

УДК 625

к.т.н., доцент Талах Л.О., к.т.н. Шимчук О.П.,
Луцький національний технічний університет

АНАЛІЗ ПРИЧИН УТВОРЕННЯ ТРІЩИН У ДОРОЖНІХ ПОКРИТТЯХ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЇХ УСУНЕННЯ

Проаналізовані причини виникнення тріщин в дорожніх покриттях. Відмічені дослідження вчених по розробці критеріїв тріщиностійкості дорожніх покриттів і відповідних показників стійкості асфальтобетону до утворення тріщин. Вибір правильного критерію зумовлює успіх заходів щодо забезпечення тріщиностійкості покриття.

Ключові слова: дорожнє покриття, тріщина, тріщиностійкість.

Пошкодження дорожніх покриттів в процесі експлуатації значно зменшують їх термін служби. Так, замість закладених 15–20 років найбільш поширені асфальтобетонні покриття виходять з ладу через 6–8 років. Через відсутність достатньої кількості засобів, роботи по ремонту відкладаються на невизначений термін. В результаті площа пошкоджень може досягати до 60 %–80 % від загальної площі покриття [1].

До основних видів руйнувань асфальтобетонних покриттів залежно від характеру, місцезнаходження і величини відносяться тріщини, вибоїни, латки, колійність, лущення, руйнування кромки [2]. Одним із видів руйнування дорожнього покриття є повздовжні і поперечні тріщини, старіння матеріалу, що виникають в результаті порушення технології укладання дорожнього покриття, температурних перепадів, дії навколишнього середовища. Ці тріщини можуть виявитися вже через 1-2 роки після зміни дорожнього покриття. Виникнення і подальший розвиток тріщин є основною причиною виникнення в дорожніх покриттях дефектів, що вимагають проведення ремонтних робіт. Саме через тріщини вода проникає з поверхні покриття в його товщу, що неминуче приводить до прискореного розвитку тріщин і руйнування покриття.

Дорожній одяг не може бути абсолютно тріщиностійким. Проте застосування ефективних методів боротьби з тріщиноутвореннями дозволило б збільшити терміни служби покриттів, понизити витрати на їх утримання та ремонт за рахунок підвищення стійкості шарів до тріщин, що з'являються.

Багато вчених, як в нашій країні – В.В. Мозговий, В.В. Беглецов, С.Й. Солодкий, у Білорусії В.А. Веренько, В.Н. Яромко, В.П. Крюків; у Росії – А.М. Богуславський, Л.Б. Гезенцевей, Н.В. Горелишев, В.Д. Казарновський, В.А. Кретов, А.Р. Красноперов, В.Н. Кононов, Б.С. Радовський, А.В. Руденський, Ю.Е. Никольський, так і в інших країнах – Д. Соуса, П. Періс, Д. Кокс, Р. Ву, К.

Моносміт, Ф. Зоу, Р. Літтон, В. Когейл – проводили дослідження із вивчення процесів тріщиноутворення. Велика робота виконана як із вдосконалення складу асфальтобетону, так і по розробці конструктивно-технологічних заходів для зниження тріщиноутворення.

Критерії температурної тріщиностійкості, як емпіричні, так і експериментально-теоретичні, запропоновані А.М. Богуславським, Б.І. Ладигінім, В.В. Мозковим, Б.С. Радовським.

Велика увага приділена цьому питанню в роботах В.А. Веренько. Він запропонував матеріалознавчий критерій тріщиностійкості (індекс тріщиностійкості ІТ), який відображає здатність матеріалу дорожнього покриття чинити опір появі температурних тріщин [3].

Обґрунтуванням критеріїв оцінки тріщиностійкості, зроблених на порівнянні виникаючих у покриттях деформацій і напружень, обчислених за різними залежностями, з аналогічними граничними величинами для асфальтобетону зроблено В.А. Кретовим, В.Д. Казарновським, А.Р. Красноперовим [4].

