

УДК 625.8

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2019.84.0.82

ЩОДО КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ГЕРМЕТИЗАЦІЇ ТРІЩИН В АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТЯХ

Жданюк В.К.¹, Воловик О.О.¹, Біжан О.П.¹,

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Циркунова К.В.²,

²ДП «Укрдорінвест», м. Київ, Гнатенко Р.Г.³, ³ТОВ «Вишень», м. Київ

Анотація. Запропоновано класифікацію тріщин в асфальтобетонних покриттях дорожніх одягів, описано конструктивно-технологічні особливості підготовки і герметизації тріщин.

Ключові слова: асфальтобетонне покриття, тріщина, герметизуючий матеріал, температура, конструктивне рішення.

Вступ

Асфальтобетонні шари покриття дорожніх одягів автомобільних доріг розташовані в зоні максимального впливу температури зовнішнього середовища. Одночасно вони сприймають найбільший питомий тиск коліс транспортних засобів і тому за низьких температур експлуатації є найбільш вразливими щодо утворення тріщин.

Руйнування асфальтобетонного шару покриття у вигляді тріщин сприяють швидкому доступу води в шари основи дорожнього одягу та робочий шар ґрунту земляного полотна. В результаті перезволоження робочого шару земляного полотна та шарів основи конструкція дорожнього одягу в зоні тріщин може швидко втратити несучу здатність. Тому герметизацію тріщин в асфальтобетонному шарі покриття дорожнього одягу необхідно виконувати на початковій стадії їх утворення.

В Україні значна частина автомобільних доріг з нежорстким дорожнім одягом, особливо місцевих, експлуатується упродовж тривалого періоду із тріщинами в асфальтобетонних шарах. Викришування асфальтобетону в зоні кромки розкритих тріщин у процесі тривалої експлуатації дорожнього одягу є наступним етапом руйнування шару покриття. Ремонт шару покриття з таким видом руйнування є значно дорожчим, ніж витрати на герметизацію тріщин.

Аналіз публікацій

Бітумінозні герметизуючі матеріали гарячого застосування є найбільш поширеними під час виконання робіт з герметизації тріщин в асфальтобетонних покриттях дорожніх одягів.

В Україні загальні вимоги до матеріалів для герметизації тріщин в асфальтобетонному покритті дорожнього одягу нормуються

[1] та низкою технічних умов на конкретний вид герметизуючих мастик, власниками яких є виробники цих матеріалів. Ці нормативні документи поширюються на матеріали для герметизації швів та тріщин у покриттях дорожніх одягів автомобільних доріг загального користування, вулиць населених пунктів, площ, проїздів, доріг і майданчиків промислових та сільськогосподарських підприємств.

В [1] нормовані вимоги до основних властивостей герметизуючих матеріалів, у тому числі й бітумінозних гарячого застосування. Серед них – температура розм'якшення, пенетрація та дуктильність за температури 25 °С, температура крихкості, гнучкість за низьких температур, водопоглинання, зміна температури розм'якшення після прогріття, щільність, еластичність та зчеплюваність із поверхнею гранітного щебеню.

Значна кількість досліджень [2–5] присвячена дослідженню та покращенню фізико-механічних і технологічних властивостей герметизуючих матеріалів. Менш дослідженим є вплив технологічних режимів виконання робіт на довговічність герметизованих тріщин [6, 7].

Результати аналізу чинних в Україні нормативно-технічних документів [8–10] вказують на те, що на сьогодні вимоги до конструктивних рішень та технологічних режимів герметизації тріщин в асфальтобетонних покриттях дорожнього одягу є недостатньо нормованими та регламентованими.

Мета і постановка завдання

На основі досвіду науково-технічного супроводу робіт з оцінки фактичного стану нежорстких дорожніх одягів у різних регіонах України можна констатувати, що тріщини в асфальтобетонному покритті утворюються в різних місцях, мають різні напрямки

і обриси, ширину, глибину і довжину. Кількість тріщин, їх частота розташування на покритті, довжина та ширина розкриття за низьких температур залежать від строку експлуатації дорожнього одягу. Проте дотепер загальноприйнята класифікація тріщин у нормативно-технічних документах України відсутня. Відсутні також чіткі настанови стосовно конструктивних рішень щодо підготовки тріщин до герметизації з урахуванням ширини їх розкриття та технології виконання робіт.

Метою роботи є розробка конструктивно-технологічних рішень щодо герметизації тріщин в асфальтобетонних покриттях з урахуванням їх ширини та активності.

