударний вантаж 7, центральна пружина 5 і палець механізму натягування

пружини 13. Центральна пружина розташована усередині направляючої штанги й з'єднана нижнім зацепом із повзуном муфти ковзання, а верхнім зацепом – з механізмом натягування пружини, що встановлений усередині верхньої частини направляючої штанги.

Основа приладу складається з втулки направляючої штанги (рис. 2.2), регулювальних гвинтів 2, висувної ручки 3, фіксатора ручки 4, кронштейна вантажу 5, фіксатора вантажу 6 та коліщаток.



- 1 – втулка направляючої штанги; 2 – регулювальні гвинти; 3 – висувна ручка; 4 – фіксатор ручки; 5 – кронштейн установа вантажу; 6 – фіксатор вантажу; 7 – коліщатка

Рисунок 2.2 – Основа приладу ППК-МАДІ-ВНІБД

Принцип роботи приладу засновано на імітації процесу ковзання заблокованого колеса автомобіля по дорожньому покриттю при нормативних умовах їх взаємодії. Навантаження на колесо  $2942 \pm 49$  Н, швидкість руху  $60 \pm 3$  км/год. На мокрому дорожньому покритті (подача води повинна забезпечувати розрахункову товщину плівки 1 мм)  $6,45 \times 13$ , внутрішнім тиском повітря  $0,17 \pm 0,01$  МПа й позитивних температур навколишнього середовища.

До місця проведення випробувань візок доставляється в транспортному положенні. Для підготовки візка до роботи необхідно за допомогою важеля перевести його з транспортного положення в робоче. На підставку встановлюється динамометр і за допомогою болта та гайки приєднується до важеля. На кронштейни надягають вантажі заданої величини, при цьому необхідно стежити щоб візок був завантажений симетрично.

При переході на інший тип покриття візок потрібно розвантажити й перевести за допомогою важеля з робочого положення в транспортне, динамометр при цьому знімати не обов'язково.

Послідовність операцій збирання приладу наступна:

1. Перевести висунуту ручку 3 (рис. 2.2) основи 3 (рис. 2.1) з транспортного положення в робоче, для чого відтягти фіксатор ручки 4 (рис. 2.2) та закрити її.

2. Вийняти з чемодана-укладки нижню частину направляючої штанги 4 (рис. 2.1), вставити її у втулку 1 (рис. 2.2) основи та зафіксувати затискачем 12 (рис. 2.1) так, щоб шкала 10 (рис. 2.1) була направлена в бік, що протилежний висунутій ручці 3 (рис. 2.2).

3. Вийняти з чемодана-укладки верхню частину направляючої штанги 4 (рис. 2.1), перемістити механізм натягування пружини, що знаходився всередині штанги в нижнє положення, а муфту ковзання 8 – у верхнє положення, після чого з'єднати центральну пружину 5 з верхнім зацепом із механізмом натягування та зафіксувати дві частини направляючої штанги між собою.

4. Всунути палець механізму натягування пружини 13 (рис. 2.1) у втулку, що розташована в пазі верхньої частини штанги та переміщати його у верхню крайню точку цього паза. При цьому відбувається натягнення центральної пружини 5.

5. Установити горизонтальні пружини 14 (рис. 2.1), просунути їх під основу 3 та зачепити за осі нижніх шарнірів тяг 2.

6. Відтягнути фіксатор вантажу 6 (рис. 2.2) та поворотом закріпити його у висунутому положенні, після чого витягти із кронштейна 5 вантаж.

7. Установити вантаж 7 (рис. 2.1) на направляючу штангу 4 та опустити його на палець механізму натягування пружини 13.

8. Установити механізм скидання вантажу 6 (рис. 2.1) на направляючу штангу 4 за допомогою фіксаторів-кнопок.

9. Розбирання прибору повинно проводитись, обов'язково, у зворотній послідовності.

10. На горизонтальній ділянці дорожнього покриття провести градуювання приладу.

11. Прилад вважається відградуїваним, коли переміщення вимірної шайби 9 (рис. 2.1) не виходять за границі рисок, що визначають величину коефіцієнта зчеплення від 0,09 до 0,11 на шкалі 10.

12. Після проведення градуювання приладу вийняти із-під імітаторів пластини, що пристосовані для градуювання.

13. Градуювання виконують кожного разу перед початком серії вимірювань.

14. Підкласти під імітатори 1 (рис. 2.1) пластини, що пристосовані для градуювання й входять у комплект прибору, при цьому відстань між нижньою поверхнею імітаторів та поверхнею пластини повинна дорівнювати 3–7 мм.

15. Зволожити поверхню пластин, при проведенні вимірювань поверхні дорожнього покриття під імітатором у напрямку їх руху водою, об'ємом не менш  $200 \text{ см}^3$ .

16. Вийняти палець натягування пружини 13 (рис. 2.1).

17. Натиснути важіль механізму скидання вантажу 6 (рис. 2.1) та скинути його. Показання приладу визначимо на шкалі 10 (рис. 2.1) за положенням верхньої плоскості вимірювальної шайби 9.

### 2.3 Проведення випробувань

Порядок проведення вимірювань приладом ППК-МАДІ-ВНІБД:

- під час візуального обстеження обрати ділянку дороги (не менш трьох ділянок на один кілометр дороги по кожній смузі руху);
- відчистити поверхню дорожнього покриття дороги від бруду;
- до журналу обчислень (таблиця 2.1) занести відповідні дані про номер випробування, тип та стан дорожнього покриття;
- установити прилад на ділянку дороги (ліва смуга накату транспортних засобів);
- провести випробування за пунктами 10–17 при сухому та вологому покритті, дані занести до таблиці 2.1;
- виконати оцінку зчепних якостей дорожніх покриттів та порівняти з нормативними мінімально допустимими значеннями коефіцієнта зчеплення (таблиці 2.2, 2.3);
- виконати висновок про оцінку зчепних якостей дорожнього покриття, яку порівняли з нормативними значеннями.

Верхнє значення коефіцієнта зчеплення не встановлюється тому, що зі збільшенням коефіцієнта зчеплення умови руху автомобіля по дорозі поліпшуються. Нижня ж межа є параметром, що вказує на необхідність відновлення шорсткості дорожнього покриття.

Таблиця 2.1 – Журнал обчислення коефіцієнта зчеплення

№ виміру	Тип покриття	Стан покриття	Коефіцієнт зчеплення	Середнє значення коефіцієнта зчеплення	Оцінка покриття за коефіцієнтом зчеплення



Таблиця 2.2 – Значення коефіцієнта зчеплення

Умови руху	Характеристика ділянки дороги	Коефіцієнт зчеплення
Легкі	Ділянка прямої та кривої радіусом 1000 м і більше; горизонтальна ділянка чи ділянка з поздовжнім похилом не більш 30 ‰; з елементами поперечного профілю, який відповідає нормам з укріпленим узбіччям; без перехрестя в одному рівні; при рівні завантаження не більше 0,3	0,45
Важкі	Ділянка на кривій у плані радіусом від 250 до 1000 м; на спуски та підйоми з похилом від 30 до 60 ‰; ділянка в зоні звуженої проїзної частини (при реконструкції); ділянка дороги, що віднесена до легких умов руху, при рівні завантаження 0,3–0,5	0,50
Небезпечні	Ділянка з видимістю менше розрахункової; підйом та спуск із похилом, який перевищує допустимі; зона перехрестя чи примикання в одному рівні з автомобільними дорогами чи залізницями (200 м); перехідно-швидкісна смуга й смуга основної проїзної частини в границях від початку й до кінця перехідно-швидкісних смуг; ділянка, що віднесена до легких та ускладнених умов, при рівні завантаження більше 0,5	0,55

Таблиця 2.3 – Оцінка покриття за коефіцієнтом зчеплення

Значення коефіцієнта зчеплення	Оцінка покриття
$> 0,61$	відмінно
0,51–0,60	добре
0,41–0,50	задовільно
$\leq 0,40$	незадовільно

## 2.4 Питання до захисту лабораторної роботи

1. Надайте характеристику коефіцієнта зчеплення колеса автомобіля з дорожнім покриттям. 2. Надайте характеристику коефіцієнта поздовжнього зчеплення. 3. Надайте характеристику коефіцієнта поперечного зчеплення. 4. Розгляньте методи визначення коефіцієнта зчеплення. 5. Якими приладами встановлюють зчепні якості покриття? 6. Як діє прилад ППК-МАДІ-ВНПБД для вимірювання коефіцієнта зчеплення покриттів? 7. Як проводять випробування коефіцієнта зчеплення приладом ППК-МАДІ-ВНПБД? 8. Як оцінюють дорожнє покриття за коефіцієнтом зчеплення? 9. Розгляньте залежність умов руху від коефіцієнта зчеплення. 10. Як визначити середнє значення коефіцієнта зчеплення?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

## ВИЗНАЧЕННЯ РІВНОСТІ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ

Мета роботи – визначення рівності дорожнього покриття та встановлення відповідності нормативним даним.

