

Але разом з цим потрібно наголосити, що при забезпеченні системи «АБЗ-транспорт-об'єкт будівництва» відповідною програмою, яка передбачає обумовлений в часі строгий технологічний режим роботи заводу і випуск відповідної продукції по попередньому замовленню споживачів, а також роботу автотранспорту по розробленому для досягнення цієї мети диспетчерському графіку, система «точно-вчасно» успішно може використовуватись в практиці роботи підсобних виробничих підприємств дорожньої галузі.

Таким же чином вона може використовуватись і при виконанні інших виробничих процесів, структура яких чітко обумовлена технологічним регламентом і почасовим графіком виконання окремих його складових. Цьому в значній мірі можуть сприяти карти організації трудових процесів, використання яких обумовлюють не тільки їх структуру, оптимальні схеми переміщення технічних засобів в робочій зоні і т.ін., а й часові параметри їх виконання.

Наведені роздуми, а може навіть і пропозиції, щодо можливості застосування організаційної системи методу «точно-вчасно» в практиці дорожнього виробництва потребують подальшого аналізу і відповідних досліджень з урахуванням умов дорожнього виробництва і його специфіки.

Висновки. Можливість використання методу «точно-вчасно» японської моделі розвитку економіки в практиці дорожнього виробництва потребує подальшого його аналізу і проведення відповідних досліджень, включаючи і виробничий експеримент з урахуванням умов фактичного виробництва і його специфіки.

Література

1. Фісун А. Японська модель розвитку економіки. / А. Фісун // Економічний вісник, №7. — 2009. — С.79-81.
2. Стивенсон Вильям Дж. Управление производством. / Вильям Дж. Стивенсон // М.: ЗАС «Издательство Бинном», 1999. — С. 693-727.
3. Державні будівельні норми України. ДБН А.3.1-5-96. «Організація будівельного виробництва».
4. Кожекин Г.Я., Сеница И.П. Организация производства. / Г.Я.Кожекин, И.П. Сеница // Минск: ИП. «ИП-Экоперспектива», 1998.
5. Ліпський Г.Є. Лихоступ М.М. Основи організації планування і управління дорожнім виробництвом. / Г.Є. Ліпський, М.М. Лихоступ // К.: Граніна, 2010.

УДК 625.7/8

МЕТОДИКА ПРОЕКТУВАННЯ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ШАРІВ ЗНОСУ ДЛЯ МІСЬКИХ УМОВ

Доктор технічних наук Мозговий В.В.,
кандидат технічних наук Онищенко А.М.,
Жуков О.О., Невінгловський В.Ф., Різніченко О.С.

Розроблено методичні положення проектування асфальтобетонних шарів зносу для міських вулиць і доріг. Описані найбільш раціональні заходи забезпечення та підвищення довговічності асфальтобетонних шарів зносу для міських вулиць і доріг.

The methodical positions of design of bituminous concrete layers of wear are developed for city streets and roads. The most rational measures of providing and increases of longevity of bituminous concrete layers of wear are described for city streets and roads.

Основна частина. Розроблено концептуальні положення забезпечення довговічності асфальтобетонних шарів зносу при проектуванні міських вулиць і доріг, що полягають у наступному: стійкість асфальтобетонних шарів зносу до водо-морозних впливів; належне зчеплення з нижнім шаром асфальтобетонного покриття; стійкість до колієутворення при високих температурах, а також до тріщиноутворення від дії транспорту та коливання температури.

З урахуванням умов роботи асфальтобетонних шарів зносу покриття міських вулиць і доріг для оцінки їх довговічності запропонована класифікація режиму транспортного навантаження (табл. 1). Ця класифікація відображає основні види режимів навантаження, що характеризується часом дії t та долею δ_i інтенсивності навантаження N_i від загальної інтенсивності руху N .

При встановленні аналітичних залежностей для визначення горизонтальних нормальних напружень, що викликають тріщиноутворення в шарі зносу, розглядали задачі в детермінованій постації з використанням феноменологічного підходу, а матеріал асфальтобетонного шару зносу розглядався як ізотропний матеріал. З цією метою було розроблено основні види розрахункових схем, що відображають умови роботи асфальтобетонних шарів зносу при різних режимах навантаження та коливання температур. Одну із схем зображено на рис. 1.

Для визначення температури асфальтобетонного шару зносу використали відомі рішення задачі теплопровідності для гармонійного коливання температури на поверхні напівпростору. Аналіз результатів відомих теоретичних та експериментальних досліджень показав, що на температурний режим асфальтобетонного шару зносу впливають не тільки дві основні гармоніки річних та добових коливань, які часто використовують для визначення температурного режиму шарів дорожнього одягу, але і коливання температури в місячному циклі.

