

БУДІВНИЦТВО ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ДОРІГ І АЕРОДРОМІВ

УДК 625.85

Стьожка В.В., канд. тех. наук

ПІДВИЩЕННЯ КОЛІЄСТІЙКОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ НОВИХ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ, МАТЕРІАЛІВ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРИЙОМІВ

Анотація. У статті було проведено вивчення питань з підвищення колієстійкості асфальтобетонного покриття і визначення шляхів його підвищення.

Ключові слова: колієстійкість, асфальтобетон, нові матеріали, технологічні прийоми.

УДК 625.85

Стьожка В.В., канд. тех. наук

ПОВЫШЕНИЕ КОЛИЕСТИЙКОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ, МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ

Аннотация. В статье было проведено изучение вопросов по повышению колієстійкості асфальтобетонного покриття и определения путей его повышения.

Ключевые слова: колієстійкість, асфальтобетон, новые материалы, технологические приемы.

UDC 627.85

Stiozhka V., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.)

INCREASE OF THE RUTTING RESISTANCE OF ASPHALT CONCRETE PAVEMENTS BY THE USE OF NEW CONSTRUCTION SOLUTIONS, MATERIALS AND TECHNOLOGICAL TECHNIQUES

Abstract. The article was devoted to studying the issues of increasing the collision resistance of asphalt concrete coatings and determining ways to increase it.

Key words: rutting resistance, asphalt concrete, new materials, technological techniques.

Вступ

У зв'язку з різким ростом інтенсивності дорожнього руху і появою автомобілів великої вантажності і з осьовим навантаженням 11,5 т на автомобільних дорогах, особливо у літній період року, спостерігається різкий рост пластичних деформацій, у тому числі і колії. Підвищення колієстійкості асфальтобетонних покриттів є актуальним питанням.

Основна частина

Сучасні рішення з підвищення колієстійкості дорожнього одягу поділяються на два основних напрямки – конструктивний та матеріалознавчо-технологічний:

- конструктивний – спрямований на раціональне конструювання дорожнього одягу з метою зниження розтягуючих напружень в шарах дорожнього одягу та підвищення довговічності;

- матеріалознавчо-технологічний – спрямований на регулювання складу і властивостей матеріалів з метою підвищення міцності і витривалості та застосуванні нових матеріалів і технологій для підвищення довговічності.

До конструктивного напрямку підвищення колієстійкості дорожнього одягу відносять такі [1]:

- збільшення зсувостійкості дорожніх покриттів;
- збільшення жорсткості основ дорожнього одягу;
- застосування синтетичних сіток;
- забезпечення зчеплення між шарами дорожнього одягу.

Згідно ВБН В.2.3-218-186 при конструюванні дорожнього одягу нежорсткого типу необхідно керуватися наступними принципами:

а) тип дорожнього одягу та вид покриття, конструкція дорожнього одягу в цілому повинні задовольняти транспортно-експлуатаційним вимогам, які ставляться до дороги певної категорії з очікуваним у перспективі складом та інтенсивністю руху, з урахуванням зміни інтенсивності протягом заданих міжремонтних термінів і передбачуваних умов ремонту та утримання;

б) конструкція одягу може бути прийнята типовою чи розроблена індивідуально для кожної ділянки або ряду ділянок дороги, що характеризуються подібними природними умовами (грунт робочого шару земляного полотна, умови його зволоження, клімат, забезпеченість місцевими дорожньо-будівельними матеріалами і т. ін.) з однаковими розрахунковими навантаженнями. При виборі конструкції дорожнього одягу для даних умов перевагу варто віддавати перевіреним на практиці в даних умовах типовій конструкції;

в) у районах, недостатньо забезпечених стандартними кам'яними матеріалами, допускається (при відповідному обґрунтуванні) застосовувати місцеві кам'яні матеріали, побічні продукти промисловості та ґрунти, властивості яких можуть бути поліпшені шляхом обробки їх в'язучими матеріалами (цемент, бітум, вапно, активні золи віднесення і т. ін.) Одночасно треба прагнути до створення конструкції по можливості найменш матеріалоємної [2-3];

