

© Т. А. Терещенко, канд. хім. наук,
провідний науковий співробітник,
ORCID: 0000-0001-7584-9031,
e-mail: chemistry@nidi.org.ua
(ДП «НІДІ»)

© Tatyana Tereshchenko, Candidate of Chemical
Sciences (PhD), Senior Research Officer,
ORCID: 0000-0001-7584-9031,
e-mail: chemistry@nidi.org.ua
("NIDI" SE)

ПОШКОДЖЕННЯ ТА ДЕФЕКТИ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ. ТЕРМІНОЛОГІЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ СТАНУ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

DISTRESSES AND DEFECTS OF A ROAD PAVEMENT. TERMINOLOGY AND ASSESSMENT OF THE ROAD PAVEMENT CONDITION

Анотація. Світова практика дорожнього будівництва засвідчує, що ідентифікація пошкоджень та дефектів дорожнього одягу є основою стратегії експлуатаційного утримування, виконання ремонтів і реконструкції автомобільних доріг. Результати такої роботи дозволяють проводити експертне оцінювання стану дорожнього одягу на підставі кількісних критеріїв – індексів стану дорожнього одягу (PCI). Разом з тим результати ідентифікації пошкоджень і дефектів дорожнього одягу є одним зі складників аудиту безпеки доріг згідно з європейськими регуляторними актами щодо управління безпекою дорожньої інфраструктури.

З урахуванням міжнародних практик у статті виконано стислий аналіз об'єктів стандартизації, які забезпечують узгодженість стратегій обстеження, експлуатаційного утримування й виконання ремонтів та реконструкції автомобільних доріг: стандартної термінології щодо пошкоджень та дефектів дорожнього одягу і загальних підходів до кількісного оцінювання стану дорожнього одягу. На підставі результатів аналізу надано висновки щодо доцільності впровадження відповідних практик на рівні національних стандартів.

Ключові слова: дефекти дорожнього одягу; дорожній одяг; індекс стану дорожнього одягу; пошкодження дорожнього одягу; рівень ураження; стан дорожнього одягу.

Abstract. The paper is aimed on recent approaches for the categorization of road pavements distresses and defects for purposes of their identification and road pavement condition estimation to determine the technical and economic strategy for maintenance, repair and rehabilitation of motor roads.

The analysis of the categorization of road pavement damage and defects was performed, on the basis of which approaches to identifying damage and defects of the asphalt concrete road pavements and jointed concrete road pavements as well as the approaches to determining the severity levels were stated. Also the possibilities for using the results of survey of motor roads with estimating the distresses and defects severity level for an extended qualitative evaluation of road pavements by the pavement condition indexes were briefly analyzed.

Conclusions state the necessity for implementation of the world-wide practice of road pavements condition survey and estimation in two interrelated objects of a standardization at national level: development of a national terminology standard for damage and defects in road surfaces, which will ensure the consistency with terminology of various standardization systems; development and implementation of internationally recognized standard schemes for quantitative assessment of road surface condition, which will ensure the consistency of operational maintenance strategies and the implementation of repairs and reconstruction of highways.

Keywords: road pavement; road pavement condition; road pavement condition index; road pavement defects; road pavement distresses; severity level.

Вступ

Ідентифікація пошкоджень і дефектів та визначення рівня ураження є елементами системи управління станом дорожнього одягу, де за результатами оцінювання стану розробляють стратегічні рішення з експлуатаційного утримування, ремонтування та реконструювання автомобільних доріг. Згідно зі світовою практикою відповідні технічні та економічні рішення ґрунтовано на результатах експертного оцінювання стану дорожнього одягу за кількісними критеріями – індексами стану дорожнього одягу (PCI).

Разом з тим результати ідентифікації пошкоджень і дефектів дорожнього одягу є одним зі складників аудиту безпеки доріг відповідно до європейських регуляторних актів щодо управління безпекою дорожньої інфраструктури [1, 2].