Вчені у всьому світі надають велике значення різним чинникам, які впливають на інтенсивність тріщиноутворення. У європейських країнах значна увага приділяється дослідженням властивостей реологій дорожніх бітумів і полімерно-бітумних в'язучих. У Японії велике значення надається аналізу результатів натурних спостережень за утвореннями тріщин в процесі експлуатації асфальтобетонних покриттів: встановлено, що кількість поперечних тріщин залежить не тільки від кліматичних, транспортних і матеріалознавчих чинників, але і від конструкції дорожнього одягу, зокрема, від коефіцієнта тертя асфальтобетону по підстилаючому шару. Аналогічні підходи до оцінки тріщиностійкості можна знайти і в численних публікаціях російських учених [5].

В ході аналізу наукових публікацій можна відмітити, що при оцінці тріщиностійкості асфальтобетонних покриттів повинен переважати комплексний підхід. Потрібно одночасно враховувати особливості конструкції дорожнього одягу, властивості матеріалів, градієнти розподілу температур, зовнішні навантаження і багато інших чинників. Тому завдання розробки критеріїв тріщиностійкості не є простим [3, 6]. Мета роботи:

- проаналізувати причини утворення тріщин у дорожніх покриттях;
- вивчити технології усунення тріщин у дорожніх покриттях.

Основними причинами руйнувань покриття у вигляді тріщин є: дія транспортних навантажень, перепади температур від позитивних до мінусових, низькі мінусові температури, тріщини та шви в шарах, які пролягають нижче, відмінність теплофізичних властивостей матеріалів шарів суміжних покриттів,

нерівномірне ущільнення земляного полотна і шарів дорожнього одягу, утворення випучень, які супроводжуються виникненням сітки тріщин у дорожньому одязі.

Залежно від природи тріщиноутворення тріщини можна класифікувати на:

– відображені тріщини: виникають в результаті концентрації напруження в асфальтобетоні над швами і тріщинами основи при переміщеннях плит і блоків основи;

– температурні тріщини: утворюються внаслідок виникнення температурного напруження при охолодженні покриття, як правило, після закінчення декількох років унаслідок старіння бітуму, із-за чого асфальтобетон втрачає свою деформаційну здатність при мінусовій температурі;

– силові тріщини: утворюються внаслідок виникнення напруження від дії транспортного навантаження при недостатній здатності несучої основи, або при недостатній міцності асфальтобетону на згин;

– технологічні тріщини: виникають в результаті неправильного підбору складу асфальтобетонної суміші, порушення технології влаштування шарів і ущільнення суміші, а також у місцях подовжніх і поперечних сполучень суміжних смуг асфальтобетонного покриття;

– втомні тріщини: виникають переважно у вигляді поперечних тріщин на нижній поверхні дорожнього покриття внаслідок прогину шарів дорожнього одягу, потім протягом 6–12 років залежно від інтенсивності руху і кліматичних чинників проникають на всю товщину дорожнього покриття; можуть також розвиватися від поверхні покриття вниз.

У будь-якому випадку основний вплив на роботу дорожніх покриттів і безпосередньо процес утворення тріщин на них надають транспортні навантаження і весь комплекс погодно-кліматичних умов. Під впливом транспортного навантаження асфальтобетонне покриття працює на згин, максимальне розтягуюче напруження виникає в нижній зоні, а його величина залежить від товщини покриття, співвідношення модулів пружності покриття і основи [7]. В результаті можуть утворюватися силові одиночні тріщини з відгалуженнями і викривленнями, розташовані під різними кутами до осі проїжджої частини. Крім того, дія транспортного навантаження може викликати появу відображених тріщин у верхньому шарі покриття внаслідок вертикального зсуву нижнього асфальтобетонного шару або цементобетонних плит, який виникає під час переходу колеса з одного краю тріщини на інший [8].

До важливих погодно-кліматичних чинників, які впливають на працездатність дорожнього одягу, слід віднести температуру і вологість повітря, сонячну радіацію, середню кількість опадів. Дія вищеперелічених чинників може викликати в асфальтобетонних покриттях розтягування від

примусового стиснення при охолодженні, деформації від зміни вологості асфальтобетону при частому переході температури через 0°C , згин покриттів унаслідок нерівномірного підняття при промерзанні та зпученні ґрунту земляного полотна, а також із-за неможливості викривлення монолітного покриття при різниці температур вгорі і внизу покриття.

