



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**ДСТУ ISO 13473-2:2020
(ISO 13473-2:2002, IDT)**

**ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ШОРСТКОСТІ ЗА
ДОПОМОГОЮ ПРОФІЛІВ ПОКРИТТЯ**

Частина 2

**Термінологія та основні вимоги щодо аналізу профілів
шорсткості покриття**

(Проект, перша редакція)

Київ
ДП «УкрНДНЦ»
202X

ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО: Технічний комітет стандартизації «Автомобільні дороги і транспортні споруди» (ТК 307), Харківський національний автомобільно-дорожній університет (ХНАДУ)
 - 2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» від ____ 201__ р. № ____ з 201__
 - 3 Національний стандарт відповідає ISO 13473-2:2002 Characterization of pavement texture by use of surface profiles — Part 2: Terminology and basic requirements related to pavement texture profile analysis (Визначення характеристик шорсткості за допомогою профілів покриття — Частина 2: Термінологія та основні вимоги щодо аналізу профілів шорсткості покриття).
- Ступінь відповідності – ідентичний (IDT)
- Переклад з англійської (en)
- 4 Цей стандарт розроблено згідно з правилами, установленими в національній стандартизації України
 - 5 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ

**Право власності на цей національний стандарт належить державі.
Заборонено повністю чи частково видавати, відтворювати
задля розповсюдження і розповсюджувати як офіційне видання
цей національний стандарт або його частину на будь-яких носіях інформації
без дозволу ДП «УкрНДНЦ» чи уповноваженої ним особи**

ДП «УкрНДНЦ», 202X

ЗМІСТ

Національний вступ	iv
1 Сфера застосування	1
2 Нормативне посилання	1
3 Терміни та визначення понять	2
3.1 Загальні умови	2
3.2 Діапазони шорсткості	4
3.3 Показники глибини макрошорсткості	6
3.4 Методи вимірювання макрошорсткості	9
3.5 Терміни, пов'язані з просторовою варіацією шорсткості	10
3.6 Терміни, пов'язані з роботою профілометра	12
3.7 Терміни та параметри, пов'язані з розподілом амплітуди	15
3.8 Терміни та параметри щодо аналізу спектру профілів шорсткості	19
3.9 Терміни та параметри щодо рівня профілю шорсткості	19
4 Основні вимоги щодо розрахунку та представлення спектру шорсткості	21
4.1 Загальні положення	21
4.2 Представлення спектру шорсткості	21
4.3 Спектральний діапазон частот	22
4.4 Середні частоти спектральних смуг	22
Бібліографія	24

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей національний стандарт ДСТУ ISO 13473-2:2020 «Визначення характеристик шорсткості за допомогою профілів покриття — Частина 2: Термінологія та основні вимоги щодо аналізу профілів шорсткості покриття» прийнятий методом перекладу, ідентичний щодо ISO 13473-2:2002 Characterization of pavement texture by use of surface profiles — Part 2: Terminology and basic requirements related to pavement texture profile analysis.

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «цей європейський стандарт» замінено на «цей стандарт»;
- структурні елементи стандарту: «Титульний аркуш», «Передмову», «Національний вступ», першу сторінку, «Терміни та визначення понять» – оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- вилучено «Передмову» до ISO 13473-2:2002 як таку, що безпосередньо не стосується технічного змісту цього стандарту.

Копії нормативних документів, на які є посилання в цьому стандарті, можна отримати в національному фонді нормативних документів.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ШОРСТКОСТІ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОФІЛІВ ПОКРИТТЯ — ЧАСТИНА 2: ТЕРМІНОЛОГІЯ ТА ОСНОВНІ ВИМОГИ ЩОДО АНАЛІЗУ ПРОФІЛІВ ШОРСТКОСТІ ПОКРИТТЯ

Characterization of pavement texture by use of surface profiles —
Part 2: Terminology and basic requirements related to pavement
texture profile analysis

Чинний від 202_ - _ - _

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

У цій частині ДСТУ ISO 13473-2:2020 наведено терміни, визначення та параметри щодо аналізу шорсткості покриття як на дорогах, так і на злітно-посадкових смугах та автомобільних шляхах аеропортів. Зокрема, надаються терміни та визначення, пов'язані з представленням профілю шорсткості, які, як очікується, будуть корисними під час моделювання характеристик дорожнього покриття, таких як шум шина/дорога, зчеплення шина/дорога, опір коченню шини та знос шин. Крім того, представлена коротка загальна інформація щодо характеристик поверхні дорожнього покриття.

Ця частина ДСТУ ISO 13473-2:2020 також містить деякі основні вимоги у зв'язку з використанням термінів, визначень та параметрів.

Аналіз профілю поверхонь, що оброблені, не включено в цей стандарт, оскільки ця тема розглядається в інших міжнародних стандартах, наприклад, ISO 3274, ISO 4287, ISO 4288, ISO 5436-1 та ISO 12085. Аналіз профілю нерівності доріг, який розглядається в ISO 8608, також не включено.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Наступні нормативні документи містять положення, які, через посилання у цьому тексті, становлять положення цієї частини ISO 13473. Для

датованих посилань наступні поправки або редакції цих публікацій не застосовуються. Однак, сторони угоди, що укладається на базі цієї частини ISO 13473, мають дослідити можливість застосування останніх редакцій нормативних документів, зазначених нижче. Для недатованих посилань застосовується остання редакція зазначеного нормативного документа (включаючи поправки). Члени ISO та IEC ведуть реєстри поточних чинних Міжнародних стандартів.

IEC 61260, Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

IEC 61260, Електроакустика - фільтри з октавно-смуговим та дробово-октавним діапазонами

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

Для цілей ISO 13473 (всі частини) вжито такі терміни та визначення.

3.1 Загальні умови

3.1.1 шорсткість покриття (*pavement texture*)

шорсткість (*texture*)

Відхилення поверхні дорожнього покриття від справжньої плоскої поверхні з довжиною хвилі шорсткості менше 0,5 м

Примітка. Розділяється на мікро-, макро- та мегашорсткість відповідно до 3.2.

3.1.2 профіль покриття (*surface profile*)

профіль шорсткості (*texture profile*)

Двовимірний зразок шорсткості дорожнього покриття, що утворюється, якщо датчик, такий як наконечник голки або лазерна пляма, безперервно торкається або освітлює поверхню дорожнього покриття під час переміщення уздовж лінії на поверхні

Примітка. Профіль покриття описується двома координатами: одна вздовж площини поверхні, що позначає «відстань» (абсциса), а інша у напрямку, нормальному до площини поверхні, під назвою «амплітуда» (ордината); див. приклад, який проілюстровано

на рисунку 1. Відстань може бути в поздовжньому або бічному (поперечному) напрямку по відношенню до напрямку руху на дорозі або в будь-якому напрямку між ними

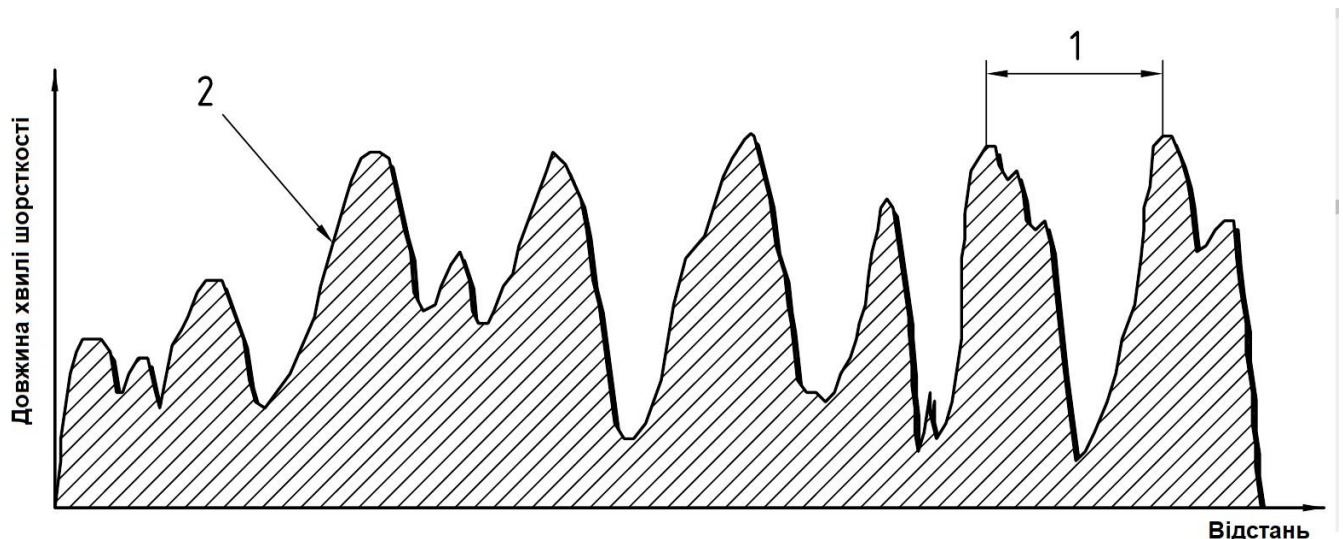
3.1.3 довжина хвилі шорсткості (*texture wavelength*)

Величина, що описує горизонтальний розмір нерівностей профілю шорсткості.

