

## **ПІДВИЩЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ТРИЩИННОСТІЙКОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ МОСТОВИХ СПОРУД ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕРІВ**

### **Вступ**

Збільшення терміну служби асфальтобетонних покриттів є однією з найбільш актуальних завдань дорожньої галузі. Ріст інтенсивності й вантажонапруженості транспортних потоків, погодно-кліматичні фактори, застосування низькоякісних дорожньо-будівельних матеріалів є основними факторами, що знижують довговічність асфальтобетонних покриттів.

Асфальтобетон являється композиційним матеріалом, що складається зі складових різної природи які, внаслідок цього, поведуться по-різному в різних умовах температурного впливу. Тому пильна увага фахівців до якості дорожніх бітумів пояснюється тим, що саме він визначає всі характерні й експлуатаційні переваги асфальтобетону як термопластичного матеріалу.

Поліпшення якісних характеристик головного структуроутворюючого матеріалу бітуму, шляхом модифікації його за допомогою полімерних добавок – являється один з основних напрямків поліпшення властивостей асфальтобетону, що дозволяє збільшити довговічність покриттів.

В бітум-полімерних композиціях на сьогоднішній день випробувані практично всі відомі полімери [1, 2], застосовувані як добавки в бітум у пошукових, дослідницьких роботах для практичного застосування в дорожньому будівництві.

### **Принцип експлуатації асфальтобетонного покриття на залізобетонних мостових спорудах**

Найбільш поширеними штучними спорудами автомобільних доріг являються мости, шляхопроводи, естакади, віадуки та інші споруди, що в свою чергу, є невід'ємною складовою автомобільної мережі [3,4].

Дорожні покриття на штучних спорудах перебувають у складних умовах експлуатації. На них у процесі служби діють багато несприятливих факторів, до основних з яких відносять [3-5]: атмосферні опади; коливання температури; почергове заморожування-відтавання води в порах і ушкоджених місцях; сонячна радіація; забруднення води й повітря агресивними хімічними засобами, що були викинуті промисловістю; антижелезні реагенти; рідкі нафтопродукти й кислоти, що потрапляють на поверхню в процесі проїздів транспортних засобів; продукти згоряння палива у двигунах; циклічні навантаження при русі важкого транспорту, що викликають складний несприятливий напружено-деформований стан покриття в різних конструктивних сполученнях.

Дорожній одяг штучних споруд є складовим елементом їхньої проїзної частини та складається із шару покриття, що безпосередньо сприймає вплив транспортних навантажень і атмосферних факторів, і несучого шару, що розподіляє й передає навантаження на

нижче розташовані елементи проїзної частини. Найпоширенішим матеріалом покриття штучних споруд являється асфальтобетон [5].

Під впливом дії несприятливих факторів в процесі експлуатації раніше від інших елементів штучних споруд із ладу виходять, як правило, дорожні покриття (рис.1.,2.).

Внаслідок пошкодження дорожнього покриття виникає погіршення роботи конструкцій прогонових будов та опор через проникання атмосферної вологи, підвищується ступінь динамічного впливу від ударів коліс по нерівності покриття, що може викликати перевантаження окремих елементів споруд.

Вимоги, що пред'являють до дорожнього одягу штучних споруд, на основі проведених досліджень [3,5,6], безпосередньо повинні враховувати дію транспорту і кліматичні фактори.

Покриття штучних споруд повинно бути:

- досить міцним, витривалим й стійким при русі транспорту;
- водонепроникним й забезпечувати поверхневий водовідвід з проїзної частини;
- стійким до переминого зволоження і заморожування;
- забезпечувати розподіл транспортного навантаження на конструктивні елементи, що знаходяться нижче та гасити динамічні ударні впливи;
- рівним та забезпечувати комфорт руху;
- шорстким та забезпечувати достатнє зчеплення шин автомобіля для безпеки руху;
- простим при ремонті.



