УДК 625.7/.8

Мішутін А.В., д-р техн. наук, професор Одеської Державної академії будівництва та архітектури
Смолянець В.В., канд. техн. наук, доцент Одеської Державної академії будівництва та архітектури
Даценко В.М., канд. техн. наук, доцент, заступник Директора з наукової роботи ДП «Дорцентр»

АНАЛІЗ СТАНУ ПОКРИТТЯ НА ТРАНСПОРТНИХ СПОРУДАХ УКРАЇНИ

Анотація. В роботі наведено відчизнаний та закордонний аналіз роботи покриття з литих та щебенево-мастикових асфальтобетонів на металевих мостах. В свою чергу асфальтобетонне покриття на транспортних спорудах перебуває у складних умовах експлуатації. На нього у процесі служби діють багато негативних та несприятливих факторів, до основних з яких відносять такі як: різні модулі пружності основи та асфальтобетонного покриття; різниця коефіцієнтів лінійного температурного розширення; навантаження від коліс транспортних засобів; коливання температури; перемінне заморожування-відтавання води в порах і ушкоджених місцях, атмосферні опади, сонячна радіація, забруднення води й повітря агресивними хімічними засобами, що були викинуті промисловістю.
Ключові слова: асфальтобетонні шари, ортотропна плита, довговічність, навантаження, зсувостійкість, деформації.

Аннотация. В работе приведены отечественный и зарубежный анализ работы покрытия из литых и щебеночно-мастичных асфальтобетонов на металлических мостах. В свою очередь асфальтобетонное покрытие на транспортных сооружениях находится в сложных условиях эксплуатации. На него в процессе службы действуют много негативных и неблагоприятных факторов, к

основным из которых относятся такие как: различные модули упругости основы и асфальтобетонного покрытия; разница коэффициентов линейного температурного расширения; нагрузки от колес транспортных средств; колебания температуры; переменное замораживания-оттаивания воды в порах и поврежденных местах, атмосферные осадки, солнечная радиация, загрязнение воды и воздуха агрессивными химическими средствами, которые были выброшены промышленностью.
Ключевые слова: асфальтобетонные слои, ортотропная плита, долговечность, нагрузка, сдвигоустойчивость, деформации.

Annotation. In this paper the domestic and international analysis of the coverage of the cast and macadam-mastic asphalt on metal bridges. In turn asphalt coating on transport facilities in difficult conditions. On it in the service are many negative and unfavorable factors, the main of which include such as: various elastic moduli of asphalt pavement and foundations; difference coefficient of linear thermal expansion; loads from the wheels of vehicles; temperature fluctuations; alternating freezing and thawing of water in the pores and damaged areas, precipitation, solar radiation, water pollution and air aggressive chemicals that were thrown industry
Keywords: asphalt layers, orthotropic plate, durability, load, shear stability, deformation.

Вступ

Збільшення строку служби асфальтобетонних покриттів на транспортних спорудах є однією із найбільш актуальних задач дорожньої галузі України. Ріст вантажонапруженості та інтенсивності транспортних потоків, погодно-кліматичний вплив та використання дорожньо-будівельних матеріалів низької якості, є основними факторами, які призводять до зменшення строку служби асфальтобетонних покриттів на транспортних мостових спорудах.

Основним структуроутворюючим матеріалом асфальтобетону є бітум нафтовий дорожній. Поліпшення якісних характеристик шляхом його модифікації полімерними добавками – один з основних напрямків покращення

властивостей асфальтобетону, що в свою чергу збільшує строк служби асфальтобетонних покриттів.

Тому для вирішення питання про підвищення строку служби асфальтобетонного покриття на транспортних спорудах, необхідно виконати комплекс заходів для забезпечення довговічність несучих елементів транспортних споруд, що зменшить вартість та трудоємкість ремонтних робіт.

Аналіз причин утворення руйнувань на транспортних спорудах

На сьогоднішній день в Україні на автомобільних дорогах державного значення експлуатується близько 16,1 тис. транспортних споруд (мости, шляхопроводи), переважна більшість яких залізобетонні, 211 металевих, що становить 14846 метрів погонних асфальтобетонного покриття. Залізобетонні та металеві транспортні споруди побудовані та відповідають за нормативними вимогами 60-х та 80-х років XX-го століття. Найбільш розповсюдженим покриттям (більше 95%) на металевих та залізобетонних транспортних спорудах є асфальтобетонне покриття з використанням водопроникних дрібнозернистих асфальтобетонів, що призводить до інтенсивного утворення тріщин, напливів та колії.

Досвід експлуатації таких споруд показує, що асфальтобетонне покриття уражається поперечними та повздовжніми тріщинами. Поперечні тріщини виникають в асфальтобетонному покритті при неможливості зменшення його довжини під час охолоджування при різкому зниженні температури навколишнього середовища.