г) конструкція повинна бути технологічною та забезпечувати можливість максимальної механізації та автоматизації дорожньо-будівельних процесів. Для досягнення цієї мети кількість шарів і видів матеріалів у конструкції повинна бути мінімальною;

д) при конструюванні необхідно враховувати реальні умови проведення будівельних робіт (літня чи зимова технологія і т. ін.) і досвід служби доріг у конкретно заданому районі.

При призначенні видів покриття та основ для різних варіантів конструкцій дорожнього одягу нежорсткого типу слід враховувати положення діючих стандартів і норм на дорожньо-будівельні матеріали і вироби та норми проектування автомобільних доріг (ДБН В.2.3-4, ВБН В.2.3-218-002).

При виборі матеріалів для влаштування шарів дорожнього одягу нежорсткого типу необхідно враховувати такі положення:

а) покриття і верхні шари основи повинні відповідати проектним навантаженням і бути зсувостійкими;

б) конструкція дорожнього одягу повинна забезпечувати підвищений опір зсуву при високих літніх температурах. Для забезпечення цієї вимоги в покритті передбачають застосування тільки зсувостійких асфальтобетонних сумішей типу А і Б, щільних сумішей, а в основі – крупнозернистих асфальтобетонних сумішей або кам'яних матеріалів, укріплених цементом.

При виборі матеріалу для верхнього шару основи треба враховувати категорію дороги, тип покриття, а також і те, що шари, які містять органічне в'язуче, мають кращі деформаційні якості і теплофізичні властивості, ніж матеріали та ґрунти, укріплені неорганічними в'язучими. Однак, матеріали, що містять органічне в'язуче, дуже чутливі до високої температури, за якої зменшується їх зсувостійкість, чи мінусової температури, що призводить до проявлення їхньої крихкості.

На магістральних дорогах з важким і швидкісним рухом, основи потрібно влаштовувати переважно з укріплених матеріалів.

Товщину шарів з матеріалів, що містять органічне в'язуче та укладених на верхній шар основи із матеріалів, укріплених цементом, для обмеження появи «відбитих» тріщин на покритті потрібно приймати не меншою за товщину шарів, укріплених цементом. При цьому мінімальна товщина шарів з органічним в'язучим не повинна бути меншою за 12 см для полегшених покриттів і 16-18 см для капітальних.

У випадку застосування матеріалів, укріплених комплексними в'язучими, а також такими, що повільно твердіють і гідравлічними в'язучими, товщина шару може бути знижена на 20 %, в умовах спекотних і сухих районів дорожньо-кліматичної зони У-IV – на 30 %; на дорогах IV категорії з покриттями з чорних сумішей товщина шару покриття може скласти 6-8 см.

Необхідно передбачати в конструкціях дорожнього одягу нежорсткого типу можливо меншу кількість шарів (2 – 4 без урахування додаткових шарів) з різних матеріалів, використовуючи як основу пористий асфальтобетон, маломіцний цементобетон, ґрунти й матеріали укріплені в'язучими. В окремих випадках, коли це технічно та економічно доцільно, слід призначати і більшу кількість шарів дорожнього одягу.

Товщину окремого шару попередньо призначають у діапазоні від мінімальної конструктивної товщини, регламентованої діючими нормами (ДБН

В.2.3-4, ДСТУ Б В.2.7-119), до практично прийнятих значень (наприклад, у типових проектах) для даного регіону.

Якщо загальна товщина дорожнього одягу, отримана з розрахунку на міцність, менша за товщину, встановлену за морозостійкістю, то слід передбачити додаткові морозозахисні чи теплоізоляційні шари. У цьому випадку конструкцію основи дорожнього одягу потрібно призначати одночасно з проектуванням морозозахисних чи теплоізоляційних і дренажних шарів [2-3].