Таблиця 1

Класифікація режимів вертикального транспортного навантаження, що діє на асфальтобетонні шари зносу покриття міських вулиць і доріг

Номер виду режиму навантаження, (φ)	Вид режимів навантаження	Час навантаження (t_{φ}), с	Інтенсивність дії навантаження даного виду режиму (N_{φ})
1	Безперервний рух транспортних засобів на ділянках між світлофорами і зупинками громадського транспорту		
1.1	На ділянках між світлофорами і зупинками громадського транспорту	$t_{1.1}$	$N_{1.1} = \delta_{1.1} \cdot N$
1.2	На ділянках гальмування транспортних засобів	$t_{1.2}$	$N_{1.2} = \delta_{1.2} \cdot N$
1.3	На ділянках розгону транспортних засобів	$t_{1.3}$	$N_{1.3} = \delta_{1.3} \cdot N$
1.4	На ділянках повільного руху в заторах	$t_{1.4}$	$N_{1.4} = \delta_{1.4} \cdot N$
1.5	На ділянках повільного руху в зоні світлофорів	$t_{1.5}$	$N_{1.5} = \delta_{1.5} \cdot N$
2	Зупинка транспортних засобів		
2.1	В зоні світлофорів	$t_{2.1}$	$N_{2.1} = \delta_{2.1} \cdot N$
2.2	В зонах зупинки громадського транспорту	$t_{2.2}$	$N_{2.2} = \delta_{2.2} \cdot N$
2.3	На ділянках між світлофорами і зупинками громадського транспорту в місцях заторів	$t_{2.3}$	$N_{2.3} = \delta_{2.3} \cdot N$

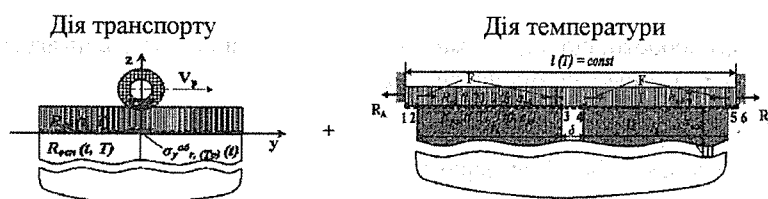


Рис. 1. Розрахункова схема роботи асфальтобетонного шару зносу при спільній дії транспортного засобу та зниженні температури (асфальтобетонний шар зносу влаштований на блочній основі, між ними знаходиться армуючий або тріщиноперериваючий матеріал):

I — шар зносу; II — основа; III — тріщино-перериваючий матеріал; $h_{оч}$ — висота основи; $h_{аб}$ — товщина асфальтобетонного шару зносу; $R_{аб}(t, T)$, $R_{оч}(t, T)$ — функція релаксації відповідно шару зносу, основи; $l_б$ — довжина блоку основи; F — температурне зусилля в асфальтобетонних шарах зносу від скорочення блоків основи; δ — ширина тріщини; $\sigma_r(Tем)$ — розтягуючі напруження при зниженні температури; $\sigma_y^{аб, r(Tp)}(t)$ — розтягуючі напруження від дії транспортного засобу

Для дослідження напружено-деформованого стану шарів зносу нежорсткого дорожнього одягу було застосовано точне рішення професора А.К. Приварнікова для багатoshарового напівпростору, що дозволило

при застосуванні методу квазіупругої апроксимації отримати аналітичний вираз для визначення горизонтальних нормальних напружень [1] з метою оцінки тріщиностійкості асфальтобетонних шарів зносу у вигляді наступної апроксимаційної залежності:

$$\sigma_{y_{r,(Tp)}}^{ab}(t) = \sum_{i=1}^n a_i(t, T) \cdot t^{n-1}, \quad (1)$$

де $a_i(t, T)$, n — параметри апроксимації;

t — час спостереження.

При визначенні температурних напружень враховано термов'язкопружні властивості асфальтобетонних шарів зносу, що описано функцією релаксації та функцією температурно-часового зміщення, параметри яких визначаються експериментально [2-4].