Асфальтобетонне покриття на транспортних спорудах перебуває у складних умовах експлуатації. На нього у процесі служби діють багато негативних та несприятливих факторів, до основних з яких відносять такі як: різні модулі пружності основи та асфальтобетонного покриття; різниця коефіцієнтів лінійного температурного розширення; навантаження від коліс транспортних засобів; коливання температури; перемінне заморожування-відтавання води в порах і ушкоджених місцях, атмосферні опади, сонячна радіація, забруднення води й повітря агресивними хімічними засобами, що

були викинуті промисловістю, реагенти використання під час утримання автомобільних доріг, рідкі нафтопродукти й кислоти, що потрапляють на поверхню в процесі проїздів транспортних засобів, продукти згоряння палива у двигунах, що викликають складний несприятливий напружено-деформований стан покриття в різних конструктивних сполученнях. Окрім того, асфальтобетонне покриття на транспортних спорудах швидше прогрівається та охолоджується у порівнянні із покриттям на автомобільних дорогах.

Дорожній одяг транспортних 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 споруди.

Під впливом дії несприятливих факторів в процесі експлуатації, найпершим конструктивним елементом залізобетонних транспортних споруд, що виходить із ладу, є дорожній одяг.

Дорожній одяг на транспортних спорудах повинен виконувати такі основні функції [1]:

- забезпечувати передачу силового впливу від транспортних засобів на основу або несучі конструкції;

- захищати нижні шари і конструкції від механічного впливу коліс автотранспорту, виступаючи в якості шару зносу;

- захищати нижні шари і конструкції від впливу навколишнього середовища (температурних полів, вологості, хімічних реагентів і т.д.), служити гідроізоляцією.

бути водонепроникним та забезпечувати поверхневий водовідвід з проїзної частини;

- мати гарну стійкість до перемінного зволоження та заморожування;

- забезпечувати розподіл транспортного навантаження на конструктивні елементи, що знаходяться нижче та гасити динамічні ударні впливи;

- бути рівним і забезпечувати комфорт руху;

- мати необхідну шорсткість та забезпечувати достатнє зчеплення шин автомобіля для безпеки руху;

- бути простим при ремонті.

На мостових спорудах влаштовується дорожній одяг, до якого висуваються більш розширені вимоги в порівнянні з дорожнім одягом на земляному насипі.

Загальні конструктивні вимоги до дорожнього одягу мостової споруди зводяться до наступного [2]:

- забезпечення плавного і безпечного руху, виконання захисних функцій від атмосферних та інших зовнішніх впливів;

- збереження призначених геометричних форм і розмірів протягом усього терміну служби моста;

- достатня міцність і жорсткість для сприйняття всіх видів навантажень, максимально легка вага;

- довговічність, рівна терміну служби інших елементів моста, легка демонтажність під час ремонтів;

- економічність.

Аналіз вітчизняного та зарубіжного досвіду влаштування асфальтобетонного покриття на металевих мостах

На мостах з їздовою поверхнею конструкція мостового полотна складається з проїжджої частини і несучої конструкції. В якості несучих конструкцій застосовуються три їх основних види: балочна клітка – сукупність поперечних і поздовжніх балок; плоска або ребриста плита і ортотропних плита – зварна сталева конструкція, що складається з листа, підкріпленого ребрами жорсткості. У сучасних металевих мостах, особливо великопролітних (більше 100 м), використовують, головним чином, проїжджу частину з металевим ортотропним настилом, який складається з горизонтального сталевого листа товщиною 12-18 мм з привареними до нього поздовжніми ребрами жорсткості зазвичай з кроком 25-35 мм. Висота ребер приблизно дорівнює 1/8-1/10 відстані між поперечними балками , що підтримують настил.

Дорожнє покриття на мостах відповідно до діючої практики їх проектування, будівництва та експлуатації [2-5] є складовим елементом їздової

частини, що розташована зверху плит проїзної частини, шарів гідроізоляції та захисного. Конструкція дорожнього одягу, як правило, складається із верхнього шару покриття, що безпосередньо сприймає дію транспортних навантажень і атмосферних факторів, та несучого нижнього шару, що розподіляє і передає навантаження на розташовані нижче елементи їздової частини. Інколи несучий шар може бути відсутнім, тоді функції розподілення та передачі навантажень виконує покриття. Покриття може мати додатковий тимчасовий шар, що виконує роль захисного шару або шару зносу (поверхнева обробка та ін.). Він може влаштовуватись при новому будівництві і відновлюватися в процесі експлуатації або влаштовуватися замість зношеної частини покриття при виконанні середніх ремонтів.

Для дорожнього покриття мостів з метою підвищення його довговічності, використовують асфальтобетон на модифікованому бітумі, а також спеціальні види асфальтобетону: литий асфальтобетон, щебенево-мастиковий, дренуючий, а також армований асфальтобетон. Також широко застосовується гідроізоляція на полімербітумному в'яжучому [6, 7].