Класифікація тріщин в асфальтобетонних покриттях дорожніх одягів

На основі узагальнення результатів науково-технічного супроводу та різних джерел інформації можна запропонувати наступну класифікацію тріщин в асфальтобетонних шарах дорожнього одягу за шириною та величиною їх розкриття при сезонних коливаннях температури:

1. За шириною тріщини в асфальтобетонному шарі покриття дорожнього одягу поділяють на:

- вузькі – максимальна ширина у розкритому стані менш ніж 3 мм;
- середні – від 3 мм до 15 мм включно;
- широкі – більш ніж 15 мм.

2. За шириною розкриття при сезонних коливаннях температури тріщини поділяють на:

- активні – розкриття тріщини більш ніж 2 мм;
- неактивні – розкриття тріщини менш ніж 2 мм.

Технології виконання робіт із герметизації тріщин

Герметизацію тріщин можна виконувати з попереднім нарізанням жолоба прямокутної форми в зоні тріщини або без нарізання жолоба. Найкращим періодом герметизації тріщин є кінець літа – середина осені, коли температура покриття забезпечує розкриття тріщин на ширину між максимальною та мінімальною.

Вузькі неактивні й активні тріщини доцільно герметизувати з використанням герметизуючих матеріалів (ГМ) гарячого застосування, бітумно-полімерними стрічками або бітумною емульсією марки ЕКШМ-70 згідно

з ДСТУ Б В.2.7-129 без нарізання жолоба. За умови використання емульсії ЕКШМ-70 показник еластичності залишкового в'язучого повинен становити не менше 70 %. Більша довговічність властива герметизованій тріщині з використанням ГМ гарячого застосування.

Середні тріщини, активні й неактивні, рекомендується герметизувати з нарізанням жолоба та використанням бітумно-полімерних герметиків або мастик гарячого застосування.

Широкі тріщини, більш за 15 мм і до 20 мм, активні та неактивні, за відсутності руйнування крайок можна герметизувати з використанням бітумно-полімерних герметиків або мастик гарячого застосування без нарізання жолоба.

Тріщини шириною більше, ніж 20 мм, зі зруйнованими крайками, щільну сітку тріщин необхідно усувати ремонтом асфальтобетонного покриття. Ремонт може включати влаштування поверхневої обробки або захисного шару з литих емульсійно-мінеральних сумішей, фрезерування та укладання нової асфальтобетонної суміші тощо.

Тріщини з попередньо нарізаним жолобом можна герметизувати з напуском або без напуску ГМ на поверхню асфальтобетонного покриття.

Технологія герметизації тріщин заповненням створеного жолоба бітумно-полімерною мастикою або герметиком гарячого застосування з напуском ГМ на поверхню асфальтобетонного покриття забезпечує найбільшу герметичність та довговічність загерметизованої тріщини, порівняно з герметизацією заповненням створеного жолоба врівень з асфальтобетонним покриттям, або без нарізання жолоба. Вказану технологію необхідно використовувати для герметизації тріщин шириною не більше, ніж 20 мм.

Створення жолоба необхідно виконувати на всю довжину тріщини нарізником швів зі твердосплавним фрезерним диском. Основною метою створення жолоба є видалення рихлого окисленого шару асфальтобетону по глибині жолоба. Ширину жолоба в асфальтобетонному покритті прямокутного або квадратного перерізу необхідно створювати як мінімум на 10 мм ширшою за тріщину. Створювати V-подібну форму жолоба не рекомендується, оскільки це сприяє швидкому відшаруванню ГМ від загерметизованої поверхні. З метою зменшення площі контакту ГМ з шинами транспортних засобів та запобігання його витисканню з жолоба макси-

мальна ширина останнього повинна бути не більше, ніж 30 мм. При створенні жолоба шириною не більше, ніж 20 мм, доцільно приймати відношення ширини (B) до глибини (h) рівним 1:1, а у разі створення жолоба шириною більше, ніж 20 мм приймають $B:h=2:1$. Заповнені бітумно-полімерною мастикою або герметиком гарячого застосування жолоби шириною 30 мм та глибиною 15 мм, шириною 25 мм та глибиною 12 мм, та шириною 10 мм і глибиною 10 мм зазвичай служать добре.