Товщину покриття удосконаленого типу слід призначати такою, щоб розтягуючі напруження, що діють в його найбільш напруженій зоні, не перевищували допустимих згідно ВБН В.2.3-218-186. Дорожній одяг нежорсткого типу.

Максимальні напруження при згині виникають, якщо модулі пружності суміжних шарів відрізняються в 10 і більше разів. Тому модулі пружності суміжних шарів повинні відрізнятися не більше, ніж у 3 – 5 разів.

У процесі будівництва повинно бути забезпечене надійне зчеплення шарів із монолітних матеріалів.

Товщину покриття перехідного типу треба визначати розрахунком згідно ВБН В.2.3-218-186 [5] так, щоб пружний прогин поверхні одягу не перевищував допустимого.

Товщини проміжних шарів одягу з удосконаленим покриттям слід призначати такими, щоб під дією розрахункових навантажень у монолітних шарах основи з матеріалів, укріплених неорганічними в'язкими, полімерними чи в'язкими органічними в'язкими, а також комбінованими в'язкими, розтягуючі напруження при згині не перевищували допустимих, а в зернистих і малозв'язних матеріалах (гравій, пісок, суміші на основі рідких органічних в'язких і т. ін.) не виникали б неприпустимі деформації зсуву.

Для капітальних дорожніх одягів товщину асфальтобетонного покриття, що влаштовується з порівняно дорогих матеріалів, слід призначати близькою до мінімальної конструктивної, верхній шар основи капітальних дорожніх одягів потрібно влаштовувати головним чином з монолітних матеріалів – з пористого асфальтобетону, щебених сумішей, оброблених бітумною емульсією, фракційного щебеню, обробленого в'язким бітумом шляхом просочення, а також із фракційного щебеню, влаштованого за принципом розклинки дрібним щебенем чи гранульованим активним шлаком, укріпленою методом просочення цементопіщаною сумішшю.

Для влаштування нижньої частини основи, в залежності від розрахункових умов руху, слід надавати перевагу монолітним (укріплені ґрунти і кам'яні матеріали) та зернистим матеріалам, що відповідають вимогам ДСТУ Б В.2.7-74, ДСТУ Б В.2.7-75, ГОСТ 23558.

До матеріалознавчо-технологічних напрямів підвищення колієстійкості дорожнього одягу, згідно з РВ.2.3-218-21476215-388, відносяться такі:

- забезпечення однорідності товщини шарів дорожнього одягу;
- застосування у покриттях зсувостійких асфальтобетонів в тому числі щебенево-мастикового;
- модифікування бітумів термоеластопластичними та термопластичними полімерами, адгезійними добавками;
- використання в основах конструкцій матеріалів, укріплених в'язучими, в т.ч. цементом;
- використання сучасної дорожньо-будівельної техніки;
- забезпечення оптимальних температурних режимів при приготуванні та укладанні асфальтобетонних сумішей та матеріалів, оброблених органічними в'язучими.

Для підвищення міцності асфальтобетону при згині, а також його зносостійкості, корозійній стійкості до дії атмосферних факторів, тріщиностійкості при низьких температурах та зсувостійкості при високих температурах необхідно приймати спеціальні заходи з регулювання властивостей вихідних компонентів асфальтобетонної суміші, її складу:

- армування асфальтобетону;
- створення необхідних умов контакту асфальтобетонного покриття з основою (забезпечення надійного зчеплення, або, навпаки, гладкого контакту між ними);
- забезпечення необхідної товщини покриття;
- вибору виду і правильного визначенню товщини основи.

Застосування полімерасфальтобетону

Для підвищення теплостійкості асфальтобетону рекомендується використовувати модифікатори групи термопластів (Елвалой АМ, Полібілт, Еватане, Лотрел, Ломадере, Віскопласт та інші).