Враховуючи викладене, а також наявність міжнародних стандартів [3, 4]²⁾, у цій

²⁾ Згідно з інформацією, наведеною за посиланням <https://store.astm.org/e1778-98ar24.html>, в [3] встановлено терміни та визначення понять для пошкоджень будь-якої функціональності для летовищ, автомагістралей та автомобільних доріг інших категорій, вулиць та стоянок авто-

статті розглянуто структуру категоризації пошкоджень та дефектів дорожніх одягів різних типів і практики оцінювання стану дорожнього одягу для визначення потреби в опрацюванні та впровадженні відповідних стандартних вимог на національному рівні, що дозволить забезпечити узгодженість підходів до ідентифікації дефектів та пошкоджень дорожнього одягу, оцінювання стану дорожнього одягу і стратегії виконання ремонтів та реконструкції автомобільних доріг для різних систем стандартизації.

Загальні підходи до категоризації пошкоджень та дефектів дорожнього одягу

Категоризацію пошкоджень та дефектів дорожнього одягу (далі – пошкодження та дефекти) виконують роздільно для дорожніх одягів з асфальтобетонним і бетонним покритвом. До першого випадку згідно з Наставною [5] відносять також асфальтобетонні покриття, влаштовані на шарі бетону. Для бетонних покриттів пошкодження та дефекти категоризують роздільно для шовних бетонних покриттів і безперервно армованих бетонних покриттів.

В основоположних роботах з цього напрямку [4] зазначено, що з метою виконання категоризації пошкоджень і дефектів дорожнього одягу встановлюють номенклатуру не тільки власне пошкоджень та дефектів, але й номенклатуру елементів дорожньої конструкції як обов'язкового складника такої категоризації.

За результатами практичного застосування стандартної категоризації пошкоджень та дефектів реєструють факт наявності пошкодження та/або дефекту або визначають рівень ураження (*severity level*) дорожнього одягу [5, 6].

Під час роботи над матеріалом статті вжито відповідники найбільш часто застосовуваних за зазначеною тематикою англійських термінів *pavement defects* (також *pavements deficiencies*) і *pavement distresses* – «дефекти дорожнього одягу» та «пошкодження дорожнього одягу» відповідно.

Пошкодження та дефекти дорожнього одягу з асфальтобетонним покритвом

Згідно з [5] виділено п'ять категорій пошкоджень та дефектів дорожнього одягу з асфальтобетонним покритвом: розтріскування; ремонтні латки та вибоїни; деформація поверхні; дефекти поверхні; пошкодження змішаного типу.

Категорія «розтріскування» (*cracking*) охоплює такі типи пошкоджень: поперечне розтріскування, поздовжнє розтріскування, втомне розтріскування, блочне розтріскування, розтріскування крайок [проїзної частини] і розтріскування з утворенням відображеної тріщини – результатом останнього є тріщини над розташованими нижче швами бетонних плит, проте для ідентифікації такої тріщини необхідно знати місце розташування шва. Розтріскування крайок віднесено до номенклатури дефектів виключно для конструкцій з узбіччям без монолітного покриття.

В окремих першоджерелах [7] описано також утворення помережених тріщин (*alligator cracking, alligatoring*, згідно зі словниками – також «утворення дрібних тріщин») (рис. 1).

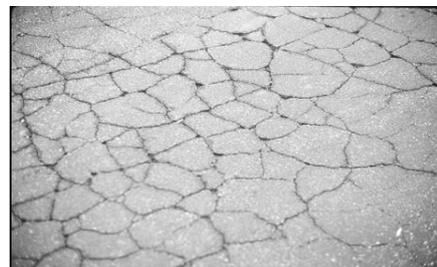


Рис. 1. Сітка дрібних тріщин (помережені тріщини)

Помережені тріщини описано як такі, що утворюються обабіч основних тріщин у процесі втомного розтріскування або як прояв більш пізніх стадій втомного розтріскування; у першоджерелі [5] цей вид розтріскування не розглядають.