**Рисунок 1** - Поздовжні тріщини



**Рисунок 2** - Сітка тріщин

Найчастіше на покритті передчасно виникають такі види пошкоджень: поперечні тріщини; тріщини над деформаційними швами і стиками, поздовжні тріщини; напливи, зсуви, просідання, лущіння; викришування; колійність; ямковість; вибоїни. Причинами їхньої появи, можливо, є великі згинальні напруження, які на кілька порядків перевищують ті, які зазвичай виникають в дорожньому покритті. Крім того, впливають і такі чинники, як різниця в коефіцієнтах лінійного розширення асфальтобетону дорожнього одягу та бетонного моста, а також інший характер впливу вітру і температур району. Так, на бетонних мостах температура повітря і вітрові навантаження впливають як на верхній шар покриття, так і на нижню його частину за рахунок підігріву чи охолодження плити мосту, в той час як в дорожніх конструкціях основний вплив цих

факторів йде на верхню частину асфальтобетонного покриття, поступово затухаючи по товщині дорожнього одягу.

Виникнення поздовжніх тріщин може бути пояснено особливістю роботи нежорсткого дорожнього одягу, що володіє властивостями в'язкопружного півпростору. При підборі асфальтобетону для покриттів на мостах слід враховувати зростання ролі пластично-пружних властивостей асфальтобетону, в той же час до верхнього шару пред'являються підвищені вимоги по водопроникності, а часто і шорсткості. Все це показує необхідність проектування асфальтобетонних покриттів на мостах за іншими критеріями, ніж на дорогах. Внаслідок чого зусилля багатьох спеціалістів спрямовані на підвищення міцності, витривалості, зсувостійкості, тріщиностійкості, водо- і морозостійкості традиційних складів асфальтобетону за рахунок введення модифікованих добавок. На сьогоднішній день основна увага приділяється модифікації бітуму добавками полімерів.

Експлуатації покриттів на штучних спорудах істотно відрізняється від покриттів на автомобільних дорогах. Настил мосту являється для дорожнього одягу свого роду специфічною основою, яка різко відрізняється від основ, на які вона укладається на автомобільних дорогах. Ця відмінність проявляється насамперед у тому, що дорожній одяг піддається наведеному динамічному навантаженню не тільки від руху транспортних засобів, а й від складних коливань самого мосту.

Тому в ряді країн розробляють нормативи для асфальтобетону, орієнтовані на конкретні умови експлуатації дорожніх покриттів на штучних спорудах. За кордоном на штучних спорудах використовують спеціально підібрані склади асфальтобетонних сумішей, які не застосовуються для дорожніх покриттів. При цьому вимоги до них враховують максимальну і мінімальну температуру експлуатації, динамічні напруження асфальтобетону, його пластичні і пружні властивості, а проектування його складу ведеться за спеціально розробленою методикою. Крім того, передбачено суворий режим експлуатації та утримання таких покриттів на мостах, на порядок більш жорстких, ніж на дорогах.

Таким чином, особливості експлуатації дорожніх покриттів на штучних спорудах свідчать, що вони знаходяться в дуже несприятливих умовах і мають незначний термін служби. Однією із причин такого стану може бути відсутність спеціальних необхідних вимог до матеріалів і конструкцій дорожніх покриттів, а також до правил експлуатації, які б відбивали специфіку їхньої роботи на штучних спорудах.

Внаслідок численних досліджень та обстежень відмічається, що в асфальтобетонному покритті часто виникають деформації температурного характеру [5,6]. Найчастіше виникають тріщини температурного характеру, що в свою чергу значно прискорює руйнування самого асфальтобетонного покриття, а також погіршує умови експлуатації несучих елементів штучних споруд.

Питаннями тріщиностійкості асфальтобетонного покриття на мостах та шляхопроводах займалися, головним чином, в зоні деформаційних швів [5, 6]. Конструкціям дорожнього одягу в зоні деформаційних швів приділяється особлива увага, так як в важається, що саме там впершу чергу з'являються поперечні тріщини та інші види руйнувань покриття.

Температурні тріщини часто спричиняють виникнення інших руйнувань. Внаслідок різниці коефіцієнтів лінійного температурного розширення асфальтобетону і залізобетону прогонової будови або захисного шару, на яких влаштовано покриття, може відбутися між ними розшарування [5].

При руйнуванні покриття з часом відбувається і руйнування гідроізоляції, що в свою чергу негативно впливає на міцність і довговічність несучих елементів мостових споруд [5].

Значною мірою на довговічність асфальтобетонного покриття впливає транспортне навантаження. Ступінь розподілу навантажень в асфальтобетонному шарі штучної споруди при русі транспортних засобів залежить від реологічних властивостей матеріалів дорожнього одягу. Усі деформації в матеріалах відбуваються не миттєво, а протягом деякого проміжку часу, тобто є необхідність врахування в'язких властивостей дорожньо-будівельних матеріалів.