Для підвищення теплофізичних та деформативних властивостей асфальтобетону рекомендується використовувати модифікатори, які надають бітуму підвищену еластичність – термоеластоласти типу СБС (ДСТ-30-01,

ДСТ-30Р-01, Кратон, Вектор, Тайпол, Фінапрене, Європрене, Салпрене, Бутонал та інші).

При приготуванні полімербітумного в'язучого (БПВ) рекомендується користуватись рекомендаціями, технологічними регламентами і специфікаціями виробників.

При модифікації бітумів деякі модифікатори, наприклад, термопласт Елвалой АМ, суттєво підвищують в'язкість вихідного бітуму і переводять його у наступну марку.

Для покращення адгезивної активності бітуму, підвищення міцності, тепло- та зсувостійкості асфальтобетону, подовження строку служби асфальтобетонних покриттів рекомендується використовувати структуруючі добавки (Сісібіт, Лікомонд та інші).

Для забезпечення високих показників зчеплення бітуму з мінеральними матеріалами усіх порід, підвищення водостійкості асфальтобетону та строку служби покриття використовуються адгезійні добавки катіонного типу (УДОМ-2, Дорам, Андор, БП-3М, Азмол БП-3, Дорос-АП, КАП, Аскоме 12L, Вітфікс, Діаміне OLB, Індулін DF-41Е, Цецабос, Полірам L200, Дінораме 184, Терамін та інші), які покращують зчеплення з мінеральними матеріалами.

Усі структуруючі та адгезійні добавки рекомендується використовувати відповідно до технічних умов на кожну з них або рекомендацій та специфікацій виробника.

Бітуми менш в'язких марок (БНД 90/130, БНД 130/200) модифіковані термоеластопластами, рекомендується використовувати у північних районах. Для південних районів застосовуються більш в'язкі бітуми, модифіковані термопластами.

При застосуванні полімербетонів вимоги до них узгоджуються з діючими нормативними документами на асфальтобетон.

Застосування щебенево-мастикового асфальтобетону

Для підвищення зсувостійкості, термостійкості та довговічності дорожніх покриттів в умовах важкого та інтенсивного руху рекомендується використовувати щебенево-мастиковий асфальтобетон (ЩМА).

Гарячі щебенево-мастикові суміші відносяться до самостійного класу асфальтобетонних сумішей. Щебенево-мастикові суміші містять від 70 до 80 % щебених фракцій і мають підвищений вміст бітуму (від 5,5 до 7,5 % за

масою). Для утримання гарячого бітуму на поверхні щебеню у суміш вводять спеціальні стабілізуючі добавки.

В залежності від крупності щебеню суміші поділяють на наступні види: ЩМА-10, ЩМА-15, ЩМА-20 де 10, 15, 20 – максимальний розмір фракції щебеню.

Щебенево-мастикові суміші рекомендується використовувати при влаштуванні верхніх шарів покриття товщиною від 3 до 6 см. Мінімальна товщина покриття повинна бути у три рази більшою за максимальний розмір застосованого щебеню.

При приготуванні щебенево-мастикового асфальтобетону використовуються бітуми марок БНД 60/90, БНД 90/130 згідно ДСТУ 4044 та полімербітумні в'язучі марок БМТЕ 40/60-56, БМТЕ 60/90-52, БМТЕ 90/130-49, БМТП 40/60-56 та БМТП 60/90-52.

Приготування щебенево-мастикового асфальтобетону рекомендується здійснювати у змішувачах примусової дії, обладнаних відповідними дозаторами для полімербітуму, стабілізуючих волокон, мінерального порошку, піску та щебеню необхідних фракцій.

Для виготовлення ЩМА застосовуються матеріали, які відповідають вимогам чинних нормативних документів або сертифікатів відповідності.

Щебенево-мастиковий асфальтобетон допускається використовувати в усіх дорожньо-кліматичних зонах України.