Важливою є інформація щодо відмінностей між блочними тріщинами (рис. 2) і сіткою дрібних тріщин – автори [7] зазначають, що утворення блочних тріщин призводить до утворення на покритті «блоків» переважно прямокутної форми з довжиною сторони орієнтовно від 0,3 м до 3 м (у роботі [5] «блоки» характеризують розміром площі); блочні трі-

транспортних засобів, проте в цій статті з урахуванням матеріалів, наявних у вільному доступі, розглянуто положення стосовно дорожніх одягів.

щини з часом розвиваються на всю товщину шару асфальтобетону.



Рис. 2. Блочні тріщини

Під час проведення ідентифікації дефектів згідно з [5] для всіх типів пошкоджень категорії «розтріскування» визначають рівень ураження з кількісним оцінюванням у одиницях довжини або площі, за винятком розтріскування з утворенням відображених тріщин.

Категорія «ремонтні латки та вибоїни» (*patching and potholes*) відповідно до [5] охоплює, зокрема, ремонтні латки як пошкодження з певним обмеженням щодо розміру площі, де ремонтна суміш обов'язково містить заповнювач. Відремонтовану ремонтною латкою ділянку без дефектів характеризують як низький рівень ураження. Пошкодження/ремонтні латки ідентифікують також для ділянок, відремонтованих на всю ширину смуги, якщо довжина ділянки не перевищує певного значення (у протилежному випадку це є шар перекриття).

Вибоїни характеризуються певними обмеженнями за розмірами; оскільки цей тип пошкоджень має чашоподібну форму, розмір описують як діаметр кола, яке повністю охоплює вибоїну за контуром.

Категорія «деформація поверхні» (*surface deformation*) згідно з [5] охоплює колю та нерівності у вигляді горбкуватості. Колю характеризують за глибиною, проте умови випробувань (вимірювання) в різних системах стандартизації дещо різняться. Горбкуватість є деформацією, що виникає переважно на ділянках зі значним висхідним/низхідним градієнтом у поздовжньому профілі, а також у зонах гальмування та на поворотах. Рівень ураження може бути оцінено за впливом на їздові якості.

Категорія «дефекти поверхні» (*surface defects*) охоплює виступання бітуму, відполірованість заповнювача та викришування ма-

теріалу [5]. Дефекти поверхні можуть утворюватися водночас із розтріскуванням. Перший та останній дефекти поверхні асоціюють із неналежним кількісним та/або якісним складом асфальтобетону.

Дефект «викришування» може поєднуватися з дефектом «старіння» – в роботі [7] викришування та старіння характеризують як процес прогресуючого руйнування асфальтобетонного покриття внаслідок втрати заповнювача і бітуму, що розвивається вглиб шару асфальтобетону і який спричинено втратою адгезії між заповнювачем і бітумом.

Категорія «пошкодження змішаного типу» (*miscellaneous distresses*) відповідно до [5] охоплює спад до узбіччя на стику з проїзною частиною – такий спад у поперечному профілі підлягає вимірюванню – і викиди води / води з дрібними фракціями дисперсного матеріалу на поверхню крізь тріщини в монолітних шарах дорожнього одягу.

Пошкодження та дефекти дорожнього одягу з шовним бетонним покритвом

Згідно з [5] виділено чотири категорії пошкоджень та дефектів жорсткого дорожнього одягу з шовним бетонним покритвом з армованими або неармованими плитами: розтріскування; дефекти шва; дефекти поверхні; пошкодження змішаного типу.

Категорія «розтріскування» охоплює чотири типи пошкоджень: кутові (наріжні) розломи; розтріскування внаслідок неналежної довговічності; поздовжнє розтріскування; поперечне розтріскування. Кутовий розлом ідентифікують як тріщину, що перетинає суміжні поздовжній і поперечний шви та довжина пошкодженої наріжної ділянки вздовж країв плити не перевищує половину ширини плити.