Розглядаючи асфальтобетонні шари на цементобетонній основі, необхідно відмітити, що добові коливання температур викликають не тільки горизонтальне переміщення в цементобетонному шарі, вони також є причиною згину та викривлення самої плити, що створює зсув і розтягуючі напруження в нижній частині асфальтобетонного шару над швом або тріщиною [9]. Окрім температури повітря значний вплив на поверхню покриття має сонячна радіація. В результаті добового коливання температур, явища температурного розширення-стиснення, дії на дорожнє покриття сонячного випромінювання в покритті виникають температурні і відображені тріщини. Їх появу викликає розтягуюче напруження, яке виникає, головним чином, при різких перепадах температури повітря: асфальтобетон стає крихким, відбувається нерівномірне охолодження конструктивних шарів дорожнього одягу і примусове скорочення покриття при охолодженні.

Деякі автори в своїх роботах основною причиною появи відображених тріщин називають дію температурних коливань, яка спричиняє концентрацію температурного напруження у верхньому шарі покриття або посилення, внаслідок чого відбувається порушення зчеплення між шарами, або тріщина поширюється у вищерозміщений шар. У деяких роботах передбачається, що температурне напруження ініціюється швидким охолодженням верхнього шару, що приводить до виникнення критичного розтягуючого напруження, яке викликає розвиток тріщин. Окрім того, є думки, що найбільш важливий вплив має розкриття тріщин в результаті згину конструкції дорожнього одягу [9, 10].

Чинник наявності транспортного навантаження надає несприятливу дію на дорожнє покриття в основному у весняний період; чинники охолодження покриття – особливо сильно при різкому пониженні температури, як правило, на початку зими і початку весни. Отже, дія цих чинників відбувається роками. Проте максимальне розтягуюче напруження від руху виникає в нижній зоні покриття, а від природних чинників – у верхній, що дозволяє зробити припущення про те, що тріщиностійкість за умовами руху не залежить від тріщиностійкості за умовами дії природних чинників.

Що стосується природних чинників, основним можна назвати розтягування асфальтобетону від примусового стиснення при охолодженні. В цьому випадку тріщиностійкість, на думку Б. І. Ладигіна, забезпечується тільки

шляхом регулювання властивостей асфальтобетону відповідно до вимог для відповідних кліматичних умов.

Для нашої країни наявність дорожніх тріщин є явищем звичайним, не дивлячись на те, що дана проблема вимагає вирішення.

Сучасні методи ремонту повинні забезпечувати водонепроникність покриття дороги, запобігти проникненню вологи, підвищити стійкість і адаптувати дорожнє полотно до умов тієї місцевості, де воно прокладене.

Дослідники і розробники матеріалів дорожніх покриттів активно займаються вирішенням таких проблем, як зростаюча інтенсивність навантаження. Об'єми виробництва нарощуються стрімкими темпами, населення активніше користується автомобілями, все це не можна не враховувати. Сучасні дорожні матеріали повинні бути еластичнішими, ніж їх попередники, тільки тоді дорожнє покриття зможе витримати інтенсивний рух автомобільних потоків.

Існують багато технологій для усунення дефектів дорожнього одягу. Деякі з них наведені нижче.

Отже, інженерна технологія. Даний вид є найбільш вигідним варіантом в усуненні вибоїн і тріщин. Тут використовується устаткування, за допомогою шланга через який щебінь просувається в головку змішувача і перемішується в ній з бітумом. Дану суміш укладають на ділянку дороги, що має пошкодження. Заздалегідь його очищають від забруднень і пилу. Реалізація даного виду ремонту дороги можлива з використанням винятково лише спецтехніки, якою є навісні і причіпні машини.

Наступна технологія усунення дефектів визначається тонкошаровим холодним укладанням. Тут використовується невелика маневрена машина, яка готує суміш на основі цементу, бітумної емульсії, води, аддитивів і мінеральної суміші. Готову суміш подають на ділянку дороги, яка вимагає проведення ремонтних робіт. Уручну дана суміш розподіляється тонкими шарами по поверхні ділянки. Через півгодини після проведення дорожніх робіт ті ділянки, які були відремонтовані, вже повністю готові до експлуатації.