## 3.1 Загальні відомості

При оцінці якості дорожнього покриття повинні аналізуватися характеристики, що впливають на ефективну роботу автотранспорту та довговічність дорожнього покриття та одягу. Найбільш важливими з них є міцність одягу, рівність і шорсткість дорожнього покриття. Усі ці характеристики підлягають інструментальній оцінці при поточному й проміжному контролі дорожнього будівництва та при виконанні ремонтних робіт на дорогах [1, 2, 4–6].

Ступінь рівності проїзної частини істотно впливає на зручність руху, стійкість автомобіля та пов'язану з нею безпеку руху.

Рівність дороги – це характеристика поверхні дороги, що визначена наявністю нерівностей або відхилень фактичної поверхні від проектної, які викликають при проїзді автомобіля коливання його коліс та кузова. Розрізняють поздовжню й поперечну рівності. Поздовжня рівність покриття описується математично у вигляді безперервної функції, яка складається із синусоїдальних хвиль. Поперечна рівність визначається наявністю нерівностей або відхилень фактичної поверхні від проектної в поздовжньому розрізі дороги [5].

Методи оцінки рівності дорожніх покриттів об'єднали у дві групи [3]:

- методи, що дозволяють виміряти безпосередньо мікропрофіль поверхні покриття щодо деякої умовної лінії;
- методи, що оцінюють ступінь рівності покриття (побічно за амплітудою) величинам прискорень кузова при проїзді автомобіля.

До першої групи належать методи оцінки ступеня рівності покриття за допомогою триметрової рейки, багатоопорної рейки типу ПКР, профілографа, профілометрів різних конструкцій. До цієї ж групи належать і методи, що побудовані на використанні безконтактних ультразвукових ехолотів-рівномірів.

До другої групи належать методи, які побудовані на використанні поштовхомірів (підсумкових чи диференційних), деселерометрів різних конструкцій. Методи з використанням підсумкових поштовхомірів оцінюють ступінь рівності покриття за сумою стисків ресор автомобіля щодо кузова на одиницю довжини шляху (1 км).

Найбільше виробниче поширення одержали методи оцінки рівності

дорожніх покриттів із використанням триметрової рейки, пересувної багатоопорної рейки ПКР-4 і підсумкових поштовхомірів конструкції ХАДІ чи його модифікації ТХК-2.

### 3.2 Необхідне обладнання

Триметрова рейка для оцінки рівності дорожніх покриттів являє собою рівну металеву планку довжиною 3 м, (рис. 3.1), що розмічена фарбою чи іншим способом через 0,5 м. У комплект рейки входить металевий клин у вигляді прямокутного трикутника зі співвідношенням катетів 1:10 (розмір меншого катета 2 см) [1, 3, 5, 6].

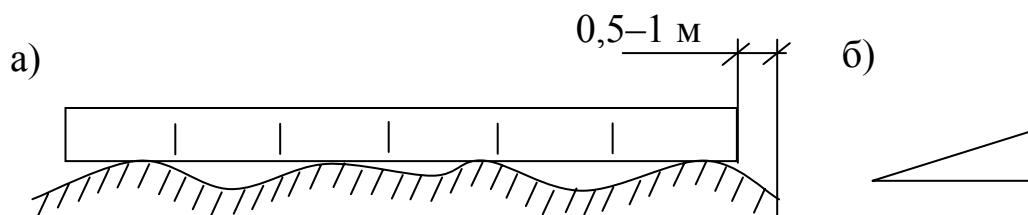


Рисунок 3.1 – Триметрова рейка (а) з клином (б)

Клин має розмітку вздовж більшого катета через 1 см, що дозволяє при встановленні в просвіт між покладеною на покриття рейкою й самим покриттям вимірювати величину просвіту з точністю до 1 мм.

### 3.3 Проведення випробувань

1. Попередньо, за візуальним оглядом, встановити ділянку дороги, на якій необхідно провести випробування на рівність.
2. Триметрову рейку покласти на дорожнє покриття на відстані 0,5–1 м від краю смуги руху та осі нерівності смуги накату.
3. Виміряти величину просвітів під рейкою в трьох створах на кожному пікеті, прикладаючи вимірний клин.
4. Результати вимірів рівності дорожнього покриття занести до журналу (таблиця 3.1). Показником ступеня рівності покриття є величини просвітів під рейкою у фіксованих п'яти точках, що розташовані на відстані 0,5 м від кінця рейки та одна від одної.
5. Підрахувати загальну суму просвітів визначеної величини та занести до таблиці 3.2.
6. Підрахувати кількість просвітів кожної величини у відсотках від загальної кількості просвітів (таблиця 3.2).
7. Отримані дані порівняти з нормативними (таблиця 3.5).
8. Виконати висновок про відповідність фактичної рівності дорожнього покриття існуючим вимогам (таблиця 3.4), у тому числі за міжнародним індексом рівності IRI (таблиця 3.3).

Таблиця 3.1 – Журнал виміру рівності покриття

Місце виміру				Кількість просвітів під 3-метровою рейкою, мм				
Кілометр	Пікет	Номер створу	Місце положення в поперечнику	3	3–5	5–7	7–10	10
		1	Ліва смуга Вісь Права смуга					
		2	Ліва смуга Вісь Права смуга					
		3	Ліва смуга Вісь Права смуга					
Разом просвітів під рейкою (на 1 км)								

Таблиця 3.2 – Обробка результатів виміру

Кілометр	Загальна сума просвітів	Кількість просвітів під рейкою у відсотках до загальної суми просвітів, мм					Висновок про відповідність рівності дорожнього покриття
		3	3–5	5–7	7–10	10	

Таблиця 3.3 – Міжнародні норми рівності

Міжнародний індекс рівності IRI, м/км	Оцінка	Характеристика стану покриття
< 1,5	відмінно	Дефекти покриття відсутні, потребує лише утримання
1,5 < 4,0	добре	У загалі дефектів немає, необхідно лише утримання й поточний ремонт
4,0 < 6,0	задовільно	Існують дефекти, терміново необхідна заміна покриття або його посилення
> 6,0	погано	Значні дефекти, дорожній одяг вийшов і виходить із ладу, необхідна реконструкція

Таблиця 3.4 – Допустимі відхилення за рівністю при вимірюванні 3-метровою рейкою

Оцінка	Кількість просвітів не більше 3 мм, %	Допустима кількість просвітів більше 5 мм, %	Максимально допустимий просвіт, мм
відмінно	95	1	7
добре	90	2	8
задовільно	80	5	10

Таблиця 3.5 – Контроль рівності за ДБН В 2.3-4:2007

Конструктивний елемент, вид робіт та контрольований параметр	Кількість і місце вимірювань та випробування під час операційного контролю	Допустимі відхилення
1	2	3
<b>Рівність (кількість просвітів під 3-метровою рейкою):</b>		
Основа й покриття з великоуламкових, піщаних, глинистих ґрунтів, відходів промисловості, що укріплені неорганічними та органічними в'язучими, основа та покриття із дьогтебетонних сумішей, чорного щебеню, щебенистих сумішей за методом просочення органічними в'язучими та методом змішування на дорозі	Не менше 150 вимірювань на 1 км по кожній смузі руху	Не більше 5 % результатів вимірювань можуть мати відхилення від проектних значень у межі до 15 мм, решта – до 7 мм
Щебенисті, гравійні та шлакові основи й покриття. Основа та покриття із щебеню, гравію та піщаного матеріалу, що оброблені органічними в'язучими	Не більше 150 вимірювань на 1 км по кожній смузі руху	Не більше 5 % результатів вимірювань можуть мати відхилення від проектних значень у межі до 20 мм, решта – до 10 мм
Асфальтобетонні та монолітні цементобетонні основи та покриття	Не більше 150 вимірювань на 1 км по кожній смузі руху	Не більше 5 % результатів вимірювань можуть мати відхилення від проектних значень у межі до 10 мм, решта – до 5 мм