У роботі [7] підкреслено, що кутовий розлом є вертикальною тріщиною на всю товщину бетону – на відміну від кутових відколів, де пошкодження охоплює лише частину шару бетону за товщиною. Кутовий розлом є втомне руйнування плити внаслідок циклічного впливу навантаження й може бути обумовлений також наявністю порожнин під плитою і слабкою, нестабільною основою.

Розтріскування внаслідок неналежної довговічності, або *D*-розтріскування (*durability cracking, D-cracking*), рис. 3, спостерігається переважно як результат впливу циклічного

заморожування-відтавання, наявності води в основі дорожнього одягу, властивостей і розміру крупного заповнювача.



Рис. 3. D-розтріскування бетонного покриття

Згідно з [7] виявлено негативний ефект від впливу заповнювачів з осадових гірських порід вапняків та доломітів, а такі чинники, як характеристики дрібних заповнювачів, уміст утягнутого повітря та марка і склад цементу практично не впливають на виникнення D-розтріскування.

Поздовжнє розтріскування відбувається майже паралельно до осьової лінії і може бути спричинене нестабільністю основи (осідання, здимання), неналежним проектуванням плит (надлишкова ширина), або утворюються як тріщини, що з'єднують наявні поперечні або діагональні тріщини; відповідно до [7] поздовжнє розтріскування бетонного покриття здебільшого не має характеру втомного розтріскування. Рівень ураження для цього типу пошкоджень залежить переважно від ширини тріщини, наявності і розміру відколів бетону і вертикального зміщення в зоні тріщини [5]. Під час ідентифікації цього типу пошкодження має значення відстань від шва.

Поперечне розтріскування відбувається майже перпендикулярно до осьової лінії. Для цього типу пошкодження ідентифікацію і визначення рівня ураження виконують аналогічно до поздовжнього розтріскування [5]. У роботі [7] зазначено, що цей тип пошкоджень є особливо характерним для шовного неармованого бетонного покриття; автори асоціюють поперечне розтріскування зі втомним руйнуванням. Оскільки найбільше напруження від коліс транспортних засобів виникає на зовнішньому краю плити, на середині між по-

перечними швами, поперечне розтріскування відбувається переважно на середині плити. Автори [7] вказують на різний характер розвитку поперечних тріщин для армованого і неармованого бетону плити. В армованому бетоні поперечні тріщини утворюються на ранніх стадіях внаслідок усадки висушування (для шовного бетонного покриття з армованими плитами – переважно на середині плити) і в подальшому, під дією циклічних навантажень від коліс транспортних засобів та інших впливів, може відбуватися руйнування арматури в місці тріщиноутворення, розвивається вертикальне зміщення в зоні тріщини.

У першоджерелах [4, 7] номенклатура видів розтріскування охоплює також утворення сітки волосяних тріщин (*crazing*) – чинниками є неналежне опорядкування та/або надлишок цементного тіста на поверхні. Згідно з [7] під час ідентифікації цього типу дефекту потрібно переконатися, що він не свідчить про лужно-силікатні реакції заповнювача, оскільки у такому разі дефект поширюється на всю товщину бетонної плити.

Категорія «дефекти шва» (*joint deficiencies*) згідно з [5] охоплює руйнування герметика в шві і відколи/викришування в зоні шва, де обидва типи дефектів для ідентифікації розділяють для поздовжніх і поперечних швів.

Руйнування герметика шва ідентифікують за будь-яким станом, що уможлиблює проникнення твердих нестисливих матеріалів або значної кількості води з поверхні крізь шов – інфільтрацію. До типових дефектів шва належить повна втрата герметика, його екструзія зі шва, окрихчування внаслідок окислення, руйнування адгезійного або когезійного характеру, проникнення чужорідних матеріалів у шов а також зростання рослин у шві.

Відколи/викришування в зоні шва ідентифікують за ознаками: розтріскування, розломи, викришування та знос краю плити близько шва, у межах певної відстані від шва. Рівні ураження для поздовжніх та поперечних швів устанавлюють за різними критеріями.

Категорія «дефекти поверхні» відповідно до [5] охоплює три типи дефектів: сітка дрібних усадкових тріщин та лущення; відполірованість заповнювача; раковини.