Третім видом ремонтних робіт є ремонт дороги з використанням литого асфальту. Це найбільш надійний і якісний метод, який усуває тріщини і різного роду дефекти. Проте якість даної технології безпосередньо пов'язана з витратами на проведення ремонту. Литий асфальт є сумішшю, що не має порожнин, утворену на основі наповнювача, бітуму, щебеню та піску, розділених, у свою чергу, на фракції. З пошкодженої ділянки знімається асфальт з використанням відбійного молотка або фрези. Випрямлення країв здійснюється нарізником швів, далі його очищають від забруднень, що

утворилися. Після цього між дорожнім покриттям і литим асфальтом укладається бітумна стрічка, яка дозволяє зберегти герметичність.

Сучасні технології і устаткування дозволяють зробити санацію тріщин дорожнього покриття одним з найбільш ефективних способів підтримки полотна в робочому стані. Метод санації тріщин дає сьогодні можливість, заощадивши значні матеріальні, тимчасові і трудові ресурси, відстрочити капітальний ремонт, не погіршуючи при цьому експлуатаційні характеристики магістралей. Відомо, що асфальтобетонне покриття приходить в непридатність під впливом цілого ряду чинників, серед яких сезонний перепад температур, навантаження, механічні дії і ін. Основне завдання при ремонті дорожніх тріщин - створити бар'єр для води, яка проникає через них в шари дорожнього одягу, що пролягають нижче.

Запобігання розвитку дефектів покриття шляхом герметизації тріщин в початковій стадії їх утворення (не допускаючи їх розвитку до дефектів, що вимагають ямкового ремонту) є найбільш ефективним і економічним способом забезпечення експлуатаційних характеристик дорожніх покриттів. Своєчасне проведення санації забезпечує попередження розвитку тріщин на період до 5 — 7 років експлуатації дорожнього покриття. Відповідно, на цей термін виключається і необхідність проведення більшої частини ямкового ремонту.

Найбільш ефективним методом усунення даного дефекту і захисту покриття від руйнування на декілька років, на нашу думку, є оброблення і заливка тріщини спеціальними мастиками-герметиками.

Метод заснований на необхідності механічного видалення зруйнованого і окисленого дефектного шару покриття на певну глибину уздовж напрямку розвитку тріщини і створення «резервуару» правильної геометричної форми для подальшого його заповнення герметизуючим матеріалом.

Допускається застосування герметиків і для асфальтобетонних і цементобетонних (відповідно) покриттів. Герметик може застосовуватися для внесення до швів і тріщин під тиском або самопливом. Для усунення більш видимих, аварійно небезпечних дефектів покриття, таких як деформації, руйнування, лущення, розкриті тріщини, сітки тріщин, сколи, вибоїни, ями, колійність використовують струменево-ін'єкційну технологію.

Струменево-ін'єкційна холодна технологія на дорожніх покриттях за допомогою бітумної емульсії є зараз однією з найбільш передових і прогресивних, не дивлячись на те, що в деяких країнах Європи і в Америці вона з успіхом застосовується вже давно.

Суть її полягає в тому, що всі необхідні операції виконуються робочим органом однієї машини (установки) самохідного або причіпного типу.

Підготовка вибоїни до ремонту зводиться фактично тільки до ретельного її очищення від пилу, сміття і вологи шляхом продування високошвидкісним струменем повітря і до обробки поверхні вибоїни бітумною емульсією. Операція обрізки, розлому або фрезерування асфальтобетону навколо вибоїни в цій технології не проводиться.

1 Пошкодження, що виникають в дорожніх покриттях в процесі експлуатації, значно зменшують термін їх служби. При цьому тріщини складають 60 % від загальної кількості руйнувань покриттів. Це свідчить про актуальність проблеми тріщиноутворень у дорожньому будівництві і необхідності знайти ефективні вирішення підвищення тріщиностійкості покриттів і ліквідації тріщин, які вже утворилися.