Примітка 1. Довжина хвилі шорсткості зазвичай вимірюється в метрах (м) або міліметрах (мм).

Примітка 2. Довжина хвилі – це поняття, яке зазвичай використовується і прийнято в словниках з електротехніки та обробки сигналу. Профіль може розглядатися як стаціонарна, випадкова функція відстані вздовж поверхні. За допомогою аналізу Фур'є таку функцію можна математично представити у вигляді нескінченного ряду синусоїдальних компонентів різних частот (і довжин хвиль), кожна з яких має задану амплітуду та початкову фазу. Для типових і безперервних профілів поверхні профіль, що проаналізований за компонентами Фур'є, містить безперервний розподіл довжин хвиль. Довжина хвилі шорсткості в ISO 13473 є зворотною величиною просторової частоти, одиниця виміру якої становить m^{-1} [еквівалент циклів на метр (циклів/м)]. Також 3.8.2.

Примітка 3. Довжини хвиль можуть бути фізично представлені як різні довжини періодично повторюваних частин профілю, див. рис. 3.1.



Умовні позначки:

- 1 - амплітуда;
- 2 - профіль.

Рисунок 3.1 – Ілюстрація деяких основних термінів, які описують шорсткість дорожнього покриття

3.1.4 профілометр (*profilometer*)

Пристрій, що використовується для вимірювання профілю шорсткості дорожнього покриття

Примітка. Наявні конструкції профілометрів, що застосовуються в дорожній галузі, включають, але не обмежуються ними, датчики на основі лазера, секціонування світла, голки та технології ультразвукової діагностики.

3.2 Діапазони шорсткості

3.2.1 мікрошорсткість (*microtexture*)

мікрошорсткість дорожнього покриття

Відхилення поверхні дорожнього покриття від справжньої плоскої поверхні з характерними розмірами вздовж поверхні менше 0,5 мм, що відповідає довжині хвилі шорсткості до 0,5 мм, вираженій як одна третина октави середньої довжини хвилі

Примітка 1. Повна амплітуда зазвичай змінюється в межах від 0,001 до 0,5 мм. Цей тип шорсткості дозволяє вважати поверхню більш-менш шорсткою, але зазвичай вона занадто мала, щоб спостерігати її оком. Вона забезпечується за рахунок властивостей поверхні (загостреність та твердість) окремих відколів або інших частинок поверхні, які безпосередньо контактують з шинами.

Примітка 2. Рисунок 3.2 ілюструє різні діапазони шорсткості із приблизними лімітами щодо їх впливу на взаємодію автомобілів із дорожнім покриттям.

3.2.2 макрошорсткість (*macrottexture*)

макрошорсткість дорожнього покриття (*pavement macrottexture*)

Відхилення поверхні дорожнього покриття від справжньої плоскої поверхні з характерними розмірами вздовж поверхні від 0,5 мм до 50 мм, що відповідає довжині хвилі шорсткості із смугами однієї третини октави, включаючи діапазон від 0,63 мм до 50 мм середніх довжин хвиль

Примітка 1. Повна амплітуди зазвичай змінюється в межах від 0,1 мм до 20 мм. Цей тип шорсткості має довжину хвилі такого ж розміру, що й елементи протектора шини на поверхні контакту шина/дорога. Поверхні, як правило, запроектовані із достатньою макрошорсткістю для забезпечення належного стоку води на поверхні контакту

шина/дорога. Макрошорсткість забезпечується відповідним співвідношенням мінеральної частини та розчину суміші або методами обробки поверхні.

Примітка 2. Маючи на увазі фізичний зв'язок між шорсткістю та зчепленням тощо, Всесвітня асоціація автомобільних доріг (PIARC) спочатку визначила діапазони мікро-, макро- та мегашорсткості (див. Посилання [14]). Рисунок 3.2 ілюструє, як ці визначення охоплюють певні діапазони довжини хвилі шорсткості поверхні та просторової частоти.

3.2.3 мегашорсткість (*megatexture*)

мегашорсткість дорожнього покриття (*pavement megatexture*)

Відхилення поверхні дорожнього покриття від справжньої плоскої поверхні з характерними розмірами вздовж поверхні від 50 мм до 500 мм, що відповідає довжині хвилі шорсткості із смугами однієї третини октави, включаючи діапазон від 63 мм до 500 мм середніх довжин хвиль

Примітка. Повна амплітуда зазвичай змінюється в межах від 0,1 до 50 мм. Цей тип шорсткості має довжину хвилі такого ж розміру, що й контакт шина/дорога, і часто обумовлений вибоїнами або «хвилястістю». Зазвичай це небажана характеристика, що виникає внаслідок дефектів поверхні. Нерівність поверхні з більшою довжиною хвилі, ніж мегашорсткість, називається «нерівністю».

3.2.4 нерівність (*unevenness*)

нерівність дорожнього покриття (*pavement unevenness*)

Відхилення поверхні дорожнього покриття від справжньої плоскої поверхні з характерними розмірами вздовж поверхні від 0,5 м до 50 м, що відповідає довжині хвилі із смугами однієї третини октави, включаючи діапазон 0,63 м до 50 м середніх довжин хвиль

Примітка 1. Характеристика дорожнього покриття з довжиною хвилі більше 0,5 м вважається вищою ніж у шорсткості і відноситься до «нерівності». Для аеродромів будуть розглянуті навіть довжини хвиль, що перевищують 50 м.

Примітка 2. Поздовжні нерівності - це тип нерівності поверхні, що через вібрації впливає на комфорт у транспортному засобі та його стійкість на дорозі. Поперечна нерівність, пов'язана, наприклад, з колієутворенням, що впливає на безпеку через бічну нестабільність та скупчення води. Ця частина ISO 13473 не включає терміни, які конкретно пов'язані з нерівністю. Такі терміни визначені в ISO 8608, prEN 13036-5 та prEN 13036-8.