Продовження таблиці 3.5

1	2	3
Різниця в рівні поверхні у швах монолітних цементобетонних покриттів	Не більше 150 вимірювань на 1 км по кожній смузі руху	Не більше 20 % результатів вимірювань можуть мати відхилення від проектних значень у межі до 10 мм, решта – до 3 мм
Перевищення граней суміжних плит збірних цементобетонних покриттів	Не більше 150 вимірювань на 1 км по кожній смузі руху	Не більше 20 % результатів вимірювань можуть мати відхилення від проектних значень у межі до 10 мм, решта – до 5 мм

### 3.4 Питання до захисту лабораторної роботи

1. Назвіть методи оцінки рівності дорожнього покриття автомобільної дороги. 2. Які прилади для визначення рівності дорожнього покриття, відносяться до першої групи? 3. Які прилади для визначення рівності дорожнього покриття відносяться до другої групи? 4. Якими приладами можна виміряти рівність покриття найбільш ефективно? 5. Розкажіть, як проводять випробування по встановленню рівності дорожнього покриття автомобільної дороги. 6. З якою метою визначають загальну кількість просвітів під приладом? 7. З чим порівнюють отримані фактичні дані? 8. Дайте характеристику міжнародному індексу рівності. 9. Як індекс IRI пов'язан з оцінкою рівності дорожнього покриття дороги? 10. З якою метою оцінюють рівність дорожнього покриття? 11. Які допустимі відхилення за рівністю можуть бути в дорожніх покриттях?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

ВИМІРЮВАННЯ ПОЗДОВЖНИХ ТА ПОПЕРЕЧНИХ ПОХИЛІВ  
ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

Мета роботи – вимірювання поздовжніх та поперечних похилів дорожнього покриття автомобільної дороги, використовуючи рейку дорожню універсальну КП-231.

## 4.1 Загальні відомості

Для визначення геометричних параметрів автомобільних доріг застосовують геодезичні прилади та інструменти, пересувні лабораторії, аерофотознімання й наземну стереофотограмметричну зйомку. При проведенні польових вимірювань застосовуються стандартні геодезичні прилади й інструменти, що дозволяють визначати параметри геометричних елементів із високою еталонною точністю [4–6, 10, 12].

Величина поперечного похилу може бути визначена нівелюванням або рейкою дорожньою універсальною КП-231.

Повинні бути знайдені відмітки всіх переломних точок поздовжнього профілю. На переломах поздовжнього профілю, що пом'якшені вертикальними кривими, для визначення радіуса цих кривих нівелюють відмітки осі дороги через 20–50 м і залежно від довжини кривої й плавності поздовжнього профілю існуючої дороги.

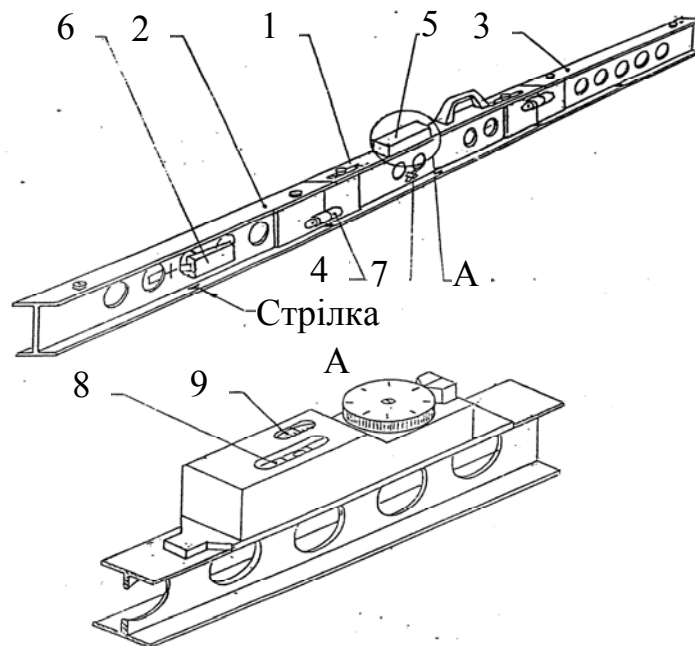
За отриманими результатами, при камеральній обробці, будується поздовжній профіль ділянки дороги, користуючись яким, обчислюють за перевищеннями величину поздовжніх похилів. На переломах поздовжнього профілю, розрахунковим шляхом або за допомогою шаблонів, визначають величину радіусів вертикальних кривих. При вимірах поздовжніх похилів, рух із зупинками не допускається. Оцінка поперечних похилів покриття проводиться по смугам руху. Величина поперечного похилу повинна змінюватись не більше, ніж на будівельну величину допущення, тобто  $\pm 10\%$ .

## 4.2 Необхідне обладнання

Рейка дорожня універсальна КП-231 (рис. 4.1) призначена для вимірювання поздовжніх і поперечних похилів дорожніх покриттів і узбіччя, нерівностей основи й покриттів автомобільних доріг, визначення крутизни закладання укосів, насипів і виїмок.

Рейка КП-231 складається з трьох двотаврових алюмінієвих балок: середньої 1 і двох крайніх 2 та 3, що з'єднуються за допомогою стяжних

замків 4. Рейки комплектуються зйомним вимірювальним блоком 5, клиновим промірювачем 6 і спеціальним ключем 7.



1 – середня балка; 2, 3 – крайні балки; 4 – стяжні замки; 5 – блок вимірювання; 6 – промірювач; 7 – ключ; 8 – похиломір; 9 – екліметр

Рисунок 5.1 – Рейка дорожня універсальна КП-231

Блок вимірювання рейки КП-231 складається з похиломіру 8 й екліметра 9, що розташовані в єдиному пилозахисному корпусі.

Похиломір – прилад для точного визначення похилу поверхні відносно горизонту. Представляє собою механізм зі змінюваним відносно горизонту положенням ампули рівня, за допомогою якої проводиться відлік показань похилу після установки ампули в горизонтальне положення. Вимір береться в проміле (1 ‰ відповідає похилу 1:1000).

Екліметр – прилад для наближеного визначення похилу поверхонь щодо горизонту. Представляє собою диск, що вільно обертається на осі, зі зміщеним від осі центром тяжіння. На циліндровій поверхні диска нанесені риски й відповідні ним значення похилів (1:1; 1:1,5; 1:2; 1:3; 1:5).

Вимірювальні блоки рейок не є взаємозамінними елементами. У процесі виробництва їх остаточне регулювання й калібрування проводиться в складі комплекту з рейкою.

### 4.3 Проведення випробувань

1. Витягнути рейку з чохла.

2. Провести стиковку балок рейки. Для цього необхідно вставити циліндрові пальці крайніх балок у відповідні гнізда середньої балки й зафіксувати їх за допомогою різьбових шпильок, використовуючи



наявний у комплекті спеціальний ключ.

3. Зняти клиновий промірвач з бокової поверхні балки.

4. Провести не менше трьох вимірювань поздовжнього та поперечного похилів дороги за наступною схемою:

– прикласти рейку робочою поверхнею до дорожнього полотна дороги або до узбіччя;

– поворотом диска похиломіра встановити рівень у нульове положення;

– провести відлік за шкалою похиломіра.

5. Дані вимірювання занести до журналу вимірів (таблиця 4.1).

6. Отримані дані порівняти з нормативними значеннями похилів таблиць 4.2 та 4.3.

7. Виконати висновок. За отриманими даними встановити можливу швидкість руху транспортних засобів на ділянці дороги (таблиця 4.4).