2 Велика робота виконана вченими як із вдосконалення складу асфальтобетону, так і по розробці конструктивно-технологічних заходів щодо зниження тріщиноутворення. Матеріалознавчий підхід ефективний при запобіганні появі температурних тріщин. Конструктивні рішення направлені на боротьбу з відображеними тріщиноутвореннями, проте ці заходи є тимчасовою мірою, здатною уповільнити розвиток відображених тріщин до 3–4 років. Ефективного комплексного вирішення проблеми утворення тріщин на дорожніх покриттях, об'єднуючого в собі матеріалознавчий підхід і конструктивно-технологічний, на сьогоднішній день немає.

3 З метою підвищення термінів служби дорожніх покриттів автори вважають за доцільне включити в розрахунок дорожнього одягу як одне з основних критерій тріщиностійкості покриття. Критерій тріщиностійкості асфальтобетону повинен характеризувати дійсні умови роботи матеріалу, дійсний його напружений стан, кліматичні особливості району проходження автомобільної дороги, що дозволить цілеспрямовано і ефективно підвищити якість і стійкість асфальтобетону до утворення тріщин. Крім того, важливо враховувати в цьому показнику особливості конструкції дорожнього одягу.

Література

1. Носов, В.П. Увеличение сроков службы дорожных одежд – стратегическая задача дорожной науки / В.П. Носов // Автомобильные дороги. – 2006. – № 12. – С. 81–86.
2. Леонович, И.И. Диагностика и управление качеством автомобильных дорог: учеб. пособие / И.И. Леонович, С.В. Богданович, И.В. Нестерович. – Минск: Новое знание, 2011. – 350 с.
3. Веренько В.А. Деформации и разрушения дорожных покрытий: причины и пути устранения / В.А. Веренько. – Минск: Беларуская Энцыклапедыя імя П. Броўкі, 2008. – 304 с.

4. Метод количественной оценки температурной трещиностойкости асфальтобетонных покрытий, устраиваемых на основаниях со швами и трещинами: тр. ГП «РосдорНИИ», вып. 10; А. Кретов, В.Д. Казарновский, А.Р. Красноперов. – М., 2000.
5. Проектирование состава асфальтобетона и методы его испытаний. Автомобильные дороги и мосты: обзорная информация «СоюздорНИИ», вып. 6. – М., 2005.
6. Волков М.И. Дорожно-строительные материалы /М.И. Волков, И.М. Борщ, И.М. Грушко, И.В. Королев. – М.: Транспорт, 1975. – 527 с.
7. Прочность и долговечность асфальтобетона /под ред. Б.И. Ладыгина. – Минск: Наука и техника, 1972. – 187 с.
8. Mukhtar, M. Interlayer Stress Absorbing Composite (ISAC) for Mitigating Reflection Cracking in Asphalt Concrete Overlays, Project IHR-533, Report No. UILU-ENG-96-2006, Illinois Cooperative Highway Research Program, Illinois Department of Transportation /M. Mukhtar, B. Dempsey. – 1996.
9. Nunn, M. An investigation of reflection cracking in composite pavements in the United Kingdom, Proceedings of 1st International RILEM Conference on Reflective Cracking in Pavements, Assessment and Control, Liege University, Belgium, Edited by J. M. Rigo et al., March 1989.
10. Lytton, R. L. Use of Geotextiles for Reinforcement and Strain Relief in Asphaltic Concrete. Geotextiles and Geomembranes /R.L. Lytton. – 1989. – Vol. 8. – P. 217–237.

Аннотация

В статье проанализированы причины возникновения трещин в дорожных покрытиях. Отмечены исследования ученых по разработке критериев трещиностойкости дорожных покрытий и соответствующих показателей устойчивости асфальтобетона к образованию трещин. Выбор правильного критерия предопределяет успех мероприятий по обеспечению трещиностойкости покрытия.

Ключевые слова: дорожное покрытие, трещина, трещиностойкость.

Annotation

The reasons of the appearance of cracks in road pavements have been analyzed in the article. The studies of scientists on development of pavement crack resistance criteria and corresponding parameters of asphalt concrete stability to crack formation have been noted. A choice of the correct criterion predetermines progress in measures on preventing crack formation in road pavements.

Keywords: travelling coverage, crack, crackfirmness.