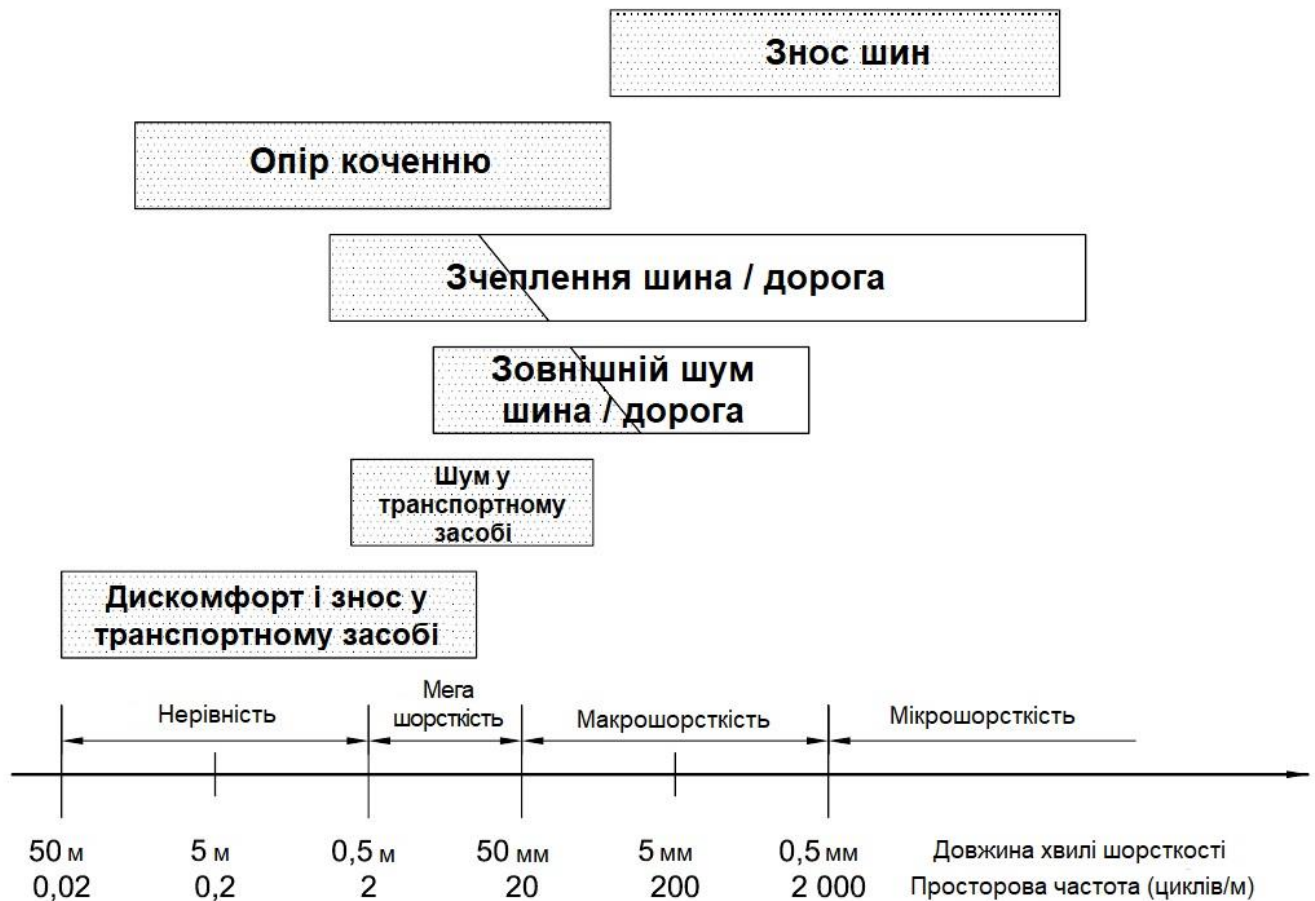


Рисунок 3.2 – Діапазони довжини хвилі шорсткості та просторової частоти і нерівномірності, а також їх найбільш важливі, очікувані ефекти

Примітка. Більш світлий відтінок вказує на сприятливий ефект у цій області, а темніший - свідчить про несприятливий ефект.

3.3 Показники глибини макрошорсткості

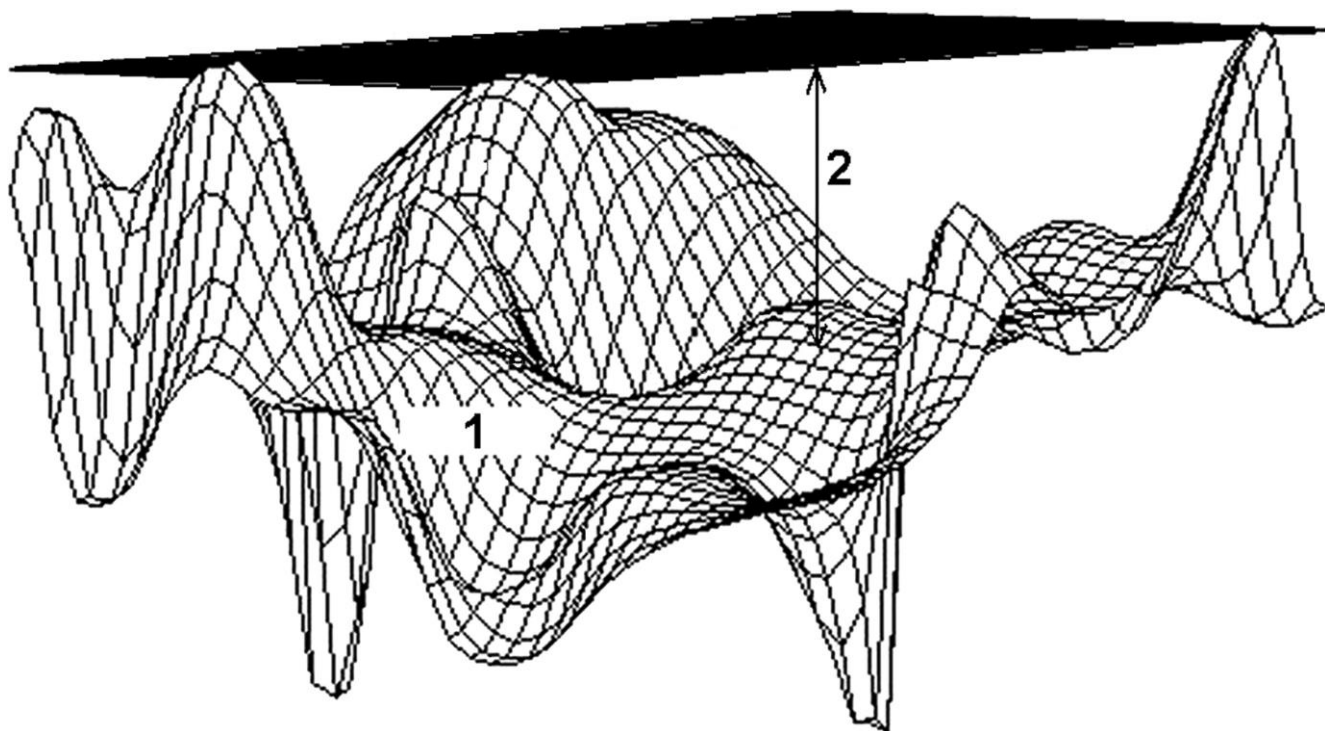
3.3.1 глибина шорсткості (*texture depth*)

Відстань між шорсткою поверхнею та площиною, що проходить через вершину трьох найвищих піків у межах поверхні контакту шини/дорожнього покриття. Див. рис. 3.3.

Примітка 1. Глибина шорсткості зазвичай вимірюється в міліметрах (мм)

Примітка 2. Глибина шорсткості відноситься до тривимірного вигляду.

Примітка 3. На рисунку (3.3) представлена шорсткість дорожнього покриття у тривимірному вигляді і термін «глибина шорсткості», що є відстанню між довільною точкою площини вниз до поверхні, перпендикулярно площині. Площина визначається трьома найвищими піками поверхні. Глибина шорсткості, відповідно до цього визначення, залежить від розміру та положення базової площини.



Умовні позначки:

1 - поверхня;

2 - глибина шорсткості.

Рисунок 3.3 – Ілюстрація термінів поверхня та глибина шорсткості

3.3.2 середня глибина шорсткості (*Mean Texture Depth*)

СГШ (*MTD*)

Відношення обсягу стандартизованого матеріалу до його площі на досліджуваній поверхні, на якій цей матеріал розподілено круглою плямою

Примітка 1. Середня глибина шорсткості зазвичай вимірюється в міліметрах (мм)

Примітка 2. Метод, заснований на вимірюванні та розрахунку СГШ, стандартизований як «об'ємний метод піщаної плями», див. ISO 10844:1994, додаток А і EN 13036-1. Базова «площина», що описана в 3.3.1, на практиці визначається контактом між гумовою подушкою та поверхнею, коли ця подушка переміщується над областю з метою розподілення матеріалу круглою плямою. Отже глибина шорсткості, що отримана в цьому випадку, базується не на «площині», а на трохи вигнутій поверхні, що імітує контакт шина/дорога

3.3.3 глибина профілю (*profile depth*)

Різниця висот між профілем та горизонтальною лінією через найвищий пік (рівень піку) в межах відстані вздовж поверхні контакту дорожнього покриття і шини, див. рис. 3.4.