8. Виконати висновок. Встановити параметри контролю якості в залежності відхилення від норми (таблиця 4.5).

Таблиця 4.1 – Журнал вимірів

№ виміру	Елементи дорожньої конструкції	Похил		Проектні дані	Допустима помилка вимірів	Відповідність вимогам нормативів	Можлива швидкість руху
		поздовжній	поперечний				

Таблиця 4.2 – Нормативні значення похилів покриття

Тип покриття	Похил проїзної частини, ‰
Асфальтобетонне, цементобетонне	25
Гравійне, щебеневе	25–30
Ґрунтове укріплене в'язучим	30–40
Ґрунтове з місцевих матеріалів	30–40
Бруківка, бруківка з колотого каменю	30–40

Таблиця 4.3 – Нормативні значення похилів узбіч

Тип укріплення узбіччя	Похил узбіччя, ‰
В'язучим	30–40
Ґравієм, щебенем	40–60
Засівом трав або дерном	50–60

Таблиця 4.4 – Залежність швидкості руху від похилів

Найменування елементів	Розрахункова швидкість, км/год									
	150	140	120	110	100	90	80	60	50	30
Поздовжній похил, ‰	30	35	40	45	50	55	60	70	80	100
Радіус кривої в плані, м	1200	1100	800	700	600	450	300	150	100	30

Таблиця 4.5 – Параметри контролю якості

Конструктивний елемент, вид робіт і параметр, що контролюється	Кількість і місце вимірів і випробувань під час операційного контролю	Допустиме відхилення
Поперечний похил узбіччя	Не менше одного виміру на 100 м	Не більше 10 % результатів вимірів можуть мати відхилення від проектних значень у межах від -10 ‰ до +15 ‰, решта – до ±5 ‰
Крутизна укосу	Не менше двох вимірів з обох сторін насипу або виїмки через кожні 100 м	Не більше 10 % результатів вимірів можуть мати відхилення від проектних значень у бік зменшення крутизни в межах до 10 ‰, решта – до 5 ‰
Висотні відмітки покриття	Не менше одного виміру на 100 м	Не більше 10 % результатів вимірів можуть мати відхилення від проектних значень у межах ±25 мм, решта – ±10 мм
Поперечний похил покриття	Не менше одного виміру на 100 м	Не більше 10 % результатів вимірів можуть мати відхилення від проектних значень у межах від -10 ‰ до +15 ‰, решта – до ±5 ‰

#### 4.4 Питання до захисту лабораторної роботи

1. Якими приладами виконують вимірювання поздовжнього та поперечного похилу дорожнього покриття? 2. З якою метою проводять камеральну обробку результатів? 3. На яких ділянках доріг проводять оцінку похилів дорожнього покриття автомобільної дороги? 4. Розкажіть принцип дії та застосування рейки дорожньої універсальної КП-231. 5. Розгляньте залежність швидкості руху транспорту від похилів дорожнього покриття. 6. Як встановлюють відповідність параметрів похилів до нормованих даних? 7. Розгляньте похили покриття від типу покриття. 8. Розгляньте похил узбіччя від типу укріплення узбіччя.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

### ВИЗНАЧЕННЯ ШОРСТКОСТІ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ МЕТОДОМ «ПІЩАНОЇ ПЛЯМИ»

Мета роботи – визначення шорсткості дорожнього покриття методом «піщаної плями», використовуючи пристрої й засоби вимірювання.

#### 5.1 Загальні відомості

Шорсткість поверхні покриття – це сукупність нерівностей реальної дорожньої поверхні, відстань між вершинами яких не перевищує 40 мм [8].

Згідно з ГСТУ 218.02070915-102-2003 для визначення шорсткості поверхні покриття використовують два методи [3]:

- визначення параметрів шорсткості профільним методом;
- визначення середньої глибини впадин шорсткості методом «піщаної плями».

Сутність методу піщаної плями полягає у визначенні середньої глибини впадин шорсткості  $h_{CP}$  за розмірами піщаної плями, яка утворюється на поверхні покриття після розрівнювання на ній певного об'єму піску.

Реалізація методу «піщана пляма» потребує ретельного вибору ділянок, місць і точок для вимірювання.

Ділянка вимірювань – це ділянка дороги, яка характеризується однорідністю параметрів шорсткості поверхні покриття, які приймаються згідно з [3].

Місце вимірювань – це частина площі покриття на якому проводиться оцінка шорсткості поверхні під час однієї стоянки автомобіля – ходової лабораторії.

Точка вимірювань – це положення вимірювального засобу в межах одного й того самого місця вимірювання.

Виступ шорсткості поверхні покриття – це ділянка профілю, що розміщена між двома сусідніми локальними мінімумами профілю. Виступ шорсткості поверхні покриття показано на рисунку 5.1.

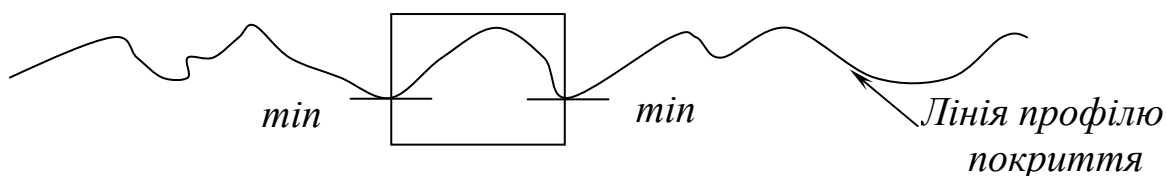


Рисунок 5.1 – Виступи шорсткості покриття

Заглиблення шорсткості поверхні покриття – це ділянка профілю, що розміщена між двома сусідніми локальними максимумами профілю. Заглиблення шорсткості поверхні покриття показано на рисунку 5.2.

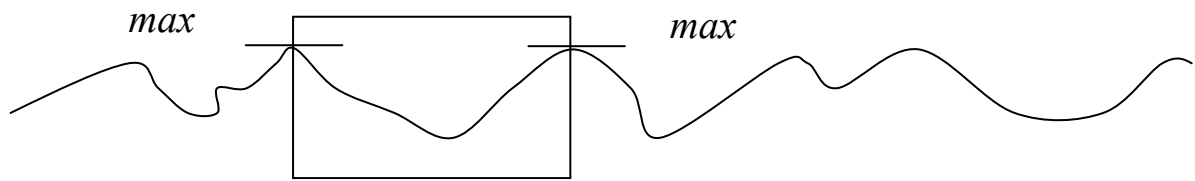


Рисунок 5.2 – Заглиблення шорсткості покриття

Лінія виступів профілю поверхні покриття – це пряма, що проходить через дві найвищі вершини виступів профілю. Лінію виступів профілю поверхні покриття показано на рисунку 5.3.

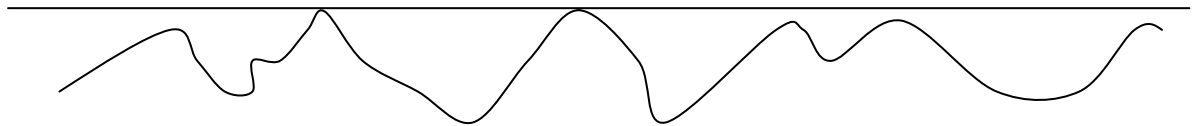


Рисунок 5.3 – Лінія виступів профілю покриття

Лінія заглиблень профілю поверхні покриття – це пряма, що проходить через найнижчу точку профілю, паралельно лінії виступів. Лінію заглиблень профілю поверхні покриття показано на рисунку 5.4.



Рисунок 5.4 – Лінія заглиблень профілю покриття

Метод піщаної плями може використовуватись для визначення параметра  $h_{CP}$  тільки крупношорстких та середньшорстких поверхонь у випадках неможливості застосування профільного методу. При цьому вимірювальна поверхня покриття повинна бути сухою.

Від типу покриття, між середньою глибиною  $h_{CP}$  впадин шорсткості та коефіцієнтом зчеплення  $\phi$ , існує залежність. На підставі якої визначається коефіцієнт зчеплення колеса автомобіля з дорожнім покриттям. Враховуючи коефіцієнт зчеплення, характеристики ділянок дороги, встановлюють умови руху транспортних засобів відповідно до ДСТУ В.2.3-4:2007 [12], на підставі яких роблять відповідні висновки.