Слід відмітити, що дослідженням впливу температурного фактору з врахуванням дії транспортного навантаження на асфальтобетоне покриття штучних споруд майже не займалися.

Наведені вище негативні явища значною мірою впливають на довговічність не лише асфальтобетонного покриття, а й всієї конструкції штучної споруди. Все це викликає часте виконання ремонтних робіт на покриттях мостових споруд, що додатково потребує капіталовкладень, знижує безпеку руху та зменшує потік транспорту [5,6].

### **Проектування асфальтобетонного покриття на залізобетонних мостових спорудах**

На основі встановлених даних [1-6] можна констатувати, що утворенню температурних тріщин в покритті передують довготривалий процес зміни термо-напруженого стану при річних і добових коливаннях температури. Асфальтобетон в широкому спектрі діючих температур та тривалості дії напружень і деформацій, а також швидкості їх зміни проявляє властивості термореологічного тіла. В ньому розвиваються процеси повзучості і релаксації навіть при низьких від'ємних температурах. В області температур з урахуванням тривалості дії температурних напружень, що викликають утворення температурних тріщин, асфальтобетон проявляє властивості, подібні лінійному термореологічно простому матеріалу. Граничний стан при утворенні температурних тріщин в покритті настає в результаті поступового накопичення пошкоджень структури асфальтобетону через статичну та динамічну втому матеріалу, властиву кінетичному характеру руйнування.

Завдяки отриманим результатам [5-8] встановлено, що температурні макротріщини є наслідком розриву суцільності асфальтобетону в результаті поступового чи швидкого накопичення незворотного ушкодження його структури по всьому перетині покриття; накопичення пошкоджень структури асфальтобетону проходить через розрив зв'язків у матеріалі внаслідок дії розтягуючих напружень різноманітного походження; розтягуючі напруження виникають в результаті охолодження при коливаннях температури, одночасно викликаючи зміну термореологічних властивостей асфальтобетону. Запропонована схема представляє фізичну модель утворення температурних тріщин.

Незважаючи на досягнуті успіхи і можливості в області визначення напружень і деформацій та оцінки міцності асфальтобетонів, ці дані ще не знайшли належного застосування при розробці методик оцінки температурної тріщиностійкості асфальтобетонного покриття. Фактично, при вивченні питань температурної тріщиностійкості асфальтобетонних покриттів, більшість робіт було направлено на одностороннє врахування сказаних факторів.

В дослідженнях [5,6] при оцінці температурної тріщиностійкості асфальтобетонних покриттів більш реально враховувалась зміна температури з врахуванням добових та річних її коливань. При визначенні термо-напруженого стану враховуються термо-в'язко-пружні властивості асфальтобетону, показники яких встановлюються на основі експериментів. Використовуються умови граничного стану, в яких враховується зміна в часі температури асфальтобетону, зміна його термомеханічних властивостей від температури, зміна температурних напружень в часі, циклічність їх дії і інші діючі фактори.

В основному, все це відноситься до оцінки температурної тріщиностійкості

асфальтобетонних покриттів автомобільних доріг, котрі автоматично переносяться на асфальтобетонні покриття штучних споруд. Розглядаючи розрахункові схеми, не достатньо повно враховують особливості роботи асфальтобетонного покриття на залізобетонних штучних спорудах.

Таким чином, автори досліджень оцінки температурної тріщиностійкості асфальтобетонних покриттів фактично прагнули до побудови методик розрахунку асфальтобетонного покриття на температурну тріщиностійкість з урахуванням як властивостей шару, так і умов його роботи в конструкції дорожнього одягу. Їм вдалося одержати залежність температурних напружень і деформацій від властивостей матеріалів покриття і основи (модуля пружності, коефіцієнтів лінійного температурного деформування та ін.), інших факторів. Проте автори багатьох робіт [5-8] цього напрямку виходили із припущення, що асфальтобетон є ідеально пружним тілом, що не дозволяло врахувати здатність асфальтобетону до релаксації напружень, що в ньому виникають. В деяких роботах приймалось до уваги в'язко-пружні властивості асфальтобетону, але при цьому в більшості випадків виходили з простих реологічних моделей (Максвела, Бюрgerа і т.п.), що не описують реологічні властивості в достатньо широкому діапазоні зміни температури і часу. При формулюванні умови граничного стану, як правило, зовсім не враховувався або недостатньо відображався часовий характер руйнування, що властивий асфальтобетону як матеріалу з яскраво вираженими реологічними властивостями.