Примітка 1. Глибина профілю зазвичай вимірюється в міліметрах (мм)

Примітка 2. Оскільки і глибина шорсткості і середня глибина шорсткості посилаються на тривимірний вигляд, термін «глибина профілю» відноситься до двовимірного вигляду, тобто під час вивчення профілю

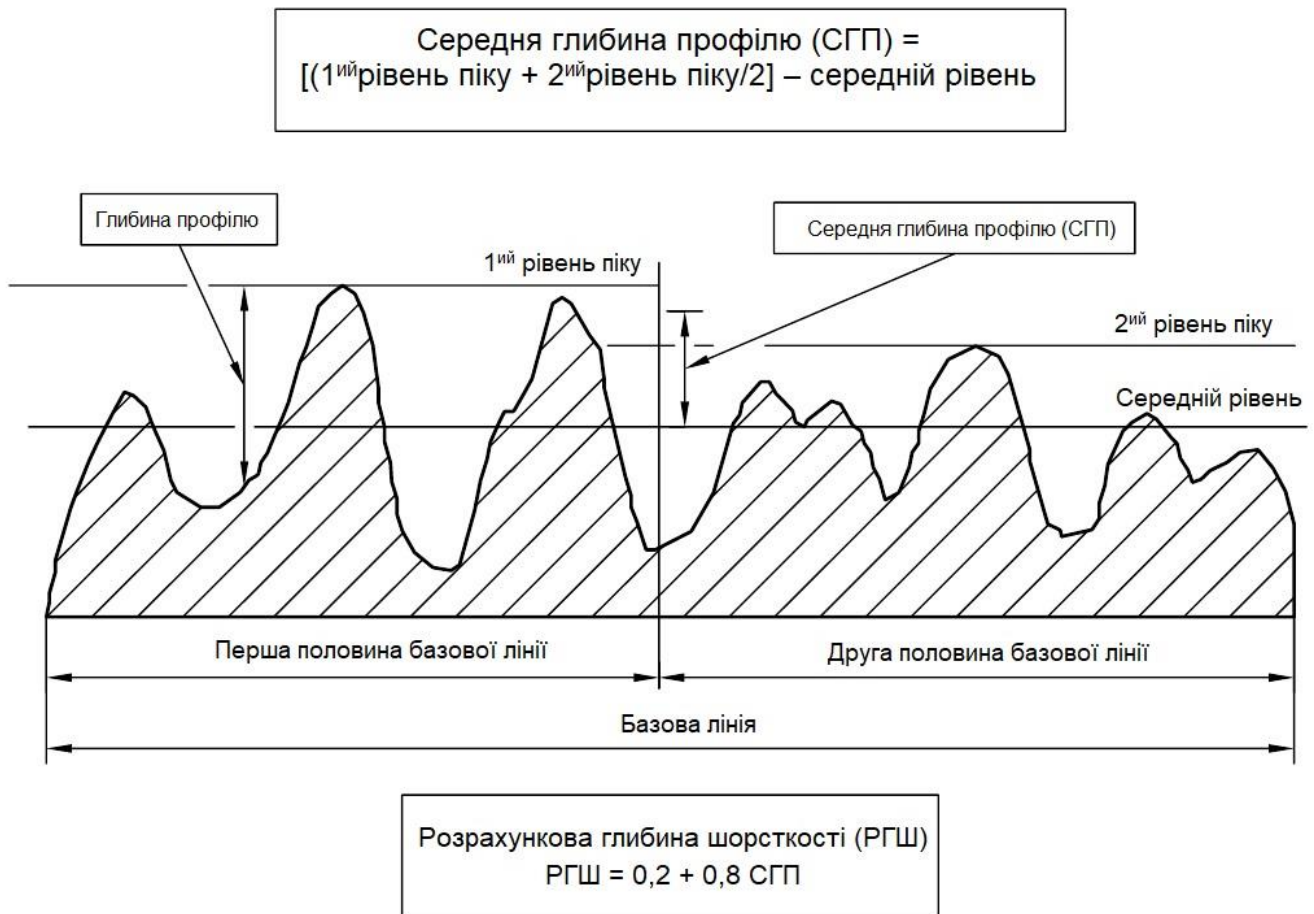


Рисунок 3.4 – Ілюстрація термінів базова лінія, середній рівень, піковий рівень, глибина профілю, СГП та РГШ

3.3.4 середня глибина профілю (*Mean Profile Depth*)

СГП

Середнє значення глибини профілю над базовою лінією довжиною 100 мм.

Примітка 1. Середня глибина профілю зазвичай вимірюється в міліметрах (мм).

Примітка 2. Ілюстрація термінів та їх визначення наведено на рисунку (3.4).

Примітка 3. Вимірювання середньої глибини профілю визначено в ISO 13473-1 та ASTM E1845. З практичних причин СГП розраховується як різниця між середнім арифметичним пікових рівнів двох половин базової лінії та середнім рівнем над всією базовою лінією (див. рис. 3.4). У ISO 13473-1 середній рівень завжди є нуль, оскільки він

дорівнює (горизонтальному) профілю базової лінії, що отримана після видалення уклону і зміщення (3.7.1).

Примітка 4. Необхідно звертати увагу, що усереднення глибини профілю над більш довгим безперервним профілем, ніж зазначена базова лінія, як правило, не дасть такого ж значення, як при усередненні СГП по тій же довжині.

3.3.5 розрахункова глибина шорсткості (*Estimated Texture Depth*)

РГШ (*ETD*)

Оцінка середньої глибини шорсткості (СГШ) на основі вимірювання середньої глибини профілю (СГП) за допомогою рівняння перетворення:

$$\text{РГШ} = 0,2 + 0,8 \text{ СГП}, \quad (3.1)$$

де РГШ та СГП – вимірюються в міліметрах (мм).

Примітка. Розрахунок середньої глибини профілю визначено в ISO 13473-1. Рівняння (3.1) взято з цього стандарту.

3.4 Методи вимірювання макрошорсткості

3.4.1 об'ємний метод піщаної плями (*volumetric patch method*)

Метод вимірювання середньої глибини шорсткості, заснований на заданому об'ємі дрібнозернистого матеріалу, що розподіляється на поверхні гумовою подушкою для утворення приблизно круглої плями, середній діаметр якої вимірюється для отримання, шляхом діленням об'єму матеріалу на вкриту площу, середньої глибини шару, тобто середньої глибини шорсткості (СГШ)

Примітка 1. Об'ємний метод піщаної плями стандартизовано в ISO 10844:1994, додаток А, EN 13036-1 та ASTM E965. Цей метод заснований на використанні скляних кульок певного розміру в якості матеріалу, який потрібно розподілити на дорожньому покритті.

Примітка 2. Альтернативним матеріалом, який використовувався замість стандартизованих скляних кульок, є пісок. «Метод піщаної плями» був традиційним терміном, який описував цей метод, що використовувався у всьому світі протягом багатьох десятиліть. На разі піску більше не віддається перевага, оскільки скляні кульки дають кращу відтворюваність. Хоча і менш поширені, використовуються також інші матеріали, наприклад шпаклівка або мастило.

3.4.2 метод профілометра (*profilometer method*)

Метод, за яким вимірюється профіль поверхні дорожнього покриття і дані, що використовуються для розрахунку певних математично визначених заходів

Примітка 1. У більшості випадків профіль записується для подальшого аналізу; в деяких випадках він використовується лише в розрахунках у реальному часі.

Примітка 2. Процедура вимірювання середньої глибини профілю (СГП) методом профілометра визначена в ISO 13473-1.

Примітка 3. Вищезазначені заходи та методи в першу чергу застосовуються у дослідженнях щодо макрошорсткості, але деякі з них можуть мати потенційне застосування і щодо мікро- та мегашорсткості.

3.5 Терміни, пов'язані з просторовою варіацією шорсткості

3.5.1 періодична шорсткість (*periodic texture*)

Шорсткість поверхні, яка демонструє характерний рисунок або форму хвилі, що повторюється, з періодичністю, яка може бути чи може не бути спрямованою. Див. рис. 3.5.

3.5.2 випадкова шорсткість (*random texture*)

Шорсткість, яка не проявляє помітної періодичності. Див. рис. 3.5

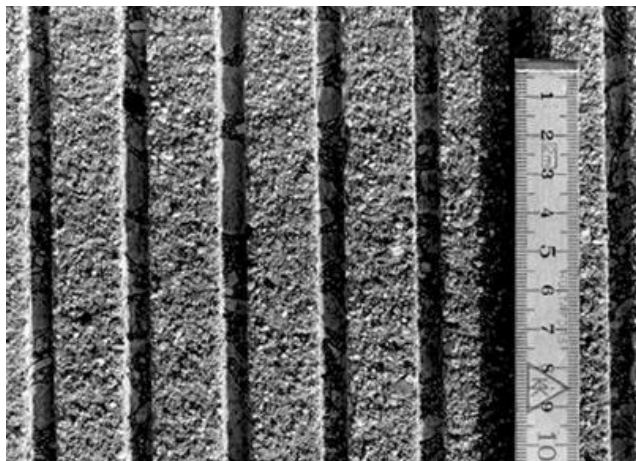
Примітка 1. Визначення періодичної та випадкової шорсткості, які наведено вище, призначені для неспеціалістів. Для математично правильних визначень випадкових та періодичних сигналів див. Підручник з обробки випадкових сигналів.