Широке застосування в світі, в якості покриття на мостах має литий асфальтобетон. Він готується на спеціальних бітумах і вкладається спеціальною технікою за особливою технологією. Застосування литого асфальтобетону для покриття суттєво підвищує гідроізоляційну здатність всієї конструкції дорожнього одягу. А «занурення» щебеню в литий асфальтобетон надає йому підвищених зчіпних властивостей з колесами автомобіля [6].

У перше в якості дорожнього покриття литого асфальтобетону були влаштовані 3200 років до н.е. у Вавилоні ассирійцями та єгиптянами.

Перші покриття з литого асфальтобетону були влаштовані в 1810-1820 роках на мостах та тротуарах в м. Ліон Франція. На той час в Європі ще не було змішувальних установ для приготування литих асфальтобетонів, тому його готували на будівельних майданчиках в котлах та транспотрували до місця укладання вручну у відрах, після чого укладали його вручну.

У Німеччині перші покриття з литого асфальтобетону були влаштовані в 1908 році у Берліні, Мюнхені та Франкфурті-на-Майні виключно із застосуванням природніх асфальтів. Литі асфальтобетони почали витісняти

часто застосовувані до цього в містах традиційні асфальтобетони, що володіли підвищеною слизькістю, особливо під час дощу та створювали аварійність на автомобільних дорогах. Укладання литого асфальту зідійснювали в той час вручну. Застосування у Німеччині литих асфальтобетонів викликало зростання об'ємів їх виробництва. В першу чергу це пов'язано з тим, що у литому асфальтобетоні відсутні пори і після розрівнювання при укладанні такі покриття не ущільнюються під рухом транспорту, що забезпечує високу рівність покриття.

Завдяки своїм перевагам та високій якості литого асфальтобетону в першій половині XX століття в країни Європи почали пошук шляхів для влаштування литих асфальтобетонних покриттів механізованим способом, щоб підвищити продуктивність праці та знизити витрати на улаштування.

Так у 1953 році в Німеччині вперше було влаштоване покриття з литого асфальтобетону механізованим способом. З розвитком дорожньої інфраструктури, удосконаленням та розробкою нового устаткування для приготування та влаштування литих асфальтобетонів на автомобільних дорогах різних технічних категорій привела до широкого застосування у всіх країнах Європи.

Застосування перших установок для приготування литих асфальтобетонних сумішей та спеціальних сконструйованих перших асфальтоукладальників призвело до широкого застосування литого асфальтобетону на автомобільних магістралях та дорогах всіх технічних категорій доріг, у тому числі і міських з високою інтенсивністю транспортного руху.

Значне збільшення об'ємів влаштування покриттів із застосуванням литих асфальтобетонів розпочалось після отримання натурних даних про низьку стійкість традиційних асфальтобетонів в зимовий час до впливу автомобільних шин із стальними шипами та хімічних речовин, які застосовувались для боротьби із зимовою слизькістю

Швидке збільшення транспортного потоку та постійне зростання інтенсивності руху дали можливість отримати ключове місце литому асфальтобетону у порівнянні з дрібнозернистим асфальтобетоном при

будівництві автомобільних доріг. Така тенденція на користь литого асфальтобетону мала місце після того, як були отримані дослідні дані про підвищену зносостійкість звичайного асфальтобетону та цементобетону в зимовий період року через застосування шин "Спайкс" (шини зі сталевими шипами), а також солей та інших хімічних речовин, що використовувалися для очищення снігу та льоду з дорожніх покриттів. Тенденція до широкого застосування литого асфальтобетону була прискорена удосконаленням асфальтоукладальників із збільшеною продуктивністю та результатів розробки досконаліших методів влаштування, що дало можливість значно зменшити будівельні та експлуатаційні витрати. При порівнянні термінів служби покриттів із звичайного і литого асфальтобетону на мережі автомобільних шляхів з'ясувалося, що покриття з литого асфальтобетону мають в 2-3 рази більший термін служби, ніж покриття з традиційного асфальтобетону при однаковій інтенсивності руху транспортних засобів. Це дало можливість зробити висновок, що покриття з литого асфальтобетону доцільніше будувати з економічної точки зору.

У зв’язку із збільшення обсягів виробництва литого асфальтобетону в 1980 році у Німеччині було побудовано понад 3500 км покриття з застосуванням литого асфальтобетону.