Після створення жолоба його необхідно очистити від пилу, залишків фрезерованого асфальтобетону та вологи високошвидкісним потоком гарячого повітря із застосуванням «теплого списа» для забезпечення міцного зчеплення між ГМ та стінками жолоба. Очищення можна також проводити механічним способом з використанням обладнання з металевими щітками з наступним висушуванням жолоба та тріщини високошвидкісним потоком гарячого повітря. Потрібно повністю видаляти залишки з поверхні покриття в зоні жолоба, щоб пил не потрапив у жолоб безпосередньо перед його заповненням ГМ. Температура стисненого повітря, що виходить з «теплого списа», повинна бути не більше, ніж 500 °С, щоб ефективно видалити вологу без перегрівання асфальтобетону в зоні жолоба. Перегрівання може викликати зниження міцності зчеплення ГМ із поверхнею асфальтобетону у жолобі.

У випадку наскрізної тріщини в асфальтобетонних шарах шириною більше, ніж 5 мм, на дно створеного жолоба рекомендується укласти ущільнювальний шнур, з метою запобігання прилипанню ГМ до дна жолоба та утворення тристороннього з'єднання по периметру, а також для обмеження глибини заповнення тріщини та перевитрат ГМ. Ущільнювальний шнур необхідно використовувати тільки тоді, коли вартість його укладання є меншою, ніж повне заповнення тріщини та жолоба ГМ. Перед заповненням жолоба ГМ його стінки доцільно підгрунтувати згідно з рекомендаціями виробника ГМ, для підвищення зчеплюваності бітумно-полімерної мастики або герметика з ними.

Заповнення створеного жолоба бітумно-полімерною мастикою або герметиком гарячого застосування з напуском ГМ на поверхню асфальтобетонного покриття рекомендується виконувати з використанням спеціальних плавильно-залівальних машин з розподільчою камерою у формі праски або прямокутника (без дна) шириною 50–70 мм.

Плавильно-залівальні машини повинні забезпечувати:

- рівномірний нагрів усього об'єму бітумно-полімерної мастики або герметика і підтримку їх робочої температури;

- стабільну подачу ГМ під тиском у жолоб над тріщиною з мінімальною втратою температури;

- постійний автоматизований контроль робочої температури ГМ і роботи устаткування.

Товщина ГМ у напуску на асфальтобетонне покриття не повинна перевищувати 1–2 мм. На ділянках із ризиком відриву ГМ від асфальтобетонного покриття під час снігоочищення його потрібно заливати врівень із крайками.

Для зменшення негативного впливу високої технологічної температури на властивості бітумно-полімерної мастики або герметика її необхідно нагрівати до найнижчої температури, рекомендованої постачальником матеріалу. Наприклад, якщо рекомендована температура нагрівання ГМ становить 175–195 °С, його потрібно нагрівати до температури 175 °С. Необхідно уникати тривалого нагрівання бітумно-полімерної мастики, а також її остигання та повторного нагрівання.

Для технології герметизації тріщин заповненням створеного жолоба бітумно-полімерною мастикою або герметиком гарячого застосування із напуском ГМ на поверхню асфальтобетонного покриття рекомендується приймати конструктивні рішення, які наведено на рис. 1.

Для технології герметизації тріщин заповненням створеного жолоба ГМ гарячого застосування врівень із поверхнею асфальтобетонного покриття рекомендується використовувати конструктивні рішення, які наведено на рис. 2.

Заповнення створеного жолоба ГМ врівень із поверхнею асфальтобетонного покриття рекомендується виконувати з використанням спеціальних плавильно-залівальних машин із трубчатим наконечником на кінці штанги (без розподільчої камери).

Без створення жолоба рекомендується герметизувати вузькі тріщини, активні й неактивні, якщо через 1–3 роки планується ремонт дорожнього одягу способом нарощування шарів із попереднім фрезеруванням існуючого шару. На ділянках без ризику відриву ГМ від асфальтобетонного покриття під час снігоочищення герметизацію здійснюють з напуском на поверхню (рис. 3, а), в іншому випадку – з обмеженим напуском на покриття (рис. 3, б).