3.5.3 ізотропна шорсткість (*isotropic texture*)

Шорсткість, яка демонструє однакові характеристики шорсткості в усіх напрямках у площині поверхні. Див. рис. 3.5

3.5.4 анізотропна шорсткість (*anisotropic texture*)

Шорсткість, яка демонструє деякі характеристики направленості, такі як, але не обмежуючись ними, поперечні та поздовжні канавки. Див. рис. 3.5

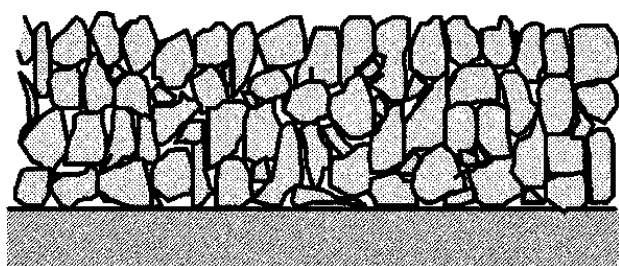


а) Періодична анізотропна шорсткість шорсткість

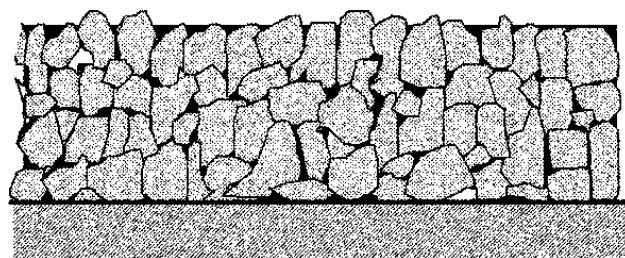


б) Випадкова ізотропна шорсткість

Рисунок 3.5 – Приклади періодичної анізотропної шорсткості та випадкової ізотропної шорсткості



а) Пористий поверхневий шар



б) Шар із замкнутою шорсткістю

Рисунок 3.6 — Ілюстрація пористого поверхневого шару з безліччю взаємопов'язаних порожнеч та шару із замкнутою шорсткістю (щільно підібраний склад мінеральної частини), в якому сполучна речовина та дрібний заповнювач займають більшу частину порожнеч

3.5.5 пористий поверхневий шар (*porous surface layer*)

Поверхневий шар, в якому знаходиться значна кількість з'єднаних порожнин. Див. рис. 3.6.

Примітка. Такий тип дорожнього покриття часто називають «дренажним», «пористим» або «проникним». Це визначення пористого поверхневого шару не характеризує його ефективність для акустичних або інших цілей.

3.5.6 відкрита шорсткість (*open texture*)

Поверхня, під якою є вхідні порожнини, що відкриті до поверхні

3.5.7 замкнута шорсткість (*closed texture*)

Поверхня, в якій кількість порожнин невелика і вони зрідка з'єднані. Див. рис. 3.6

Примітка 1. Такий тип дорожнього покриття отримують використовуючи щільно підібраний склад мінеральної частини, що забезпечує «твердий шар», який повинен бути непроникним для води та повітря; «Замкнута шорсткість» є кращим терміном для характеристики верхнього шару

Примітка 2. Пористі поверхневі шари розроблені з обмеженим вибором гранулометричного складу мінеральної частини; тобто крива гранулометричного складу мінеральної частини включає лише невеликі (якщо такі є) пропорції деяких частинок середнього або малого розміру. Такі суміші мінеральної частини називають «містять різні фракції» або «гранулометричний склад з пропуском деяких фракцій». Такі поверхні часто забезпечують відносну шорсткість з великою кількістю порожнеч між частинками у верхній частині шару, але це не обов'язково призводить до появи пористої поверхні. Суміші мінеральної частини з безперервною і досить плавною кривою гранулометричного складу називають «твердими», шорсткість яких відноситься до «замкнутої шорсткості» (часто також називають «щільна шорсткість»).

3.6 Терміни, пов'язані з роботою профілометра

3.6.1 швидкість вимірювання (*measuring speed*)

Швидкість, з якою датчик профілометра проходить по поверхні, що вимірюється.

Примітка. Швидкість вимірювання зазвичай вимірюється в кілометрах на годину (км/год.) або метрах в секунду (м/с).

3.6.2 інтервал вибірки профілю (*profile sampling interval*)

Відстань між двома суміжними точками даних на поверхні, що дорівнює швидкості вимірювання, поділеній на частоту вибірки датчика.

Примітка. Інтервал вибірки профілю зазвичай вимірюється в міліметрах (мм).

3.6.3 довжина вимірювання профілю (*profile measurement length*)

Довжина безперервного вимірювання профілю.

Примітка. Довжина вимірювання профілю зазвичай вимірюється в метрах (м) або міліметрах (мм).

3.6.4 інтервал повторення (*repetition interval*)

Відстань між початком двох послідовних вимірювань довжини профілю (3.6.3).

Примітка. Інтервал повторення зазвичай вимірюється в метрах (м).

3.6.5 довжина оцінки (*evaluation length*)

l

Довжина зразка з профілю, який був або має бути проаналізований

Примітка 1. Ця величина може дорівнювати, а може і не дорівнювати довжині вимірювання профілю (але ніколи не буде більшою).

Примітка 2. Довжина оцінки, як правило, вимірюється в метрах (м) або міліметрах (мм).

Примітка 3. Довжина оцінки може дорівнювати, а може і не дорівнювати довжині базової лінії (3.6.6), яка також визначена в ISO 13473-1.

3.6.6 базова лінія (*baseline*)

Конкретна довжина оцінки, що використовується в методі визначення середньої глибини профілю, який наведено в ISO 13473-1. Див. рис. 3.4.

Примітка. Базова лінія зазвичай вимірюється в метрах (м) або міліметрах (мм).

3.6.7 діапазон вимірювання (*measuring range*)

Максимальне вертикальне відхилення профілю, який може виміряти система.

Примітка. Діапазон вимірювання зазвичай вимірюється в міліметрах (мм).

3.6.8 вертикальна роздільна здатність (*vertical resolution*)

Мінімальне вертикальне відхилення, яке можна виявити.

Примітка. Вертикальна роздільна здатність зазвичай вимірюється в міліметрах (мм) або мікрометрах (мкм).

3.6.9 горизонтальна роздільна здатність (*horizontal resolution*)

Найкоротша відстань у напрямку переміщення датчика, на якій можна виявити вертикальне відхилення.

Примітка. Горизонтальна роздільна здатність зазвичай вимірюється в міліметрах (мм) або мікрометрах (мкм).

3.6.10 фоновий шум (*background noise*)

Та частина вихідного сигналу, що не корелює з профілем.

Примітка 1. Може бути два види:

- статичний фоновий шум: шум, коли датчик профілометра працює в нерухомому стані;
- динамічний фоновий шум: шум, коли датчик профілометра рухається із звичайною вимірювальною швидкістю (у цьому випадку також буде включено статичний фоновий шум).

Примітка 2. Динамічний фоновий шум може бути викликаний, наприклад, ненавмисними рухами датчика, коливаннями транспортного засобу, зміною освітленості навколишнього середовища та зміною відбивної здатності поверхні; на додаток до статичного внеску. Це взагалі дуже важко виміряти. Одна з можливостей – провести тест над ідеальною, надзвичайно гладкою поверхнею. Бажано, для безконтактних пристроїв, щоб гладка поверхня також мала нормальну відбивну здатність.

3.6.11 нелінійність (*non-linearity*)

Пікове відхилення лінії, що виражає фактичне відношення між вихідним сигналом та глибиною профілю і середньоквадратичним, яке найкраще відповідає прямій лінії через це відношення.

Примітка. Нелінійність виражається у відсотках від діапазону вимірювання.