Утворення сітки дрібних усадкових тріщин не впливає на несну здатність дорожнього одягу, їздові якості та довговічність, проте

розвиток такого дефекту призводить до виникнення лушення, що впливатиме на довговічність та їздові якості.

Лушення ідентифікують як руйнування бетону на глибину від 3 мм до 13 мм, яке може виникати у будь-якій частині бетонної плити (рис. 4).



Рис. 4. Лушення

Дефект «відполірованість заповнювача» проявляється в зниженні зчеплення колеса з поверхнею покриття. Ідентифікація дефекту зазначеного типу не є застосовною щодо бетонних покриттів, де виконано шліфування алмазними дисками, хоча загальний опис стану поверхні дорожнього одягу для обох випадків є ідентичним.

Раковини ідентифікують як дефекти поверхні діаметром орієнтовно до 100 мм і глибиною до 50 мм, що утворюються переважно внаслідок насичування водою приповерхневих зерен крупного заповнювача з подальшим розширенням під час замерзання і відривом бетону на поверхні. Раковини не впливають на несну здатність дорожнього одягу, їздові якості та довговічність, не потребують ремонту, проте можуть спричинити утворення тріщин з просочуванням води і посилювати явище *D*-розтріскування.

Категорія «пошкодження змішаного типу» згідно з [5] охоплює шість типів пошкоджень: здимання; вертикальне зміщення в зоні поперечних швів або тріщин; спад у бік узбіччя на стику з проїзною частиною; відділення узбіччя від проїзної частини; ремонтні латки / руйнування ремонтних латок; викиди води / води з дрібними фракціями дисперсного матеріалу на поверхню.

Здимання (рис. 5) є пошкодженням, прияманним покриттям з армованими бетонними плитами [7].



Рис. 5. Здимання бетонного покриття

У Настанові [5] здимання ідентифікують як локалізоване переміщення вгору поверхні плит у зоні поперечних швів або працюючих тріщин, яке часто супроводжується подрібненням бетону. У роботі [7] зазначено, що здимання відбувається, коли плити розширюються і водночас спостерігається повне закриття шва. Власне здимання, а також подрібнення бетону в місці локалізованого переміщення вгору поверхні плит є вкрай небезпечним пошкодженням і потребує негайного ремонту.

Вертикальне зміщення в зоні поперечних швів або тріщин ідентифікують вимірюванням на певних відстанях від зовнішньої крайки плити – орієнтовно по зовнішній смузі кочення коліс. Якщо висота на плиті за швом (з урахуванням напрямку руху) є більшою, ідентифікують вертикальне зміщення як позитивне, і навпаки.

Спад у бік узбіччя на стику з проїзною частиною ідентифікують як різницю висот на зовнішньому краї проїзної частини та суміжного узбіччя; найчастіше спостерігається внаслідок осідання узбіччя (рис. 6).



Рис. 6. Спад у бік узбіччя на стику з проїзною частиною

Цей тип пошкоджень підлягає вимірюванню (рис. 6), як і ширина тріщини в місцях відділення узбіччя від проїзної частини.

Ремонтні латки / руйнування ремонтних латок відповідно до [5] ідентифікують як пошкодження з певним розміром площі, проте до цього типу дефектів відносять і заміну плити. Визначення рівня ураження ґрунтовано переважно на наявності пошкоджень власне ремонтної латки і вертикального зміщення на стику ремонтної латки і бетонної плити.

Категоризацію пошкоджень та дефектів дорожнього одягу з безперервно армованим бетонним покритвом детально не розглянуто через обмеження обсягу публікацій та практичну відсутність такого типу конструкцій у мережі автомобільних доріг України.

Загальне оцінювання стану дорожнього одягу за результатами ідентифікації пошкоджень з установленням рівня ураження прийнято виконувати за методологією визначення індексів стану дорожнього одягу *PCI* (*Pavement Condition Index*), як це розглянуто нижче.