Армування асфальтобетону

Для підвищення міцності та довговічності, запобігання виникненню у асфальтобетонному покритті тріщин, через малу міцність на розтяг під дією значних тимчасових навантажень від коліс автомобільного транспорту, рекомендується використовувати армуючі синтетичні сітки та геосинтетичні матеріали. Армування дорожніх одягів передбачає укладання сітки поверх шару основи або між шарами покриття.

Армування нижньої грані монолітного шару або верхньої його частини синтетичними сітками, що мають міцність на розрив більшу ніж матеріал шару на розтяг при згині, сприяє підвищенню розрахункової міцності конструкції за третім критерієм міцності (опору розтягу при згині монолітних шарів), а це дозволяє зменшити товщину усієї конструкції мінімум на 10 %. Синтетичні сітки виконують роль тріщиноперериваючих прошарків і запобігають появі відбитих тріщин на поверхні асфальтобетонних покриттів.

До синтетичних сіток висуваються такі вимоги:

- армуючі сітки повинні мати не менше 75 % вільної поверхні по площі сітки, що дозволяє здійснювати безпосередній контакт суміжних асфальтобетонних шарів;

- розмір чарунки сітки повинен бути у 2-2,5 рази більшим за максимальний розмір часток мінерального заповнювача в асфальтобетоні;

- міцність сітки шириною 1 м у подовжньому і поперечному напрямках повинна складати не менше 50 кН/м.

Підвищення міцності та довговічності основ

Довговічність дорожньої конструкції у значній мірі залежить від міцності і розподіляючої здатності основи. Призначення основи – передача напружень від транспортних засобів, що сприймає покриття дорожнього одягу і розподілення їх на ґрунт земляного полотна. Крім цього допоміжні шари основи виконують дренажні, морозо- та теплозахисні функції.

Основи магістральних доріг з важким інтенсивним рухом згідно ВБН В.2.3-218-186 [5] рекомендується влаштовувати переважно з укріплених матеріалів - щебневих сумішей, оброблених бітумною емульсією, фракційного щебеню, обробленого в'язким бітумом шляхом просочення, фракційного щебеню, влаштованого за принципом розклинки дрібним щебенем чи гранульованим активним шлаком, укріпленого методом просочення цементопіщаною сумішшю, а також з цементобетону.

Верхні шари основи повинні відповідати розрахунковим навантаженням і бути водо-, морозо- і термостійкими.

При виборі матеріалів для верхнього шару основи необхідно враховувати природу в'язучого. Використання органічних в'язучих підвищує деформативність, але зменшує зсувостійкість при високій температурі та призводить до крихкості при низьких температурах. Для забезпечення підвищення опору зсуву верхні шари основи рекомендується виконувати з кам'яних матеріалів, укріплених цементом.

Нижні шари та шари додаткової основи повинні мати розрахункову міцність, тепло- та морозостійкість і дренажну здатність. Шари з дисперсних матеріалів повинні мати здатність опору до виникаючих зсувних напружень.

Для підвищення міцності на зсув шари нижньої частини основи рекомендується омонолічувати малими дозами органічних або неорганічних в'язучих [4].

Розташування неукріплених зернистих матеріалів між шарами з матеріалів, оброблених в'язучими, не допускається.

При конструюванні шарів основи з дисперсних матеріалів необхідно передбачити відведення вільної води за допомогою спеціальних заходів.

Для захисту основ дорожнього одягу від поверхневих вод та зниження вологості ґрунту земляного полотна необхідно виконувати запобіжні заходи: підвищувати міцність узбіч; забезпечувати достатній поперечний похил і водонепроникність узбіч і т.п.

Для запобігання взаємопроникнення дрібно- та крупнозернистих матеріалів суміжних шарів рекомендується використовувати розділяючі прошарки з геосинтетичних матеріалів.