3.6.12 мінімальна довжина хвилі шорсткості (*minimum texture wavelength*)

Найкоротша довжина хвилі шорсткості, при якій відповідний сигнал загальної системи профілометрів згасає не більше ніж на 3 дБ (приблизно 30 %) від справжнього значення.

Примітка. Див. також 3.1.3.

3.6.13 максимальна довжина хвилі шорсткості (*maximum texture wavelength*)

Найдовша довжина хвилі шорсткості, при якій відповідний сигнал загальної системи профілометрів згасає не більше ніж на 3 дБ (приблизно 30 %) від справжнього значення.

Примітка. Див. також 3.1.3.

3.6.14 відстань центрування (*stand-off distance*)

Відстань між поверхнею та датчиком, коли точка вимірювання знаходиться в середині вимірювального діапазону.

3.6.15 локальний кут нахилу (*local slope angle*)

Кут між дотичною до профілю і нормаллю об'ємної поверхні в конкретній точці, наприклад по краях відколу або канавки.

Примітка. Зазвичай датчики здатні слідувати максимальному локальному нахилу профілю без значних спотворень. Для електрооптичного датчика цей максимальний локальний нахил буде приблизно дорівнювати куту між оптичними осями передавача та приймача.

3.6.16 викид (*drop-out*)

Виміряна точка (вимір) у профілі, яка визнається недійсною і яка зазвичай відкидається під час подальшої обробки даних.

3.6.17 рівень викидів (*drop-out rate*)

Відсоток вимірних точок у профілі, які визнаються недійсними.

3.6.18 обгортальна крива по виступах профілю (*profile envelope*)

Двовимірне наближення місця локалізації максимальної глибини проникнення протектора шини під час її руху по поверхні. Див. рис. 3.7.

Примітка 1. Вважається, що шина обгортає поверхню, як описано в [15].

Примітка 2. Обгортальна крива по виступах профілю призначена для наближення глибини шорсткості профілю, з яким шина, що рухається, може встановити контакт. Наведено лише якісне визначення.

3.7 Терміни та параметри, пов'язані з розподілом амплітуди

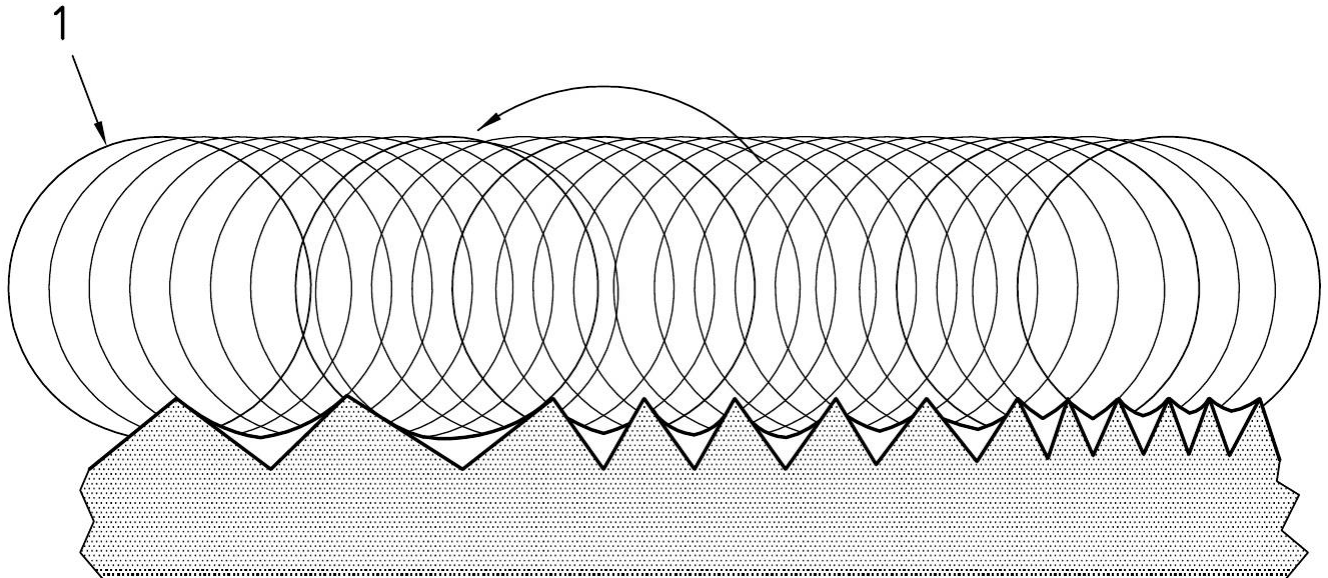
3.7.1 нульова середня крива профілю з видаленням уклонів (*zero-mean, slope-suppressed profile curve*)

$Z(x)$

Крива профілю, для якої середній рівень профілю по довжині оцінки доведений до нуля і для якої були видалені довгохвильові компоненти. Див. рис. 3.8.

Примітка. Для отримання кривої профілю, корисної для математичних розрахунків, необхідно видалити будь-які компоненти уклону або довгих хвиль (видалення уклону), а

також довести середній рівень профілю по довжині оцінки до нуля (видалення зміщення). Це може бути здійснено або за допомогою фільтра високої частоти, або згладжуванням методом найменших квадратів (див. ISO 13473-1). Отримана середня лінія профілю буде знаходитися на нульовому рівні.



Умовні позначки:
1 - шина, що рухається.

Рисунок 3.7 – Ілюстрація обгортальної кривої по виступах профілю

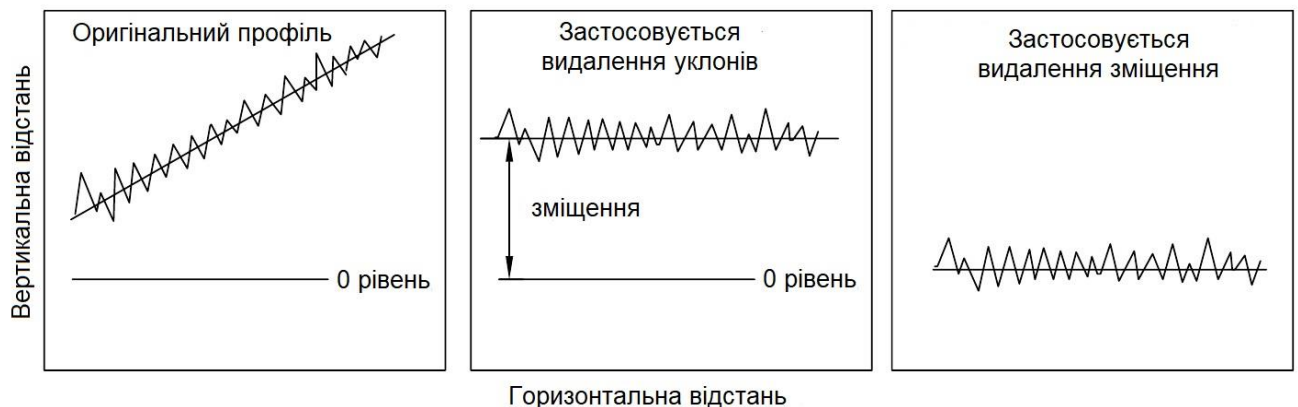


Рисунок 3.8 – Ілюстрація видалення уклонів та зміщення

Примітка. Особливості цього рисунку перебільшено з метою зробити ілюстрацію більш зрозумілою. Якщо застосовується метод найменших квадратів щодо профілю, два кроки зліва направо на рисунку виконуються за одну операцію (що може бути виконано також за допомогою фільтра високої частоти). Рядок «нуль» у правій третині рисунку дорівнює «середньому рівню» як показано на рисунку 3.4 та наведено в примітці 3 в 3.3.4.

3.7.2 розподіл амплітуди профілю (*profile amplitude distribution*)

$p(Z)$

Функція щільності ймовірності вибірки значень ординати $Z(x)$, у межах довжини оцінки, l , у напрямку x . Див. рис. 3.9.

3.7.3 середнє абсолютне відхилення профілю (*mean absolute deviation of the profile*)

Ra

Середнє абсолютне значення ординат $Z(x)$ у межах довжини оцінки l :

$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |Z(x)| dx. \quad (3.2)$$

Примітка 1. Це результат розрахунку профілю із видаленими уклоном та зміщенням, із значеннями ординат $Z(x)$.

Примітка 2. Ra зазвичай вимірюється в міліметрах (мм).

