

ВПЛИВ НАЯВНОСТІ ТРИЩИН НА МІЦНІСТЬ ДОРОЖНІХ КОНСТРУКЦІЙ

Коваленко Б.Р., ст. групи Д-43-20

bogdankovalenko@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Кіяшко І.В., к.т.н., професор,

kiv62@ukr.net

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

На даний час відбувається принципова зміна технічної та інвестиційної політики дорожньої галузі. Центр тяжіння поступово та неухильно буде переходити до експлуатації доріг. Пріоритетне значення надається ремонту та утриманню автомобільних доріг з метою приведення транспортно-експлуатаційного стану дорожньої мережі у відповідність до сучасних вимог транспортного руху. Найбільш відповідальним елементом одягу є покриття, тому підвищення довговічності дорожнього одягу в цілому та його верхнього шару – покриття, дуже актуальна і першочергова задача.

В результаті навантажень від коліс автомобілів дорожній одяг прогинається, потім поступово відновлюється до начального стану. При високих інтенсивностях та швидкості руху навантаження від коліс вантажних автомобілів можуть повторюватися через кожні 1,5-6 с.

Прогин від колеса важкого вантажного автомобіля поширюється на всі боки, утворюючи чашу радіусом до 3-4 м, яка переміщається по ходу руху автомобіля. Чаші прогинів частково перекривають одна одну, охоплюючи всю ширину смуги руху. При цьому в шарах дорожнього одягу виникають напруження стиснення, розтягування, вигину та зсуву.

Надмірна напруга від транспортних навантажень призводять до виникнення деформацій, а накопичення залишкових деформацій призводить до руйнування дорожнього покриття.

Дослідження роботи автомобільних доріг виділяють три періоди роботи дороги [3].

У перший період роботи покриттів, побудованих із застосуванням органічних в'язучих, відбувається інтенсивне формування стійкої коагуляційно-кристалізаційної структури шарів із мінеральних матеріалів та бітуму під дією механічних навантажень від руху транспортних засобів. У цей період відмови конструктивних елементів дорожнього одягу виникають головним чином унаслідок дії природно-кліматичних факторів та дефектів отриманих при будівництві.

Що стосується теорії надійності для елементів, які не підлягають певною мірою впливу зносу, ймовірність безвідмовної роботи визначається експонентною залежністю:

$$P_t = l^{-\lambda t} = l^{-t/T}, \quad (1)$$

де t – поточний час роботи, для якого визначається надійність конструктивного елемента;

λ – інтенсивність випадкових відмов;

T – середнє напрацювання вщерт, $T=1/\lambda$.

У другому періоді, як правило, відбувається стабілізація стану покриття, кількість відмов зменшується, настає більш менш постійний режим роботи дороги та її конструктивних елементів. Інтенсивність відмов λ практично постійна. Формула надійності при постійній інтенсивності відмов може набувати такого ж вигляду, як і в першому періоді роботи покриттів, однак чисельні значення надійності будуть інші.

У третьому періоді проявляється вплив зносу, викликаного старінням матеріалів, стиранням колесами автомобільного транспорту та накопиченими залишковими деформаціями.

Інтенсивність відмов починає різко зростати. У цей період відмови виникають внаслідок підвищеного деформування дорожнього одягу як складної системи, що складається з окремих елементів.

Імовірність безвідмовної роботи дорожнього одягу для третього періоду описується наступною залежністю.

$$P_t = f_1\left(\frac{T_{c.p} - t}{\sigma}\right), \quad (2)$$

де $T_{c.p}$ – період між суміжними реконструкціями (сумарна напрацювання за певний період або довговічність);

σ – середнє квадратичне відхилення.

На надійність роботи дорожніх покриттів значно впливають втомні явища.

Під надійністю дорожнього одягу розуміють можливість безвідмовної роботи конструкції протягом усього періоду експлуатації до ремонту. Кількісно рівень надійності є відношенням протяжності міцних (неушкоджених) ділянок до загальної протяжності одягу з відповідним значенням коефіцієнта міцності.