## 5.2 Необхідне обладнання

При використанні методу «піщаної плями» застосовують:

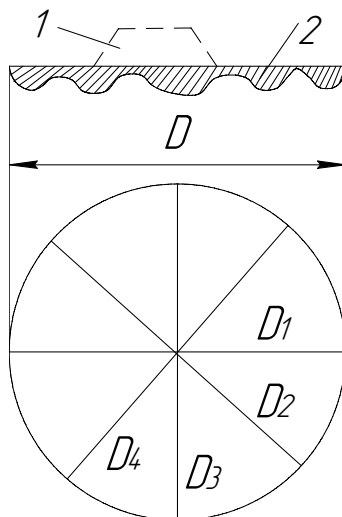
- мірний циліндр, який повинен мати об'єм не менше  $100 \text{ см}^3$  і ціну поділки шкали вимірювання об'єму не менше  $1 \text{ см}^3$ ;
- пісок фракцій  $0,071\text{--}0,14 \text{ мм}$ ;
- вимірювальні лінійки, верхня межа яких складає  $30 \text{ см}$ ;
- плоский диск для розрівнювання піску, діаметром  $15 \pm 1 \text{ см}$  із рукояткою, нижня поверхня якого вкрита гумою.

## 5.3 Проведення випробувань

1. Перед проведенням вимірювань поверхня покриття очищається від пилу, бруду та піску за допомогою щітки.

2. У мірний циліндр набирають пісок, об'єм якого при вимірюваннях на крупношорстких поверхнях повинен бути не менше  $90 \text{ см}^3$ , на середньошорстких –  $50 \text{ см}^3$ . Об'єм піску  $V$  визначають за шкалою вимірювання об'єму з точністю до  $1 \text{ см}^3$  і записують у таблицю 5.1.

3. Пісок висипають на поверхню й розподіляють диском чи лінійкою врівень із вершинами виступів шорсткості, щоб утворилася пляма формою кола, як показано на рисунку 5.5. Якщо діаметр кола виявляється великим (більше  $30 \text{ см}$ ), об'єм піску дозволяється зменшити.



- 1 – гірка піску до розрівнювання; 2 – пісок після розрівнювання;  
 $D$  – середній діаметр кола, см;  $D_1\text{--}D_4$  – діаметр кола при чотирьох взаємо-перпендикулярних напрямках  
 Рисунок 5.5 – Метод «піщана пляма»

4. За допомогою вимірювальної лінійки вимірюють чотири значення діаметра плями з похибкою  $\pm 5 \text{ мм}$ .

5. За формулою (5.1) обчислюють середнє арифметичне значення діаметра  $D$ .

$$D = \frac{D_1 + D_2 + D_3 + D_4}{4}, \text{ (см)}. \quad (5.1)$$

6. Визначають площу піщаної плями за формулою

$$S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \text{ (см}^2\text{)}. \quad (5.2)$$

7. Середню глибину впадини шорсткості визначають за формулою

$$h_{CP} = \frac{V}{S}, \text{ (мм)}. \quad (5.3)$$

8. Випробування проводять не менш трьох разів.

9. Отримані розрахунки занести до таблиці 5.1.

10. Зробити висновки по шорсткості покриття за глибиною впадин шорсткості дорожнього покриття.

11. За таблицею 5.2 встановити залежність коефіцієнта зчеплення від середньої глибини впадини шорсткості покриття.

Таблиця 5.1 – Результати роботи

№ з/п	Тип покриття	Фракція піску, мм	$V, \text{ см}^3$	$D, \text{ см}$	$S, \text{ см}^2$	$h_{CP}, \text{ мм}$	Коефіцієнт зчеплення, $\phi$

Таблиця 5.2 – Залежність коефіцієнта  $\phi$  від величини  $h_{CP}$

$h_{CP}$	0,25	0,50	0,75	1,0	1,25	1,50	2,0	2,50
$\phi$	0,30	0,33	0,36	0,39	0,41	0,44	0,47	0,50

#### 5.4 Питання до захисту лабораторної роботи

1. Як оцінюють шорсткість поверхні дорожнього покриття?
2. Надайте характеристику шорсткості поверхні дорожнього покриття дороги.
3. Розгляньте методи визначення шорсткості поверхні покриття автомобільної дороги.
4. У чому полягає суть методу піщаної плями?
5. Надайте характеристику виступам та заглибленням шорсткості дорожнього покриття.
6. Де знаходиться лінія виступів профілю покриття?
7. Де знаходиться лінія заглиблень профілю покриття?
8. Яким приладом визначають шорсткість дорожнього покриття?
9. Розгляньте залежність коефіцієнта зчеплення від шорсткості дорожнього покриття.
10. Коли дорожній одяг вважають міцним?
11. Розгляньте послідовність виконання випробувань по вимірюванню шорсткості поверхні покриття.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6

ОТРИМАННЯ ДАНИХ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ  
«РАДІУС КРИВОЇ» АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

Мета роботи – отримання даних для розрахунку «радіус кривої» автомобільної дороги, використовуючи прилад КП-232.

## 6.1 Загальні відомості

Необхідність виміру параметрів геометричних елементів автомобільних доріг виникає при первинних обстеженнях, уточненні паспортних даних дороги до та після проведення ремонтних робіт, а також при оцінці транспортно-експлуатаційних властивостей дороги.

У процесі польових вимірювань відновлюють вісь дороги, визначають ширину проїзної частини та узбіччя, поздовжні й поперечні похили, радіуси кривих у плані й поздовжньому профілі, висоту насипу й глибину виїмки, закладання відкосів та інші параметри [1, 5–7, 12].

Радіус існуючої кривої можна встановити наступними методами:

- визначення радіуса кривої за довжиною кривої та кутом повороту;
- визначення радіуса кривої за хордою;
- визначення радіуса кривої за бісектрисою;
- визначення радіуса кривої приладом КП-232.

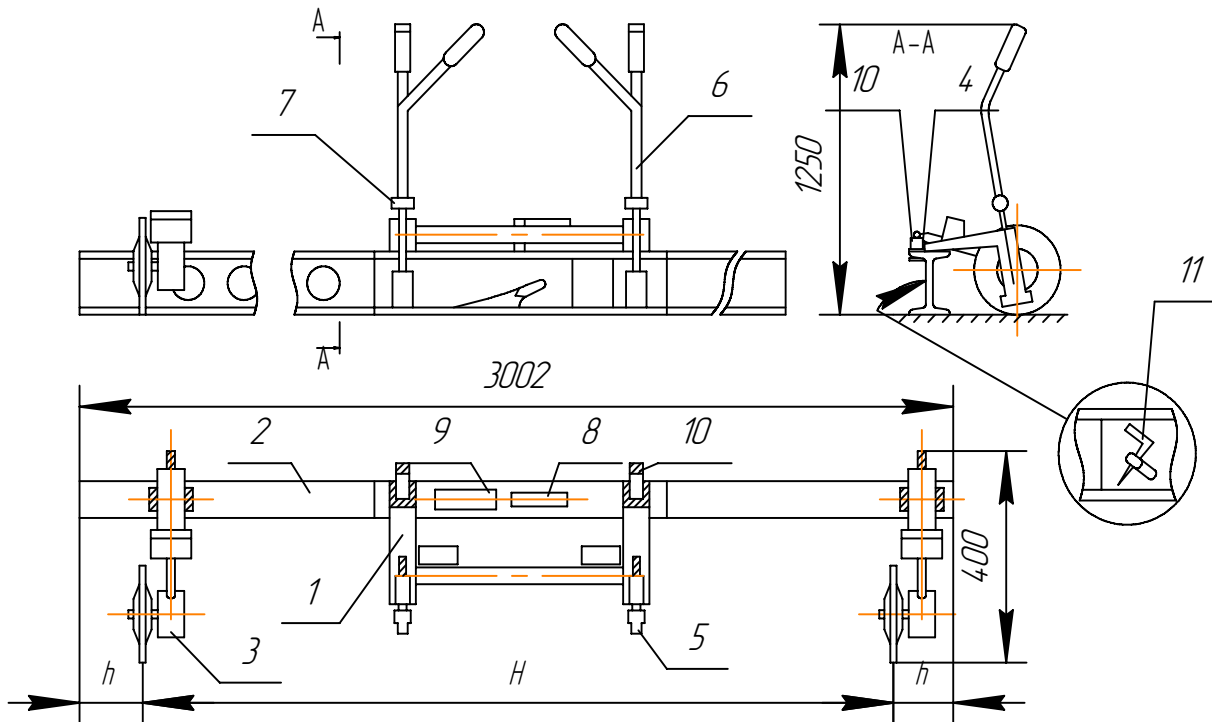
## 6.2 Необхідне обладнання

Пристрій для контролю геометричних параметрів автомобільної дороги КП-232 наведено на рисунку 6.1.