Примітка 3. Історично Ra походить від "*rugosité arithmétique*" з французької мови. В англійській мові іноді використовується термін "*rectified average*".

3.7.4 середньоквадратичне відхилення профілю (*root mean square deviation of the profile*)

Rms

Середньоквадратичне значення ординат $Z(x)$ у межах довжини оцінки l :

$$Rms = \sqrt{\frac{1}{l} \int_0^l Z^2(x) dx}. \quad (3.3)$$

Примітка 1. Rms зазвичай вимірюється в міліметрах (мм) для потреб цього стандарту.

Примітка 1. Rms позначається Rq (від "*rugosité quadratique*" франц.) в ISO 4287. Однак, коли йдеться про дорожнє покриття, переважним є Rms , оскільки це один з найбільш часто використовуваних термінів щодо аналізу дорожнього покриття. Крім того, існує ризик змішування термінів Rq і Rku , які вимовляються аналогічно.

3.7.5 коефіцієнт асиметрії профілю (*skewness of the profile*)

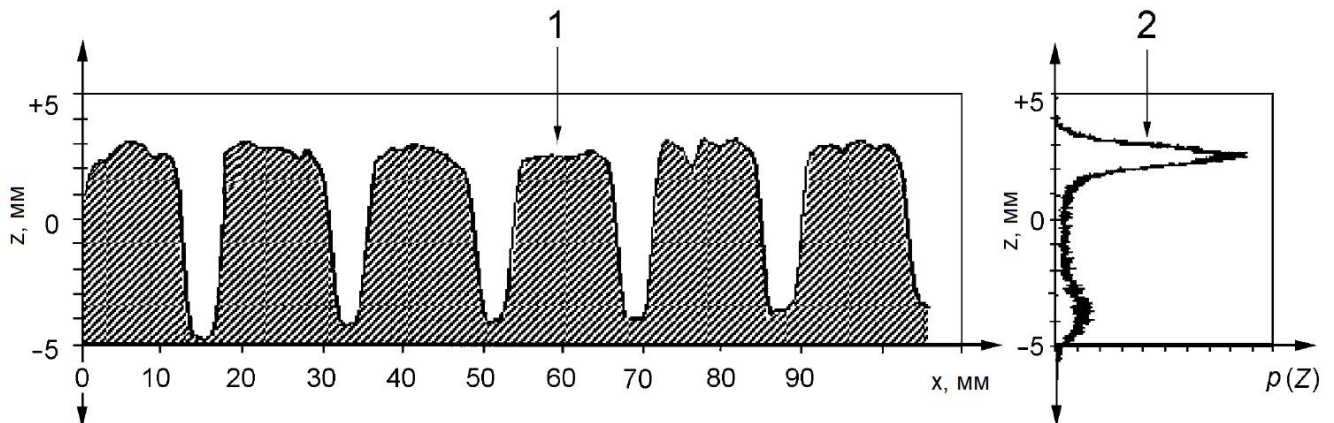
Rsk

Коефіцієнт середньо кубічного значення ординат $Z(x)$ і кубічного значення Rms , у межах довжини оцінки l :

$$Rsk = \frac{1}{Rms^3} \left[\frac{1}{l} \int_0^l Z^3(x) dx \right]. \quad (3.4)$$

Примітка 1. Коефіцієнт асиметрії є безрозмірною величиною.

Примітка 2. Коефіцієнт асиметрії або асиметрія є показником асиметрії розподілу амплітуди (в даному випадку значень ординат). Це вказує, чи має крива профілю більшість піків, спрямованих вгору (позитивний перекис) або вниз (негативний перекис). Профіль на рисунку 3.9 є прикладом профілю, який має відносно високий ступінь негативного перекоосу. Для нормального розподілу Rsk дорівнює нулю.



Умовні позначки:

1 - крива профілю $Z(x)$;

2 - щільність ймовірності.

Рисунок 3.3 – Зразок профілю фактичного рифленого цементно-бетонного дорожнього покриття та розподілу амплітуди його профілю $p(Z)$, як показано праворуч

Примітка. найчастіше діаграма розподілу амплітуди повертається на 90° проти годинникової стрілки.

3.7.6 ексцес профілю (*kurtosis of the profile*)

Rku

Коефіцієнт середнього значення четвертого ступеня ординат $Z(x)$ та четвертого ступеня Rms , в межах довжини оцінки l :

$$Rku = \frac{1}{Rms^4} \left[\frac{1}{l} \int_0^l Z^4(x) dx \right]. \quad (3.5)$$

Примітка 1. Ексцес є безрозмірною величиною.

Примітка 2. Ексцес стосується визначення хвостів розподілу і є рівнем того, наскільки він «плоский» чи «гострий» по відношенню до нормального розподілу. Наприклад, розподіл з "довгими і товстими хвостами" в розподілі матиме високе значення ексцесу.

3.8 Терміни та параметри щодо аналізу спектру профілів шорсткості

3.8.1 спектр шорсткості (*texture spectrum*)

Спектр, отриманий після аналізу кривої профілю цифровими або аналоговими методами фільтрації для визначення величини її спектральних компонентів на різних довжинах хвиль (3.1) або просторових частотах (3.8.2).

Примітка 1. Спектр шорсткості представляє величину кожного спектрального компонента як функцію або довжини хвилі шорсткості, або просторової частоти.

Примітка 2. Термін «довжина хвилі шорсткості» визначено в 3.1.3. Термін «довжина хвилі» історично використовувався здебільшого в області акустики, механічних коливань та електромагнетизму. Оскільки термін «довжина хвилі» не є загальноприйнятим для застосування у дорожній сфері, а також оскільки електричні сигнали часто використовуються під час аналізу профілів дорожнього покриття, визначення «довжина хвилі шорсткості» тут є кращим для забезпечення відмінності з іншими застосуваннями.

3.8.2 просторова частота (*spatial frequency*)

Зворотна величина довжини хвилі

Примітка 1. Просторова частота зазвичай вимірюється у зворотних метрах (m^{-1}); див. також 3.1.3, примітка 2.

Примітка 2. Термін «частота», що використовується у тимчасовій області, відповідає «просторовій частоті» в просторовій області.

3.8.3 кутова просторова частота (*angular spatial frequency*)

кутовий індекс типів хвиль шорсткості (*texture angular wavenumber*)

просторова частота помножена на коефіцієнт 2π .

Примітка. Кутовий індекс типів хвиль шорсткості, як правило, вимірюється в радіанах на метр (рад/м)

3.9 Терміни та параметри щодо рівня профілю шорсткості

3.9.1 рівень профілю шорсткості (*texture profile level*)

$L_{\text{tx},\lambda}$

Логарифмічне перетворення амплітудного представлення кривої профілю $Z(x)$, остання виражається як середньоквадратичне значення відповідно до рівняння:

$$L_{\text{tx},\lambda} = 20 \lg(a_{\lambda} / a_{\text{ref}}) \text{dB}, \quad (3.6)$$

де $L_{tx, \lambda}$ – рівень профілю шорсткості (перевірне 10^{-6} м), в децибелах;
 a_{λ} – середньоквадратичне значення, в метрах;
 a_{ref} – перевірне середньоквадратичне значення ($= 10^{-6}$ м);
 λ – індекс, що вказує значення, отримане за допомогою фільтра третьоктавної смуги частот, що має довжину середньої хвилі λ (4.4).

Примітка 1. Рівень профілю шорсткості, як правило, вимірюється в децибелах відносно перевірного значення 10^{-6} м.

Примітка 2. $L_{TX, \lambda}$ (TX пишеться великими літерами) еквівалентно вищеописаному, але для фільтрів октавної смуги (4.4).

Примітка 3. Амплітуди шорсткості, виражені як середньоквадратичне значення, відфільтровані чи ні, можуть мати діапазон декількох величин; як правило 10^{-5} м до 10^{-2} м. Спектральна характеристика сигналів часто використовується в дослідженнях у сфері акустики, вібрацій та електротехніки. У всіх цих областях найчастіше використовують логарифмічні шкали амплітуди. Такий же підхід є кращим у цій частині ISO 13473.

Примітка 4. Рівні профілю шорсткості, на практиці, під час проєктування дорожнього покриття, зазвичай коливаються між 20 дБ і 80 дБ з цими визначеннями.