Практика оцінювання стану дорожнього одягу за показником *PCI*

Одним із кількісних критеріїв оцінювання стану дорожнього одягу є індекс стану дорожнього одягу *PCI*, який ґрунтовано на спостережених пошкодженнях дорожнього одягу; *PCI* не дозволяє оцінювати несну здатність конструкції або, наприклад, іздові якості (рівність поверхні) дороги, проте є раціональним підґрунтям для вибору ефективної стратегії з визначення обсягів і пріоритетності робіт з експлуатаційного утримування й виконання ремонтів та реконструкції автомобільних доріг. Відповідну практику впроваджено в системі стандартів *ASTM*, де стандартизовано метод обстеження з визначення *PCI* для автомобільних доріг і відкритих стоянок автотранспортних засобів [8] і окремо – для аеропортів [9].⁴⁾

На рис. 7 наведено шкалу оцінювання стану дорожнього одягу, як її представлено в роботі [10] з посиланням на стандарт *ASTM* [8] та з пропонуваними автором статті українськими термінами для позначення стану дорожнього одягу.

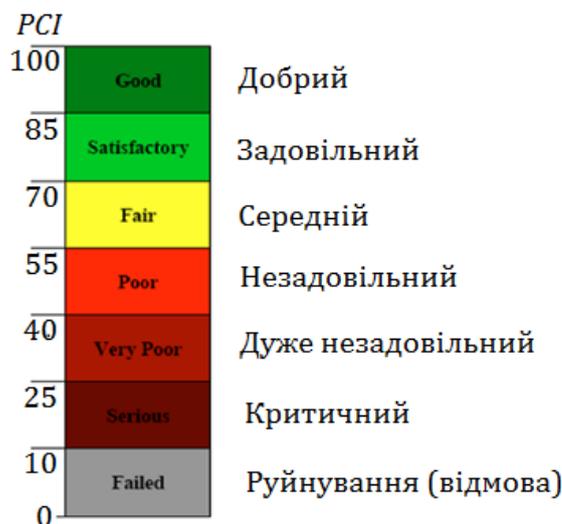


Рис. 7. Шкала оцінювання стану дорожнього одягу за *PCI*; англійська версія представлена авторами [10]

Для виконання стандартних обстежень з оцінювання *PCI* у системі стандартів *ASTM* упроваджено методологію застосування дедуктивних оцінок (*deduct values*), які є своєрідними ваговими коефіцієнтами, що дозволяють визначити «внесок» кожного наявного типу пошкодження, рівня ураження і щільності виникнення пошкодження у величину *PCI*; у цілому характер залежності значень *PCI* від величин дедуктивних оцінок є зворотним.

Згідно з даними [10, 11], для кожного типу пошкодження, відповідно до стандартизованої у [8] номенклатури пошкоджень, розроблено комплекс стандартних дедуктивних оцінок за низького, середнього та високого рівнів ураження, які видобувають за номограмами, що містять шкалу (вісь) щільності виниклих пошкоджень, криві рівнів ураження і шкалу (вісь) дедуктивних оцінок, що мають інтервал значень від 0 до 100.

Згідно з даними авторів [11] у розрахунках *PCI* у поширеній практиці застосовують спеціалізоване програмне забезпечення.

Під час виконання стандартних обстежень, які мають кінцевою метою визначення *PCI*, важливо раціонально виділяти ділянки, які будуть репрезентативними (однорідними) з точки зору конструкції дорожнього одягу, інтенсивності руху, експлуатаційного стану.

Кожна ділянка автомобільної дороги, з метою внесення даних і подальшої роботи з даними *PCI*, повинна мати належним чином задокументовані унікальні ідентифікатори: категорію, дані щодо геометричних параметрів

⁴⁾ У стандарті [9] згідно з інформацією, наведеною за посиланням <https://store.astm.org/d5340-23.html> на час роботи над цим матеріалом, стандартизовано величини в одиницях системи «дюйм-фунт».