Механізм транспортування складається з основи 1, двох поворотних коліс 5, двох шарнірних замків 4 для кріплення рейки 2, знімних ручок 6 із клемними затискачами 7. Знімні ручки 6 можна повернути на 90 градусів для зміни напрямку переміщення пристрою.

Рейка 2 закріплюється на механізм транспортування 1 двома шарнірними замками 4. На верхній площині середньої балки-рейки 2 розташовано знімний вимірювальний блок 9 із приладами для вимірювання похилів і визначення крутизни закладання укосів. Рейка може застосовуватися як у складі пристрою, так і автономно.

Два курвіметри 3 закріплено на рейці 2 на відстані  $H$  один від одного (рекомендована відстань – від 2 до 3 м) і на відстанях  $h$  від бічних граней рейки (рекомендована відстань – 0,35 м). Курвіметри застосовують для отримання даних для розрахунку «радіуса кривої» автомобільної дороги. Можуть використовуватися як у складі приладу, так і автономно.



- 1 – механізм транспортування; 2 – рейка дорожня універсальна КП-231;  
 3 – курвіметр польовий КП-232; 4 – замок шарнірний; 5 – колесо механізму транспортування; 6 – ручка знімна; 7 – затиск клемний;  
 8 – ручки для перенесення рейки; 9 – вимірювальний блок рейки;  
 10 – гвинт; 11 – ключ

Рисунок 6.1 – Зовнішній вигляд приладу в робочому стані

### 6.3 Проведення випробувань

1. Установити прилад на дорожнє покриття в місці початку вимірювань (початок «кривої») так, щоб рейка розташовувалася перпендикулярно кромці проїзної частини осі дороги), а одне з коліс курвіметрів знаходилось на осьовій розмітці.

2. Перевірити показання індикаторів курвіметрів. Якщо показання, відмінні від «000,00», провести обнуління показів.

3. Взяти прилад за ручки та, нахиливши на себе, підняти рейку над дорожнім покриттям на 50 мм. Перемістити прилад перпендикулярно осі дороги від початку до кінця «кривої» так, щоб одне з коліс курвіметрів котилося точно по осьовій розмітці. Швидкість переміщення приладу повинна складати не більше 6 км/год.

4. Після завершення вимірювань, розташувати прилад перпендикулярно кромці проїзної частини та зняти покази курвіметрів.

5. Провести розрахунок «радіуса кривої»  $R$  за формулою



$$R = \frac{H \cdot L_{BH}}{L_3 - L_{BH}}, \text{ (м)}, \quad (6.1)$$

де  $H$  – фактична відстань між центральними площинами обертання коліс курвіметрів, м;

$L_{BH}$  – довжина шляху, що пройдена колесом курвіметра за меншим (внутрішнім) радіусом, м;

$L_3$  – довжина шляху, що пройдена колесом курвіметра за більшим (зовнішнім) радіусом, м.

6. У разі відсутності на дорозі розмітки прилад необхідно розташувати так, щоб торець рейки знаходився точно над внутрішньою кромкою проїзної частини. Виконати дії за пунктами 2–4, з переміщенням приладу перпендикулярно кромці проїзної частини, таким чином, щоб торець рейки постійно знаходився над внутрішньою кромкою.

7. Провести розрахунок «радіуса кривої»  $R$  за формулою

$$R = \left( \frac{H \cdot L_{BH}}{L_3 - L_{BH}} - h \right) + 0,5 \cdot B, \text{ (м)}, \quad (6.2)$$

де  $H$  – фактична відстань між центральними площинами обертання коліс курвіметрів, м;

$L_{BH}$  – довжина шляху, що пройдена колесом курвіметра за меншим (внутрішнім) радіусом, м;

$L_3$  – довжина шляху, що пройдена колесом курвіметра за більшим (зовнішнім) радіусом, м;

$h$  – відстань від торця рейки, що знаходиться над внутрішньою кромкою проїзної частини, до центральної площини обертання колеса найближчого до торця курвіметра, м;

$B$  – ширина проїзної частини, м.

8. Усі отримані та розраховані дані занести до таблиці 6.1.

9. Висновок. За отриманими даними встановити можливу швидкість руху транспортних засобів та відстані видимості на даній ділянці дороги. Для визначення швидкості руху та відстані видимості необхідно використовувати таблиці 6.2 та 6.3.

Таблиця 6.1 – Дані вимірів «радіуса кривої»

№ виміру	Початок кривої	Кінець кривої	Радіус кривої, $R$ , м	Розрахункова швидкість, км/год	Відстань видимості, м

Таблиця 6.2 – Залежність швидкості руху від радіуса кривих

Найменування елементів	Розрахункова швидкість, км/год									
	150	140	120	110	100	90	80	60	50	30
Найбільший поздовжній похил, ‰	30	35	40	45	50	55	60	70	80	100
Найменший радіус кривої в плані, м	1200	1100	800	700	600	450	300	150	100	30
Найменший радіус кривої в поздовжньому профілі, м										
– опуклої;	30000	25000	15000	12500	10000	7500	5000	2500	1500	600
– увігнутої	8000	7000	5000	4000	3000	2500	2000	1500	1200	600
Найменша відстань видимості, м										
– для зупинки автомобіля;	300	300	250	225	200	175	150	85	75	45
– для зустрічного автомобіля	–	–	450	400	350	300	250	170	130	90

Таблиця 6.3 – Зменшення поздовжніх похилів на кривих у плані

Радіус кривої в плані, м	50	45	40	35	30
Зменшення найбільших поздовжніх похилів не менше, ‰	10	15	20	25	30

#### 6.4 Питання до захисту лабораторної роботи

1. За якими методами встановлюють радіус кривої? 2. Розкажіть принцип дії приладу КП-232. 3. Які дані необхідні для проведення розрахунку «радіуса кривої» при наявності дорожньої розмітки? 4. Які дані необхідні для проведення розрахунку «радіуса кривої» при відсутності на дорозі дорожньої розмітки? 5. Розгляньте залежність швидкості руху від радіуса кривої. 6. З яких елементів складається прилад КП-232? 7. Як можна провести розрахунок «радіус кривої»? 8. Розгляньте вплив радіуса кривої на швидкість руху транспортних засобів на автомобільних дорогах.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

### ОБЛІК ІНТЕНСИВНОСТІ РУХУ

Мета роботи – проведення обліку інтенсивності руху на ділянці дороги та встановлення за коефіцієнтами годинної нерівномірності погодинну інтенсивність руху.

#### 7.1 Загальні відомості

Для розробки ефективних заходів щодо підвищення транспортно-експлуатаційних якостей автодоріг велике значення має наявність даних про інтенсивність та склад руху автомобільного транспорту, що є основою для розробки заходів, що спрямовані як на підвищення міцності дорожнього одягу, так і на забезпечення зручності й безпеки руху [1, 5, 6].

Відповідно до існуючої інтенсивності руху призначаються геометричні параметри дороги, тобто встановлюється категорія. За відомим складом руху транспорту визначають навантаження на дану дорогу, регламентуючи мінімально допустимий модуль пружності дорожнього одягу для даної категорії дороги.