Швидкі темпи розвитку до початку 60-х років та постійне удосконалення гранулометричних складів литих асфальтобетонних сумішей призвели до значного збільшення щебеню за рахунок зменшення кількості піску та на основі досліджень було встановлено необхідність введення природного асфальту в литі асфальтобетонні суміші. Зміни призвели до збільшення міцністних властивостей литого асфальтобетону, підвищення шорсткості поверхні влаштованого покриття, однак зручноукладальність та рухомість суміші не покращилась. Такі склади литих асфальтобетонних сумішей лягли в основу розробки нормативних документів у тогочасній Німеччині. Проте такі гранулометричні склади не завжди задовольняли експлуатаційні показники за умови теплостійкості при високих температурах. Для забезпечення показників теплостійкості було вирішено збільшити кількість щебеню до 55 % за рахунок зменшення асфальтов’яжучого. Дані зміни дали змогу забезпечити відповідне

зчеплення колеса автомобіля з покриттям та підвищити стійкість до утворення пластичних деформацій.

Литий асфальтобетон складається із суміші мінеральних речовин певного розміру зерен, бітумного в’яжучого. Для приготування литих асфальтобетонів, як правило, використовуються бітуми модифіковані полімерами, суміші бітуму з природним асфальтом та добавки на основі синтетичних восків.

Мінеральна суміш складається з підвищеного вмісту мінерального порошку, проміжки між якими заповнюються асфальтовою мастикою (бітумне в’яжуче + мінеральний порошок).

Оскільки кількість асфальтов'яжучого в литому асфальтобетоні значно більше, ніж в інших видах асфальтобетону, його зсувостійкість визначається структурно-механічними властивостями і, зокрема, в'язкістю цієї системи, яка в свою чергу, залежить від в'язкості бітуму та ступеня його структурування з мінеральним порошком. Цим обумовлено застосування в литому асфальтобетоні більш в'язких бітумів і підвищених кількостей мінерального порошку.

До недавнього часу за кордоном для виробництва литих асфальтобетонних сумішей використовували переважно природні бітуми. Лише в останні роки такі бітуми використовують в якості добавки (25-50%) до нафтових дорожніх бітумів. Крім того, часто, для поліпшення характеристик суміші в бітум вводяться різні полімерні добавки, в якості яких використовують полімери термоеластопласти типу СБС (стирол-бутадієн-стирол), але в деяких країнах, як наприклад у Франції для цих цілей застосовується ЕВА (етилен-вініл-ацетат). Як і природний бітум, зазначені полімерні домішки вводяться при модифікації бітуму для підвищення температурної стійкості литого асфальтобетону.

Також застосуваують в якості верхнього шару покриття на металевих мостах щебенево-мастиковий асфальтобетон (ЩМА) [6-7].

В Німеччині стандартне покриття для мостових споруджень має конструкцію, де в якості ізолюючого й несучого шару застосовується литий асфальт, а як верхній шар - ЩМА товщиною 4 см.

Як приклад влаштування двошарового покриття зі ЩМА можна привести «Великий Міст» у м. Сеохай (Південна Корея).

Висновок

З багаторічного досвіду можна зробити висновок, що якщо раціонально підібраний та запроектований гранулометричний склад литої асфальтобетонної, то литий асфальтобетон може витримувати навантаження від дії транспорту протягом тривалого періоду. При цьому, світова практика показує, що застосування литого асфальтобетону завдяки його високій деформативності особливо ефективно для покриттів на металевих мостах. Так, наприклад, у Німеччині можна відзначити покриття з литого асфальтобетону на ортоторопій плиті металевого мосту, що експлуатується протягом 25 років.

Література

1. Коваленко С.Н. О долговечности автодорожных мостов // Автомобильные дороги. – 1984. - №2. – С. 12-14.
2. Лившиц Я.Д., Онищенко М.М., Шкуратовский А.А. Примеры расчета железобетонных мостов. – К.: Вища школа, 1986. – 263 с.
3. Виноградский Д. Ю., Руденко Ю.Д., Шкуратовский А.А. Эксплуатация и долговечность мостов - К.: Будівельник, 1985. – 107 с.
4. Експлуатація і реконструкція мостів / Н.Є.Страхова., В.О. Голубєв., П.М. Ковальов., В.В. Тодіріка / Під ред. А.І. Лантуха-Лященко - 2-е видання. – К., ТАУ; НТУ, 2002. – 408 с.
5. Mersch, K., "Untersuchung eines fünfundzwanzig Jahre alte Brückenbelages aus Gussasphalt," (in German), Bitumen 41, no. 1, blz 15 -18.).
6. NN, "Verslag van het Bezoek aan het Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw in Brussel-Sterrenbeek op 7 en 8 Oktober 1980, "(in Dutch), Stichting Studie Centrum Wegenbouw, Werkgroep H2, Arnhem, 1980.

Дорожній асфальтобетон / Л.Б. Гезенцвей, Н.В. Горелишев, А.М. Богуславський, І.В. Корольов / Под ред. Л.Б. Гезенцвея. - 2-е ізд.перераб. і доп. - М .: Транспорт, 1985. 350 с.).