Підвищення міцності і стійкості робочого шару земляного полотна

Згідно ВБН В.2.3-218-186 [5] для забезпечення стабільності і довговічності роботи всієї конструкції дорожнього одягу у часі, рекомендується особливу увагу привертати до стабільності фізико-механічних властивостей ґрунту активної зони земляного полотна. При цьому рекомендується керуватись типовими конструктивними рішеннями:

- використовувати у верхній частині земляного полотна нездимальні, малоздимальні і малонабрякаючі ґрунти;
- забезпечувати необхідні коефіцієнти ущільнення шарів ґрунту робочого шару земляного полотна згідно табл. 2.3 ВБН В.2.3-218-186 [5];
- влаштувати парогідроізолюючі прошарки для захисту ґрунту від зволоження поверхневими та ґрунтовими водами;
- для зміцнення і стабілізації робочого шару земляного полотна використовувати невелику кількість в'язучого (4-5 % цементу, 10-15% золи виносу, гранульованих і мелених шлаків, фосфогіпсу, вапна, цементного пилу, побічних продуктів органічного походження, гідрофобізуючих матеріалів і т. ін.). При цьому ґрунти, стабілізовані в'язучими, рекомендується розглядати як самостійні конструктивні шари дорожнього одягу.

При виборі в'язучого для укріплення ґрунту робочого шару земляного полотна віддають перевагу неорганічним в'язучим, як більш термостійким, що забезпечують більшу жорсткість та міцність земляного полотна.

Рекомендується укріплювати верхню активну частину земляного полотна неорганічними в'язучими при постійному надмірному зволоженні і тривалому

підтопленні як поверхневими, так і ґрунтовими водами, коли розрахункова вологість ґрунту перевищує 65% границі текучості.

Верхній шар земляного полотна рекомендується влаштовувати з малозв'язних ґрунтів і легких суглинків, оскільки при використанні і укріпленні важких суглинків і особливо глин, а також пилуватих ґрунтів або набухаючих ґрунтів потрібна значна кількість в'язучого.

Укріплені шари земляного полотна пропонується влаштовувати на всю ширину насипу або виїмки з наданням їм ухилу 2-4 %.

Висновки

Виконана робота дозволяє виявити причини утворення колії та розробити заходи щодо запобігання колієутворення на дорожніх покриттях, підвищити температуростійкість асфальтобетонних покриттів, розробити конструкції дорожніх одягів стійких до пластичних деформацій, підвищеної довговічності та міцності. В кінцевому результаті виконана робота сприяє поліпшенню експлуатаційного стану доріг та підвищенню безпеки руху.

Для підвищення довговічності асфальтобетонного покриття рекомендується при приготуванні асфальтобетонних сумішей використовувати термопластичні або термоеластопластичні полімери, адгезійні добавки, застосовувати зсувостійкі асфальтобетони, наприклад, щебенево-мастиковий асфальтобетон та армування синтетичними сітками.

Література

1. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво.
2. Радовский Б.С. Проблемы механики дорожно-строительных материалов и дорожных одежд. К.: ООО «ПолиграфКонсалтинг», 2003. 240 с.
3. Радовский Б.С., Щербакова Е.Я., Малеванский Г.В., Сиденко В.М., Батраков О.Т. Указания по определению прочностных и деформационных характеристик дорожно-строительных материалов и грунтов. К., 1975. 90 с.
4. ВБН В.2.3-218-539:2007 Споруди транспорту. Влаштування шарів дорожнього одягу автомобільних доріг загального користування із холодних сумішей, що містять фрезерований асфальтобетон.
5. ВБН В.2.3-218-186-2004 Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу.

Рецензенти:

Жданюк В.К., д-р техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.
Нагайчук В.М., канд. техн. наук, ДП "ДерждорНДІ".

Reviewers:

Zhdaniuk V.K., Dr. Tech. Sci., Kharkiv National Automobile and Highway University.
Nahaichuk V.M., Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "DerzhdorNDI".

Стаття надійшла до редакції: **15.05.2017 р.**