рів дороги, дані щодо інтенсивності руху та складу транспортного потоку, дані щодо конструкції дорожнього одягу, архівні дані на час здійснення нового будівництва а також виконання робіт з будь-яких видів ремонтів, реконструкції, та щодо поточного стану дорожнього одягу, виходячи з останніх обстежень.

Висновки

Враховуючи викладене, доцільно на національному рівні забезпечити виконання робіт за двома взаємопов'язаними напрямками:

- розроблення національного термінологічного стандарту щодо пошкоджень та дефектів дорожнього одягу, який забезпечить узгодженість термінології різних систем стандартизації;

- розроблення та впровадження визначених у міжнародній практиці стандартних схем кількісного оцінювання стану дорожнього одягу, які забезпечать узгодженість стратегій експлуатаційного утримування й виконання ремонтів та реконструкції автомобільних доріг.

References

1. European Parliament and Council. (2008). Directive 2008/96/EC on road infrastructure safety management 16.12.2019. Retrieved from: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0096-20191216>
2. Frisoni, R., Dionori, F., Casullo, L., Vollath, C., Devenish, L., Spano, F., ... Stanghellini, A. (2014). European Parliament: Directorate General for Internal Policies. Policy Department b: structural and cohesion policies. Transport and tourism. Ip/b/tran/fwc/2010-006/lot1/c1/sc6. Eu road surfaces: economic and safety impact of the lack of regular road maintenance. Study, 230. Retrieved from: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2014/529059/IPOL_STU\(2014\)529059_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2014/529059/IPOL_STU(2014)529059_EN.pdf)
3. ASTM International. (2024). ASTM E1778-98a. Standard Terminology Relating to Pavement Distress, PA 19428-2959, United States.
4. Highway Research Board. National Research Council. National Academy of Sciences. National Academy of Engineering. (1970). Standard nomenclature and definitions for pavement components and deficiencies. Special Reports 113. Washington D.C., 39. Retrieved from: <https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/sr/sr113.pdf>
5. Miller, J. S., and Bellinger, W. Y. (2014). Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Program (Fifth Revised Edition). U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration. PUBLICATION №. FHWA-HRT-13-092, 146. Retrieved from: <https://highways.dot.gov/research/ltpdp/products/distress-identification-manual-long-term-pavement-performance-program-fifth-revised-edition>
6. Grivas, D. A., Schultz, B. C. and Waite, C. A. (1992). Determination of Pavement Distress Index for Pavement Management. Transportation Research Record, 1344, 75-80. Retrieved from:

trieved from:

<https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/trr/1992/1344/1344-010.pdf>

7. Hall, K. T., Correa, C. E., Carpenter, S. H., Elliot, R. P. (2001). NCHRP Web Document 35 (Project C1 -38): Contractor's Final Report. Rehabilitation Strategies for Highway Pavements. National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, National Research Council, 152. Retrieved from:

https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_w35-a.pdf⁵⁾

8. ASTM International. (2024). ASTM D6433-24 Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys., PA 19428-2959, United States. 47.

9. ASTM International. (2024). ASTM D5340-24 Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys., PA 19428-2959, United States. 63.

10. Feras, A. R. Temimi, Ameer Hadi M. Ali, Amenah, Hasan. (2021). The Pavement Condition Index (PCI) Method for Evaluating Pavement Distresses of The Roads in Iraq – A Case Study in Al – Nasiriyah City University of Thi-Qar Journal for Engineering Sciences, 11, 2, 17–23. Retrieved from: [http://www.doi.org/10.31663/tqujes.11.2.394\(2021\)](http://www.doi.org/10.31663/tqujes.11.2.394(2021))

11. Mubarak, M. (2014). Identification of Pavement Distress Types and Pavement Condition Evaluation Based on Network Level Inspection for Jazan City Road Network. The Journal of Engineering Research, 11, 1, 44-54. Retrieved from: <https://www.researchgate.net/publication/293117823>

⁵⁾ Додаток А цього звіту розміщено за посиланням https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_w35-b.pdf