Особливу увагу при зборі даних про інтенсивність руху приділяють правильності вибору місць розташування облікових пунктів. Для цього на основі короткочасних спостережень виявляють місця можливої зміни інтенсивності та складу руху. Такими місцями можуть бути: початок і кінець дороги, найбільш великі населені пункти, місця відпочинку, примикання доріг і перетинання з дорогами, категорія яких не нижче категорії ділянки обстеження.

У залежності від інтенсивності руху облік ведуть безперервно прямим підрахунком по 16–20 годин протягом 1–2 діб в один із днів у середині тижня (вівторок, середа чи четвер) у другому, чи третьому тижні місяця. Інтенсивність визначають для кожного напрямку руху з розподілом на групи: легкові автомобілі, вантажні автомобілі, автобуси, мотоцикли, автопотяги та інше. У процесі робіт беруть до уваги марку й вантажопідйомність машин. Автобуси враховуються відповідно до вантажопідйомності базової машини [1, 5, 6].

#### 7.2 Необхідне обладнання

Для підрахунку інтенсивності руху транспортних засобів при візуальному спостереженні необхідно мати: ручку та картку обліку інтенсивності руху (додаток А, таблиця А.1). Подальший облік інтенсивності проводять у лабораторії, використовуючи калькулятор.

### 7.3 Проведення випробувань

1. Візуально встановити місце зміни інтенсивності та складу руху транспортних засобів. Облік проводити погодинно.

2. Визначити інтенсивність для кожного напрямку руху з розподілом на групи. Отримані дані занести до картки обліку інтенсивності руху (додаток А, таблиця А.1). Стовпець  $N_o$  – є основним для визначення фактичної й наведеної до легкового автомобіля інтенсивності руху, а також для розрахунку наведеного навантаження на автомобільну дорогу. Розрахунок наведеної інтенсивності руху та навантаження виконуємо за формулами:

$$N_{лег} = \sum_{i=1}^n K_{л.і} \cdot N_{oi}; \text{ (авт/добу)}, \quad (7.1)$$

$$N_{лег} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^n K_{н.і} \cdot N_{oi}, \text{ (авт/добу)}, \quad (7.2)$$

де  $N_{лег}$  – інтенсивність руху автомобілів наведена до легкового автомобіля, авт/добу;

$N_{oi}$  – наведене навантаження на одну смугу руху;

$K_{л.і}$  – коефіцієнт наведення інтенсивності руху до легкового автомобіля (додаток А, таблиця А.2);

$K_{н.і}$  – коефіцієнт наведення навантаження (додаток А, таблиця А.2);

$m$  – кількість смуг руху.

3. За даними обліку (додаток А, таблиця А.1) накреслити графік розподілу інтенсивності руху (рис. 7.1) та діаграму складу транспортного потоку (рис. 7.2).

4. За коефіцієнтами годинної нерівномірності руху (таблиця 7.1) визначити погодинну інтенсивність руху  $N_{II}$ , підрахувати її за добу. Погодинну інтенсивність руху  $N_{II}$  визначають за формулою

$$N_{II} = \frac{N_{\phi} \cdot K_i}{K_{\phi}}, \text{ (авт/год)}, \quad (7.3)$$

де  $N_{\phi}$  – годинна інтенсивність руху, за спостереженням, авт/год;

$K_i$  – коефіцієнт годинної нерівномірності руху для  $i$ -ї години;

$K_{\phi}$  – коефіцієнт годинної нерівномірності руху для години спостережень.

$N$ , авт/добу

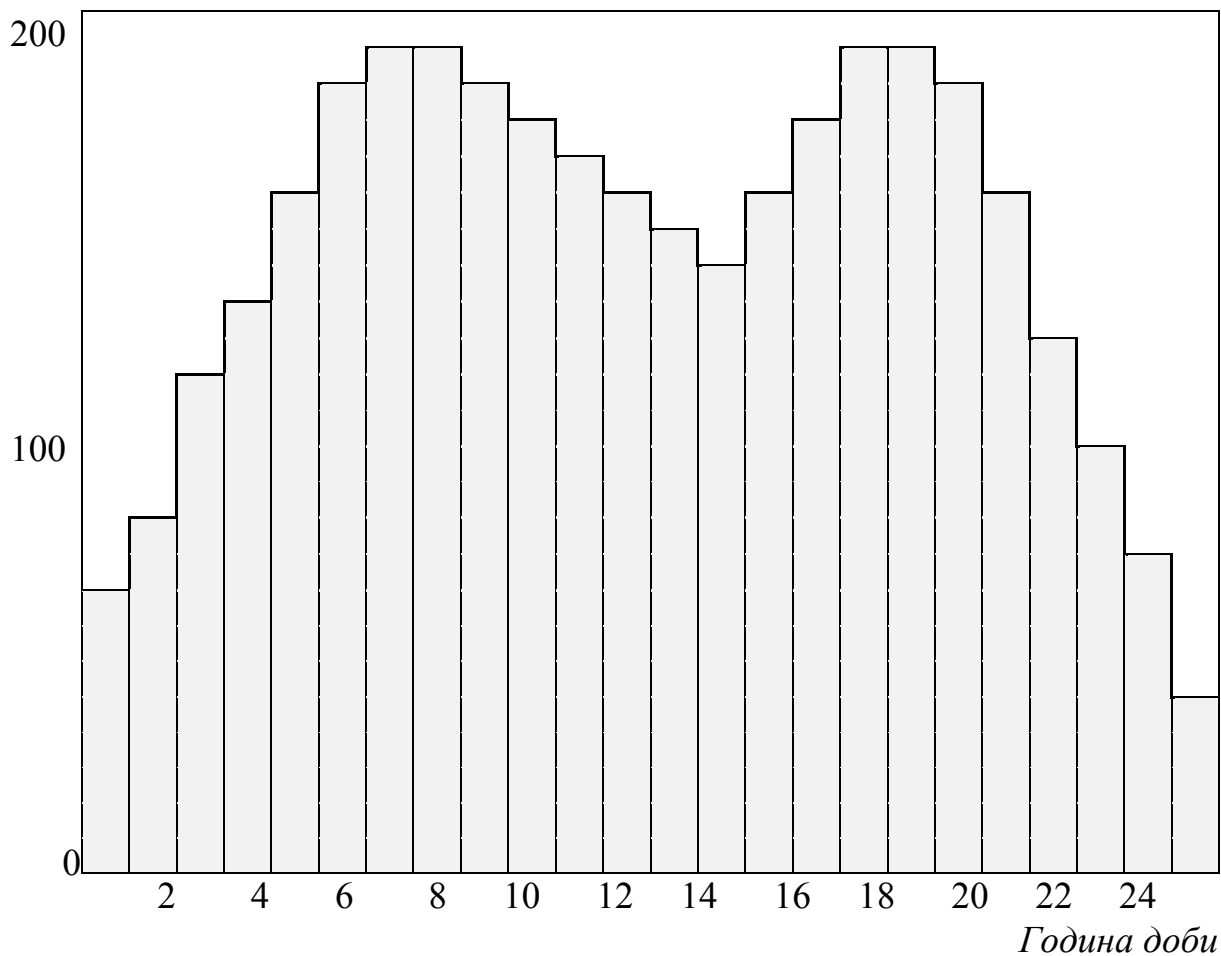
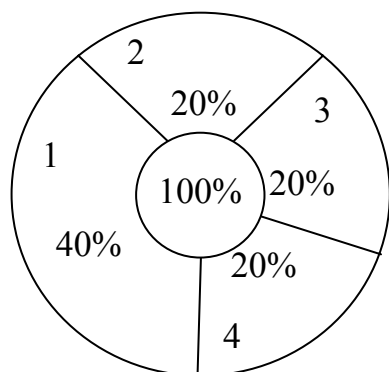


Рисунок 7.1 – Графік розподілу інтенсивності руху



- 1 – легкові автомобілі;
- 2 – вантажні автомобілі до 2 т;
- 3 – вантажні автомобілі до 6 т;
- 4 – автопотяги до 12 т.