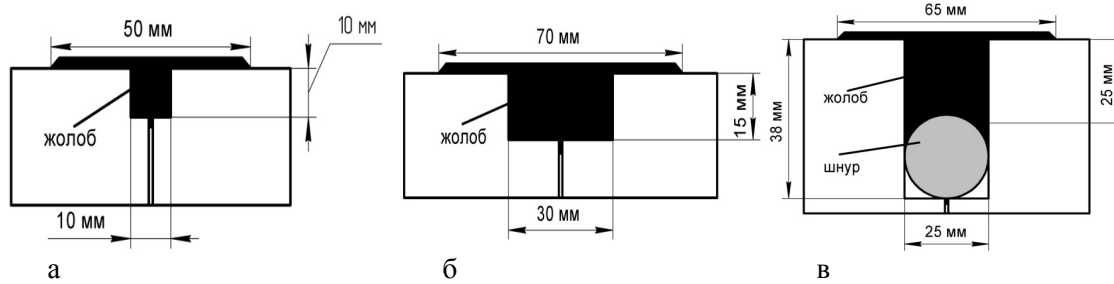


Рис. 1. Схеми заповнення тріщин із жолобом із напуском ГМ на поверхню асфальтобетонного покриття: а – заповнення жолоба квадратного перерізу з напуском ГМ на поверхню покриття; б – заповнення жолоба прямокутного перерізу з напуском ГМ на поверхню покриття; в – заповнення тріщини з жолобом та ущільнювальним шнуром із напуском ГМ

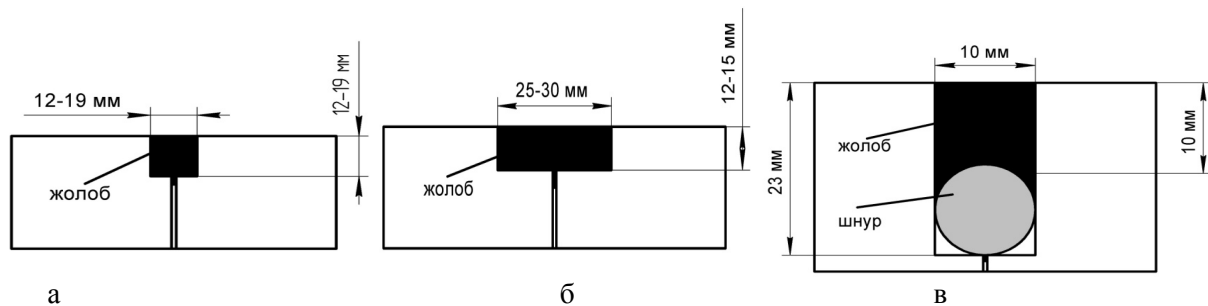


Рис. 2. Схеми заповнення тріщин із жолобом ГМ врівень із поверхню асфальтобетонного покриття: а – заповнення жолоба квадратного перерізу ГМ врівень із поверхню асфальтобетонного покриття; б – заповнення жолоба прямокутного перерізу ГМ врівень з поверхню асфальтобетонного покриття; в – заповнення тріщини шириною більше ніж 5 мм з жолобом та ущільнювальним шнуром ГМ врівень із поверхню асфальтобетонного покриття

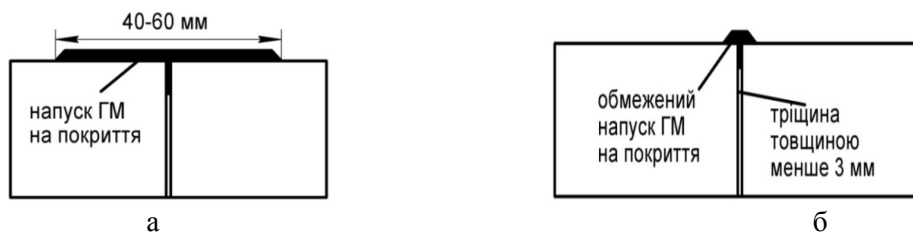


Рис. 3. Схеми герметизації тріщин без створення жолоба: а – герметизація тріщини з напуском ГМ на покриття; б – герметизація тріщини з обмеженим напуском на покриття

Перед герметизацією вузьку тріщину та поверхню асфальтобетонного покриття біля неї необхідно очистити від пилу, бруду та вологи високошвидкісним потоком гарячого повітря із застосуванням «теплого списа». Відразу після очищення та нагрівання поверхні асфальтобетонного покриття у зоні тріщини необхідно виконати нанесення бітумно-полімерної мастики або герметика гарячого застосування на тріщину за допомогою спеціальних плавильно-заливальних машин з розподільчою камерою у формі праски, прямокутника, або трубчатим наконечником на кінці штанги. При цьому тріщина повинна знаходитись посередині

розподільчої камери. Товщина ГМ у напуску на асфальтобетонне покриття повинна бути не більше 1–2 мм. Модифіковану латексом бітумну емульсію краще наносити з обмеженим напуском на поверхню покриття за допомогою штанги з трубчатим або сплющеним наконечником розподільника емульсії. У разі застосування модифікованої латексом бітумної емульсії тріщину нагрівати не обов'язково. Наносити її можна і на холодну поверхню, але попередньо очищену.