Однак, всі дослідження носять розрізнений характер, так як при оцінці тріщиностійкості асфальтобетонного покриття врахували окремо або дію зміни температури або лише дію транспорту. Також недостатньо повно в розрахункових схемах враховується особливості роботи асфальтобетонного покриття на залізобетонних штучних спорудах. Таким чином, аналіз літературних джерел свідчить про те, що на даний час відсутня єдина методологічна основа оцінки залишкового ресурсу асфальтобетонних шарів на залізобетонних мостових спорудах з урахуванням всіх вище перерахованих впливових факторів.

Все це свідчить про необхідність розробки методики розрахунку на залишковий ресурс асфальтобетонного покриття з урахуванням використання полімерних латексів та з більш повним врахуванням особливостей його роботи на залізобетонних мостових спорудах автомобільних доріг.

### **Висновок**

Одже, аналізуючи існуючі підходи врахування впливу температурних факторів з впливом часу дії транспортного навантаження на довговічність асфальтобетонних шарів залізобетонних мостових споруд, можна зробити наступні висновки, на даний час на єдиній методологічній основі не розроблено комплексний метод розрахунку асфальтобетонних шарів на залишковий ресурс, одночасно враховуючи температурний фактор з впливом часу дії транспортного навантаження. Визначення напружено-деформативного стану конструкції дорожнього одягу залізобетонної штучної споруди з визначенням ряду показників для оцінки ефективності використання полімерних матеріалів для забезпечення та підвищення довговічності з урахуванням частоти і послідовності навантаження, режимів навантаження; врахування фактичних термо-реологічних характеристик асфальтобетону; різний режим і характер навантаження по довжині та ширині автомобільної дороги, за смугами руху; врахування розтягуючих напружень, що виникають на поверхні асфальтобетонних шарів тощо.

ЛІТЕРАТУРА

1. Радовський Б.С. 4-й Європейський симпозиум по битуму и асфальтобетону. // Автомобильные дороги. - 1990. - № 7. - С. 15-16.
2. Модифицированные битумные вяжущие, специальные битумы и битумы с добавками в дорожном строительстве. // Под общ. ред. Золотарьев В.А.// Всемирная дорожная ассоциация. Харьков: ХНАДУ. – 2003. – С. 229.
3. Технічні правила ремонту та утримання автомобільних доріг загального користування України: П-Г.1-218-113-97: Затверджено Укр. держ. корпорацією “Укравтодор” 26.09.97/ М-во транспорту України. – К., 1997. – 183
4. Безбабічева О.І., Бережна К.В., Жданюк К.В. Сучасні конструктивні і технологічні рішення мостового полотна автодорожніх мостів із ефективними варіантами гідроізоляційного захисту // Вісник ХНАДУ. – Харків. – 2002. – С.142 – 144.
5. Мозговий В.В., Іщенко О.М. Бесараб О.М., Ольшанський В.В., Прокопенко Ю.М. Термонапружений стан покриття проїзної частини залізобетонних мостів та шляхопроводів // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – 2002. - № 65. – С.68-80.
6. Мозговий В.В., Шевчук В.Р., Шевчук О.О., Іщенко О.М. Залежність термонапруженого стану асфальтобетонних шарів від термо-в'язко-пружних властивостей асфальтобетону // Автошляховик України (спецвипуск). - 1999.- №3. - С. 71-72.
7. Романський І., Русин Р. Теоретичні основи прогнозування зміни стану нежорстких дорожніх покриттів // Проблеми теорії і практики будівництва - Т. Мости, автомобільні шляхи – Львів: Державний університет “Львівська політехніка” - 1997. – С. 106-109.
8. Михович С.И. Оценка прочности дорожных конструкций при воздействии повторных нагрузок с учетом реологических свойств материалов // В кн.: Материалы к научно – технической конференции по динамическим воздействиям на грунты и автомобильных дорог. М., Стройиздат, 1964 С. 107-112.