Механізм втомного руйнування представляється наступним чином - при проході колеса автомобіля максимальні розтягувальні напруги виникають в основі покриття, хоча вони істотно менше критичних через неоднорідність матеріалу. Локальні напруги часто істотно відхиляються від середнього значення, і в місцях, де вони перевищують межу пружності плівок бітуму, зв'язки рвуться. Повторне застосування навантажень призводить до накопичення розірваних зв'язків. В результаті через кілька циклів застосування навантажень в нижній частині покриття виникають дрібні тріщини, що об'єднуються потім у великі. Тріщини одночасно ростуть у двох напрямках: вгору та паралельно площині

покриття. При подальшому навантаженні тріщина проходить крізь покриття і стає видимою на поверхні [1.2].

Одна з головних причин утворення більшості тріщин це втома дорожнього одягу та їх недостатня міцність. Наскрізні тріщини є одним із основних видів руйнувань асфальтобетонних покриттів у всіх дорожньо-кліматичних зонах та є початком для розвитку інших видів руйнувань.

Споживчі властивості автомобільних доріг, їх транспортно-експлуатаційний стан, міжремонтні терміни служби дорожнього одягу та покриттів, надійність дорожньої конструкції значною мірою залежить від однорідності земляного полотна та дорожнього одягу. На стабільність земляного полотна та дорожніх одягів істотно впливають їх водно-тепловий режим та однорідність.

Внаслідок обстеження автомобільних доріг Харківської області виявлено закономірність зниження міцності дорожнього одягу нежорсткого типу залежно від наявності тріщин на покритті. Ця залежність яскравіше проявляється на ділянках доріг за відсутності або утруднення відведення вологи від земляного полотна автомобільних доріг (знижені місця рельєфу місцевості, відсутність дренажного шару, засміченість водовідвідних споруд тощо). Деякі результати обстеження доріг наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати обстеження автомобільних доріг на міцність в залежності від наявності тріщин на покритті

Найменування автомобільної дороги	Прив'язка	Періодичність поперечних тріщин	Інші різновиди тріщин	Міцність дорожнього одягу E, МПа
Київ-Харків-Довжанський М-03	444+500-445+400	2-3 м	повздожні.	167
	445+400-446+000	5-10 м	тріщини	181
	446+000-449+000	10-20 м	-	214
	449+000-450+000	20-30 м	-	248
Харків-Щербаківка М-27	26+400-27+200	5-10 м	повздожні.	182
	27+200-29+500	10-20 м	тріщини	211
	29+500-31+000	30-50 м	-	250
	31+000-38+800	10-20 м	-	228
Красноград-Полтава Р-18	45+550-46+800	5-10 м	-	190
	46+800-47+300	10-20 м	-	212
	47+300-47+700	5-10 м	косі тріщини	125
	47+700-48+400	20-30 м	-	280

При обстеженні дорожніх конструкцій було встановлено, що найбільша неоднорідність вологості та щільності, а отже, і міцності спостерігається у верхній частині земляного полотна, у місцях наявних або відремонтованих тріщин.

У цих місцях середня вологість ґрунту полотна на 15-30 % вище, проти місць, де не порушена поверхня покриття, що веде до значного зниження

щільності та міцності ґрунту та послаблення у цих місцях дорожньої конструкції загалом.

У місцях наявності тріщин на перезволожених ділянках під динамічними впливами важкого транспорту можуть утворюватися просідання. Тому дуже важливим є, особливо у весняний період, покращення водно-теплового режиму земляного полотна. У деяких випадках доцільно вдаватися до обмеження швидкості та інтенсивності руху, закриття руху для важких автомобілів.

Література

1. Слобідчиків Ю.В. Умови експлуатації та надійності роботи автомобільних доріг. - К.: Вища школа, 1987 - 128 с.
2. Золотар І.А. Підвищення надійності автомобільних шляхів - К.: Вища школа, 1987 - 183 с.
3. Сіденко В.М., Міхович С.І. Експлуатація автомобільних доріг - К.: Вища школа, 1976 - 287 с.
4. ДСТУ 8954:2019. Автомобільні дороги. Оцінювання рівня дефектності дорожнього одягу. Київ ДП «УкрНДНЦ», 51. – Чинний від 2020-01-12.
5. ДСТУ 9196:2022 «Автомобільні дороги. Правила призначення ремонтних заходів» // Київ ДП «УкрНДНЦ» 2022 - 7 с.– Чинний від 2023-06-01.