При використанні для герметизації рулонної бітумно-полімерної стрічки – основної або безосновної, що самоклеїться, її необхідно накладати безпосередньо на вузьку тріщину,

очищену високошвидкісним потоком гарячого повітря із застосуванням «теплого списа» від пилу, бруду та вологи, та притиснути до поверхні ручним котком масою 70–90 кг. Накладання рулонної бітумно-полімерної стрічки на тріщину виконують таким чином, щоб тріщина знаходилась посередині стрічки. Ширина стрічки повинна бути не менше, ніж 50 мм. Рулонну бітумно-полімерну стрічку за необхідності розрізають під кутом для забезпечення суцільного укладання в місцях зміни напрямку проходження тріщини.

Відразу після герметизації тріщини за тією чи іншою технологією поверхню ГМ необхідно присипати сухим подрібненим або природним піском для запобігання прилипанню до коліс транспортних засобів.

Висновки

При виборі матеріалів та конструктивно-технологічних рішень для герметизації тріщин необхідно враховувати фактичну ширину тріщин в асфальтобетонному шарі покриття дорожнього одягу та ширину їх розкриття при сезонних коливаннях температури. Оптимальним для герметизації активних тріщин є період, коли температура покриття забезпечує їх розкриття на ширину між максимальною та мінімальною. Для забезпечення більшої довговічності перевагу необхідно надавати технології герметизації тріщин з попереднім нарізанням в зоні тріщини жолоба прямокутної форми та його заповнення бітумно-полімерним герметиком або мастикою гарячого застосування. Підвищення температури, нагріванням асфальтобетонного покриття в зоні тріщини, сприяє формуванню більш міцних адгезійних зв'язків між мастикою та поверхнею асфальтобетону і, відповідно, забезпечує підвищення довговічності герметизованої тріщини.

Література

1. ДСТУ Б В.2.7-136:2016 Матеріали для герметизації швів і тріщин в покриттях дорожніх одягів автомобільних доріг. Загальні технічні вимоги.
2. Masson, J-F., Collins, P. and Légaré, P-P. Performance of pavement crack sealants in cold urban conditions. Canadian Journal of Civil Engineering, 1999, pp. 395–401.
3. Masson, J-F., and Lacasse, M.A. A review of adhesion mechanisms at the crack sealant asphalt concrete interface, in Durability of Building and Construction Sealants, A. Wolf Ed., RILEM, Paris, 2000, pp. 259–274.

4. Zolotov M., Zhdanyuk K., Zhdanyuk V. The influence of technological factors on bridge deck waterproofing when laying hot asphalt concrete protective and wearing courses // Ist Polish Road Congress. – Warszawa. – 2006. – p. 491–498.
5. Горшенина Г.И., Михайлов Н.В. Полимер-битумные изоляционные материалы. – М.: Недра, 1967. – 239 с.
6. Masson, J-F. Effective sealing of pavement cracks in cold urban environments. Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, NRCC 41098, 1997, 33 p.
7. Masson, J-F. Sealing Cracks in Asphalt Concrete Pavements. Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, Construction Technology Updates. – No.49. – 2001. – 4 p.
8. П-Г.1-218-113:2009 Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України.
9. Р В.2.3-218-21476215-687:2007 Рекомендації з застосування ефективних матеріалів для герметизації тріщин і швів дорожнього покриття.
10. Р В. 3.2-02071168-825:2013 Рекомендації щодо технологій ремонту тріщин в асфальтобетонних покриттях дорожніх одягів з використанням бітумно-полімерних мастик або герметиків.