3.9.2 рівень мікрошорсткості (*microtexture level*)

L_{mi}

Особливий випадок рівня профілю шорсткості з профілем, який проходить через смуговий фільтр, що охоплює всі смуги в одну третину октави в межах діапазону мікрошорсткості відповідно до 3.2.1.

3.9.3 рівень макрошорсткості (*macrotexture level*)

L_{ma}

Особливий випадок рівня профілю шорсткості з профілем, який проходить через смуговий фільтр, що охоплює всі смуги в одну третину октави в межах діапазону макрошорсткості відповідно до 3.2.2.

3.9.4 рівень мегашорсткості (*megatexture level*)

L_{me}

Окремий випадок рівня профілю шорсткості з профілем, який проходить через смуговий фільтр, що охоплює всі смуги в одну третину октави в межах діапазону мегашорсткості відповідно до 3.2.3.

Примітка. На момент публікації цієї частини ISO 13473 ведеться робота з розробки спеціального стандарту вимірювання мегашорсткості. Можливо, це може стати ISO 13473-5.

4 ОСНОВНІ ВИМОГИ ЩОДО РОЗРАХУНКУ ТА ПРЕДСТАВЛЕННЯ СПЕКТРУ ШОРСТКОСТІ

4.1 Загальні положення

Цей пункт визначає вимоги та рекомендації щодо спектрального аналізу сигналів профілю шорсткості. Наміром є допомога у виборі відповідних типів спектрів та представленні спектрів шорсткості та шкал діаграм більш уніфікованими.

Примітка. На момент публікації цієї частини ISO 13473 ведеться робота з розробки Технічного регламенту, що детально описує процедури спектрального аналізу. Це може стати ISO/TS 13473-4.

4.2 Представлення спектру шорсткості

Спектр шорсткості має бути представлений логарифмічним значенням довжини хвилі шорсткості та/або просторовою частотою по абсцисі. Кращим порядком значень є зменшення довжини хвилі вправо та/або збільшення просторової частоти вправо. Ордината спектру шорсткості має бути рівнем профілю шорсткості $L_{tx,\lambda}$ або $L_{TX,\lambda}$.

Використання логарифмічних заходів не виключає застосування лінійного значення, тобто R_{ms} . Де це практично можливо, рекомендується використовувати лінійне значення як доповнення до логарифмічного. Це може бути досягнуто, наприклад, шляхом забезпечення шкали рівня профілю шорсткості на лівій вертикальній осі спектральної діаграми та профілю R_{ms} на правій вертикальній осі.

Примітка. Вищенаведена вимога зробить вимірювані спектральні профілі подібними незалежно від того, чи використовується довжина хвилі або просторова

частота. Можна також обидва профілі представити паралельно на одній діаграмі; див., наприклад, абсцису на рисунку 3.2.

4.3 Представлення спектру шорсткості

В рамках цієї частини ISO 13473 рекомендується проводити спектральний аналіз з використанням октавної, третьоктавної або дванадцятиоктавної смуги (див. примітку в п.3.8.1). Зазвичай переважною є смуга на одну третину октави. Однак, якщо є припущення, що шорсткість включає періодичні або спрямовані характеристики (тобто від карбування або обробки) може бути корисним дванадцятиоктавний аналіз.

Спектри постійної або вузької смуги частот у цьому випадку не рекомендуються, оскільки вони, як правило, дають дані з більш високою спектральною роздільною здатністю, ніж це гарантовано вимірюваннями та зразком, і таким чином збирають занадто багато даних з обмеженим використанням.

Примітка 1. Спектральний аналіз може бути виконаний з різними значеннями ширини смуги довжини хвилі шорсткості або різною просторовою шкалою частот. Ширина смуги - це діапазон довжини хвилі шорсткості або просторової частоти, який охоплює спектральна амплітуда або рівень, і визначається як ширина смуги між точками половинної потужності (тобто, коли сигнал послаблюється на 3 дБ).

Примітка 2. . Більш вузькі смуги, зазначені тут, завжди можна використовувати для розрахунку ширших діапазонів.

4.4 Середні частоти спектральних смуг

Октавні або третьоктавні смуги повинні мати середню довжину хвилі шорсткості та середню просторову частоту відповідно до таблиці (4.1), яка розроблена таким чином, щоб чисельно відповідати смугам, визначеним у IEC 61260. Дванадцятиоктавні смуги повинні мати середні довжини хвиль шорсткості та середні просторові частоти відповідно до IEC 61260, але чисельно збігаються зі смугами, зазначеними в таблиці (4.1). Верхня та нижня межі відсічення (-3 дБ) кожної смуги, а також форма відгуку частоти фільтра повинні відповідати IEC 61260.

Діапазон, наведений у таблиці (4.1), охоплює діапазон, з яким зараз працює більшість профілометрів. Цей діапазон може бути розширений на обох кінцях шляхом екстраполяції числових рядів, якщо це дозволять вимірювальні прилади.

Таблиця 4.1 — Середні довжини хвилі шорсткості та просторової частоти

Смуги октав		Третьоктавні смуги		Діапазон
Довжина хвилі шорсткості мм	Просторова частота м ⁻¹	Довжина хвилі шорсткості мм	Просторова частота м ⁻¹	
		630	1,60	нерівномірність ↓
500	2,00	500	2,00	↑
		400	2,50	
250	4,00	315	3,15	
		250	4,00	
		200	5,00	
		160	6,30	
125	8,00	125	8,00	
		100	10,0	
		80,0	12,5	
63,0	16,0	63,0	16,0	↓
				↑
		50,0	20,0	
31,5	31,5	40,0	25,0	
		31,5	31,5	
		25,0	40,0	
16,0	63,0	20,0	50,0	
		16,0	63,0	
		12,5	80,0	
		10,0	100	
8,00	125	8,00	125	
		6,30	160	
		5,00	200	
4,00	250	4,00	250	
		3,15	315	
		2,50	400	
2,00	500	2,00	500	
		1,60	630	
		1,25	800	
1,00	1 000	1,00	1 000	
		0,80	1 250	
		0,63	1 600	↓
0,50	2 000	0,50	2 000	↑
		0,40	2 500	↓
				мікрошорсткість

БІБЛІОГРАФІЯ

- 1 ISO 3 274, Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Nominal characteristics of contact (stylus) instruments
- 2 ISO 4 287, Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Terms, definitions and surface texture parameters
- 3 ISO 4 288, Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Rules and procedures for the assessment of surface texture
- 4 ISO 5 436-1, Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method; Measurement standards — Part 1: Material measures
- 5 ISO 8 608, Mechanical vibration — Road surface profiles — Reporting of measured data
- 6 ISO 1 0844:1994, Acoustics — Specification of test tracks for the purpose of measuring noise emitted by road vehicles
- 7 ISO 1 2085, Geometrical Product Specifications (GPS) — Surface texture: Profile method — Motif parameters
- 8 ISO 1 3473-1, Characterization of pavement texture by use of surface profiles — Part 1: Determination of Mean Profile Depth
- 9 EN 1 3036-1, Road and airfield surface characteristics — Test methods — Part 1: Measurement of pavement surface macrotexture depth using a volumetric patch technique
- 10 prEN 1 3036-5, Road and airfield surface characteristics — Test methods — Part 5: Determination of longitudinal evenness parameters or indicators
- 11 prEN 1 3036-8, Road and airfield surface characteristics — Test methods — Part 8: Determining parameters or indicators for transversal evenness: Measurement method
- 12 ASTM E 965-96, Standard Test Method for Measuring Pavement Macrotexture Depth Using a Volumetric Technique
- 13 ASTM E 1845-96, Standard Practice for Calculating Pavement Macrotexture Mean Profile Depth

14 Optimization of Surface Characteristics. Report to the XVIIIth World Road Congress 1987 in Brussels, Belgium, from the Technical Committee on Surface Characteristics, World Road Association (PIARC) (formerly the Permanent International Association of Road Congresses), Paris, 1987

15 VON MEIER A., VAN BLOKLAND G.J. and DESCORNET G. The influence of texture and sound absorption on the noise of porous road surfaces. Proceedings of Second International Symposium on Road Surface Characteristics. Technische Universität Berlin, Fachgebiet Strassenbau, Berlin, Germany, 1992

Код згідно ДК 004 93.080.10

Ключові слова: автомобільна дорога, визначення показників шорсткості, терміни, вимірювальне обладнання, дорожнє покриття, дорожній одяг.