Рисунок 7.2 – Діаграма складу транспортного потоку

Таблиця 7.1 – Коефіцієнти годинної нерівномірності руху

Коефіцієнти годинної нерівномірності руху транспортних засобів			
$K_1 = 0,26$	$K_7 = 0,80$	$K_{13} = 1,66$	$K_{19} = 1,68$
$K_2 = 0,19$	$K_8 = 1,26$	$K_{14} = 1,21$	$K_{20} = 1,28$
$K_3 = 0,10$	$K_9 = 1,60$	$K_{15} = 1,32$	$K_{21} = 1,10$
$K_4 = 0,06$	$K_{10} = 1,50$	$K_{16} = 1,64$	$K_{22} = 0,80$
$K_5 = 0,04$	$K_{11} = 1,50$	$K_{17} = 1,68$	$K_{23} = 0,42$
$K_6 = 0,07$	$K_{12} = 1,65$	$K_{18} = 1,88$	$K_{24} = 0,30$

5. Визначити сумарну інтенсивність руху  $N_C$  за декілька годин за формулою

$$N_C = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{N_{i\phi} \cdot K_{ip}}{K_{i\phi}}, \text{ (авт/добу)}, \quad (7.4)$$

де  $N_{i\phi}$  – інтенсивність руху в  $i$ -ту годину, авт/год;

$K_{ip}$  – коефіцієнт годинної нерівномірності руху в  $i$ -ту годину;

$K_{i\phi}$  – коефіцієнт годинної нерівномірності руху в годину спостережень;

$n$  – кількість годин обліку руху, год.

6. Висновок. Виконати короткочасний прогноз перспективної інтенсивності руху на  $n$  років експлуатації дороги. Для розрахунку перспективної інтенсивності руху на  $n$  років використовують формулу:

$$N_t = N_C(1 + P)^{n-1}, \text{ (авт/добу)}, \quad (7.5)$$

де  $N_t$  – перспективна інтенсивність руху транспортних засобів, авт/добу;

$N_C$  – сумарна фактична інтенсивність руху транспортних засобів за добу, авт/добу;

$n$  – кількість років до терміну перспективи, додаток А таблиця А.3;

$P$  – прийнятий темп приросту інтенсивності руху, додаток А, таблиця А.3.

#### 7.4 Питання до захисту лабораторної роботи

1. З якою метою проводять збір даних інтенсивності руху транспортних засобів? 2. Розкажіть послідовність проведення обліку інтенсивності руху транспортних засобів на ділянці дороги. 3. Для чого необхідно заповнювати таблицю А.1 додатка А? 4. З яких даних складається графік розподілу інтенсивності руху транспортних засобів? 5. Що відображає діаграма складу транспортного потоку? 6. Які дані необхідні для розрахунку погодинної інтенсивності руху транспортних засобів? 7. Як впливає коефіцієнт годинної нерівномірності на погодинну інтенсивність руху? 8. З якою метою виконують прогноз перспективної інтенсивності руху?

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Савенко В. Я. Транспортно-експлуатаційні властивості автомобільних доріг: навчальний посібник / В. Я. Савенко, В. В. Губа. – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2011. – 229 с.
2. Немчинов М. В. Сцепные качества дорожных покрытий и безопасность движения автомобилей / М. В. Немчинов. – М.: Транспорт, 1985. – 231 с.
3. Автомобільні дороги. Визначення транспортно-експлуатаційних показників дорожніх покриттів. Методи та засоби: ГСТУ 218.02070915-102-2003. – [Чинний від 2003-07-01]. – К.: Укравтодор, 2003. – 38 с. (Галузевий стандарт України).
4. Васильев А. П. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения / А. П. Васильев, В. М. Сиденко. – М.: Транспорт, 1990. – 304 с.
5. Васильев А. П. Эксплуатация автомобильных дорог / А. П. Васильев. – М.: Издательский цент «Академия», 2011. – 320 с.
6. Білятинський О. А. Проектування капітального ремонту і реконструкції доріг: підручник / О. А. Білятинський, В. П. Старовойда. – К.: Вища освіта, 2003. – 343 с.
7. Сиденко В. М. Автомобильные дороги (совершенствование методов проектирования и строительства) / В. М. Сиденко, О. Т. Батраков и др. – К.: Будівельник, 1973. – 278 с.
8. Дорожні покриття. Методи вимірювання зчпних якостей: ДСТУ Б.В.2.3.-8-2003. – [Чинний від 2003-09-07]. – К.: Держбуд, 2003. – 15 с. – (Державний стандарт України).
9. Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу: ВБН В.2.3-218-186-2004. – [Чинний від 2004-10-15]. – К.: Державна служба автомобільних доріг України «УКРАВТОДОР», 2004. – 176 с. – (Відомчі будівельні норми України).
10. Споруди транспорту. Вулиці та дороги населених пунктів: ДБН В.2.3-5-2001. – [Чинний від 2001-02-12]. – К.: Держбуд України 2001. – 50 с. – (Державні будівельні норми).
11. Гончаренко Ф. П. Експлуатаційне утримання та ремонт автомобільних доріг за складних погодних та екологічних умов: навчальний посібник / Ф. П. Гончаренко, Є. Д. Прусенко, В. Ф. Скорчено. – К.; 1999. – 264 с.
12. Споруди транспорту. Автомобільні дороги: ДБН В.2.3-4:2007. – [Чинний від 2008-03-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 86 с. – (Державні будівельні норми).

## ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Карта обліку інтенсивності та складу руху автомобільного транспорту

№	Автомобілі	Час доби, година																								Разом
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
1	Мотоцикли																									
2	Мотоцикли з коляскою																									
3	Легкові																									
4	Вантажні до 2 т																									
5	Вантажні до 6 т																									
6	Вантажні до 8 т																									
7	Вантажні до 14 т																									
8	Вантажні більше 14 т																									
9	Автопоїязи до 12 т																									
10	Автопоїязи до 20 т																									
11	Автопоїязи до 30 т																									
12	Автопоїязи більше 30 т																									
13	Разом																									



Таблиця А.2 – Розрахунок фактичної та перспективної інтенсивності руху та приведеного навантаження на дорожній одяг при  $n =$  та  $P =$

№	Автомобілі	Коефіцієнти приведеної інтенсивності до легкового автомобілю, $K_L$	Коефіцієнти приведення навантаження, $K_H$	Фактична, авт/добу			Перспективна, авт/добу		
				$N_0$	Приведена до легкового автомобіля	Приведене навантаження	$N_t$	Приведена до легкового автомобіля	Приведене навантаження
1	Мотоцикли	0,5	0						
2	Мотоцикли з коляскою	0,75	0						
3	Легкові	1,0	0						
4	Вантажні до 2 т	1,05	0,04						
5	Вантажні до 6 т	2,0	0,36						
6	Вантажні до 8 т	2,5	1,04						
7	Вантажні до 14 т	3,0	2,34						
8	Вантажні більше 14 т	3,5	4,21						
9	Автопотяги до 12 т	3,5	2,44						
10	Автопотяги до 20 т	4,0	3,67						
11	Автопотяги до 30 т	5,0	4,43						
12	Автопотяги більше 30 т	6,0	5,22						

Таблиця А.3 – Величини  $n$  та  $P$ 

Передостання цифра залікової книжки студента	Параметри	Остання цифра залікової книжки студента									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	$n$		5	6	7	8	9	10	5	6	7
	$P$		0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13
1	$n$	8	9	10	5	6	7	8	9	10	5
	$P$	0,14	0,15	0,16	0,17	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10
2	$n$	6	7	8	9	10	5	6	7	8	9
	$P$	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,05	0,06	0,07

ЕЛЕКТРОННЕ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

Губа Вікторія Вікторівна

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ  
ІЗ ДИСЦИПЛІНИ «ТРАНСПОРТНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ  
ВЛАСТИВОСТІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ»  
(ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 7.06010105  
«АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ І АЕРОДРОМИ»)**

Підписано до випуску .2012 р. Гарнітура Times New.  
Умов. друк. арк. . Зам. № .

---

Державний вищий навчальний заклад  
«Донецький національний технічний університет»  
Автомобільно-дорожній інститут  
84646, м. Горлівка, вул. Кірова, 51  
E-mail: druknf@ Rambler.ru

Редакційно-видавничий відділ

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовників і розповсюджувачів  
видавничої продукції ДК № 2982 від 21.09.2007 р.