Reference

1. DSTU B V.2.7-136:2016 “Materials for sealing joints and cracks in motor road pavements. General specifications”.
2. Masson, J-F., Collins, P. and Légaré, P-P. Performance of pavement crack sealants in cold urban conditions. Canadian Journal of Civil Engineering, 1999, pp. 395–401.
3. Masson, J-F., and Lacasse, M.A. A review of adhesion mechanisms at the crack sealant asphalt concrete interface, in Durability of Building and Construction Sealants, A. Wolf Ed., RILEM, Paris, 2000, pp. 259–274
4. M. Zolotov, K. Zhdanyuk, V. Zhdanyuk The influence of technological factors on bridge deck waterproofing when laying hot asphalt concrete protective and wearing courses // Ist Polish Road Congress.- Warszawa.- 2006.- p. 491 – 498.
5. Gorshenina G.I., Michailov N.V. Polymer-bitumen sealing materials. – M.: Nedra, 1967. – 239 p.
6. Masson, J-F. Effective sealing of pavement cracks in cold urban environments. Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, NRCC 41098, 1997, 33 p.
7. Masson, J-F. Sealing Cracks in Asphalt Concrete Pavements. Institute for Research in Construction, National Research Council of Canada, Construction Technology Updates.- No.49.- 2001.- 4 p.
8. P-G.1-218-113:2009 Technical rules of repair and maintenance of general use roads of Ukraine.

9. R V.2.3-218-21476215-687:2007 Recommendations on application of effective materials for crack and joint sealing in road pavement.
10. R V. 3.2-02071168-825:2013 Recommendations on techniques of crack repair in asphalt concrete road pavements with bitumen-polymer mastics or sealants.

Жданюк Валерій Кузьмович, д.т.н., проф.,
Харківський національний автомобільно-
дорожній університет
вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002,
Україна, +38 057 707-37-80
vk.zhdanuk@gmail.com

Воловик Олександр Олександрович, к.т.н.,
доц., Харківський національний автомобільно-
дорожній університет
вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002,
Україна, +38 057 707-37-80

Біжан Олег Павлович, інженер, Харківський
національний автомобільно-дорожній університет
вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002,
Україна, +38 057 707-37-80

Циркунова Катерина Валеріївна, к.т.н., голов-
ний фахівець ДП «Укрдорінвест», м. Київ
Гнатенко Р.Г., директор ТОВ «Вишень», м. Київ

Structural and technological peculiarities of asphalt pavement crack sealing

**Zhdanyuk V., Volovyk O., Bizhan O., KhNAHU,
Tsyrukunova K., senior specialist of State Enter-
prise «Ukrdorinvest», Kyiv, Gnatenko R., director
of Limited Liability Company «Vyshen», Kyiv**

***Abstract.** In Ukraine a significant part of motor roads with flexible pavement, especially local ones, serves with cracks in asphalt concrete layers during long period. Asphalt concrete spalling in the zone of open crack edges is a further stage of pavement layer deterioration during its long period of service. Costs for repair of these defects are much higher than for crack sealing. Monitoring of actual condition of flexible pavements in various regions of Ukraine indicates that cracks in asphalt concrete pavement appear in different locations, have different direction and pattern, width, depth and length. Number of cracks, their frequency of location on the pavement, length and width of opening at low temperatures de-*

pend on duration of the pavement exploitation. Today there are no exact regulations on structural and technological decisions in terms of crack preparation and sealing with regard to their width and activity in normative and technical documents. The topic of the paper is development of structural and technological decisions for crack preparation and sealing in asphalt concrete pavements with regard to their width and activity. It is noted that hot-applied bituminous sealing materials are the most popular in Ukraine for works on crack sealing in asphalt concrete road pavements. Based on the results of scientific and technical supervision of various crack sealing techniques in asphalt concrete road pavements it is shown that crack sealing can be performed with preliminary routing (rectangular rout) in zone of crack or without routing. It is noted that cracks with preliminary routing can be sealed with overband or without overband of sealing material on the surface of asphalt pavement. Technique of crack sealing by filling of the created rout with bitumen-polymer mastic or hot-applied sealant with overband on asphalt pavement surface provides the highest watertightness and durability of the sealed crack, in comparison with sealing by filling of the created rout flush with asphalt pavement, or without routing. Classification of cracks in asphalt concrete pavements is proposed and structural and technological decisions on crack preparation and sealing are described.

Key words: asphalt concrete pavement, crack, sealing material, adhesion strength, temperature, structural decision.

К вопросу конструктивно-технологических особенностей герметизации трещин в асфальтобетонных покрытиях

**Жданюк В.К., Воловик А.А., Біжан О.П.,
ХНАДУ, Циркунова Е.В., главный специалист
ДП «Укрдорінвест», г. Киев, Гнатенко Р.Г.
директор ТОВ «Вишень», г. Киев**

***Аннотация.** Предложена классификация трещин в асфальтобетонных покрытиях и описаны конструктивные и технологические решения по подготовке и герметизации трещин.*

Ключевые слова: асфальтобетонное покрытие, трещина, гидроизоляционный материал, температура, конструктивные решения.