Використовуючи такий підхід, отримано аналітичні залежності для визначення температурних напружень в асфальтобетонних шарах зносу для розробленої розрахункової схеми (рис. 1):

$$\sigma_{r,(Tem)}^{ab}(t) = g \cdot E_{\partial z} + (E_{mm} - E_{\partial z}) \int_0^t \left(1 + \frac{\beta \cdot \gamma}{\eta}\right)^{-\lambda} dt_1, \quad (2)$$

де $\beta = f(t, P_1, k_{ab}, T_n, T_s)$; $\gamma = f(t_1, P_1, k_{ab}, T_n, T_s)$; $g = f(\alpha, k_{ab})$;

$\lambda, \eta, E_{\partial z}, E_{mm}$ — параметри функції релаксації, що визначаються експериментально;

P_1 — параметр функції температурно-часового зміщення;

t_1 — час, який передує моменту спостереження;

T_n, T_s — початкова та приведена температура асфальтобетонного шару зносу;

$k_{ab}, k_{осн}$ — швидкість охолодження асфальтобетонного шару зносу та основи;

$\alpha_{ab}, \alpha_{осн}$ — коефіцієнт лінійного розширення асфальтобетону та основи.

Використовуючи отримані аналітичні залежності для визначення горизонтальних нормальних розтягуючих напружень в асфальтобетонних шарах зносу від дії транспорту та коливань температури для прогнозу їх довговічності за тріщиностійкістю використовували лінійний принцип підсумовування міри пошкодженості кінетичної теорії міцності твердих тіл. Для оцінки тріщиностійкості базувались на відомій умові граничного стану, використовуючи критерій Бейлі у вигляді сумарної міри їх пошкодженості M :

$$M(t) = M_{Tp} + M_{Tem} \leq [M] \cdot K_{yp}, \quad (3)$$

де K_{yp} — коефіцієнт умови роботи, що відображає водо-морозний вплив та вплив агресивної дії антижеледних реагентів, а також технологічних неоднорідностей;

M_{Tp} — міра пошкодженості від дії транспорту;

M_{Tem} — міра пошкодженості від дії температури;

$[M]$ — граничне значення показника тріщиностійкості асфальтобетону рівне.

При проведенні експериментальних досліджень застосовували стандартне обладнання для визначення фізико-механічних властивостей різних складів асфальтобетону. Під час проведення експериментальних досліджень для шарів зносу використовували найбільш поширені в світовій практиці асфальтобетони, а саме: щєбєнево-мастиковий полімерасфальтобетон (ЩМПА); литий полімерасфальтобетон (ЛПА); дре-нуючий полімерасфальтобетон (ДПА); гарячий шільний асфальтобетон (Тип-Б). В якості в'язучих застосовували як дорожні бітуми так і бітуми модифіковані полімерами.

Зразки виготовляли за допомогою секторного преса (ПМА 218-21476215-450), що відтворює умови ущільнення асфальтобетонної суміші подібні умовам ущільнення котками.

Випробування асфальтобетонних зразків на стійкість до накопичення залишкових деформацій використовували коліємір секторного преса (СОУ 45.02-00018112-020:2009). Була розроблена методика, яка доз-

воляє оцінити придатність того чи іншого складу асфальтобетону з точки зору колієстійкості для влаштування шару зносу. На рис. 2 наведено приклад результатів випробувань на колієутворення асфальтобетонів при температурі + 50 °С та +60 °С [5].

Також була розроблена методика для оцінки зчеплення асфальтобетонного шару зносу з асфальтобетонним покриттям при випробуванні під дією горизонтальних та вертикальних зусиль, що моделюють дію зовнішнього навантаження на асфальтобетонні шари зносу при гальмуванні транспортних засобів. Випробування здійснювали за допомогою приладу НТУ-ЗЧ-1 (СОУ 45.2-00018112-046:2009) [5].

На рис. 3 наведено приклад результатів випробувань на міцність зчеплення асфальтобетонного шару зносу з асфальтобетонним покриттям.

Для випробуваних складів асфальтобетону оптимальна витрата підгрунтовки складає від 0,4 до 1,0 л/м² і суттєво залежить від виду асфальтобетону. Це свідчить, що для забезпечення належної довговічності асфальтобетонних шарів зчеплення за умовами їх колієстійкості, міцності зчеплення з покриттям та тріщиностійкості, слід при проектуванні асфальтобетонних шарів зносу враховувати оптимальні параметри технології їх влаштування.

При виконанні чисельного аналізу оцінювали вплив різних факторів на довговічність за тріщиностійкістю асфальтобетонних шарів. Згідно отриманих результатів (рис. 4), підтверджуються відомі дані про наявність максимуму для σ_x в залежності від товщини. Саме для шарів зносу, при зміні товщин в діапазоні від 2 до 8см спостерігається збільшення σ_x , що відповідно призводить до збільшення міри пошкодження асфальтобетонних шарів зносу з ростом їх товщини.

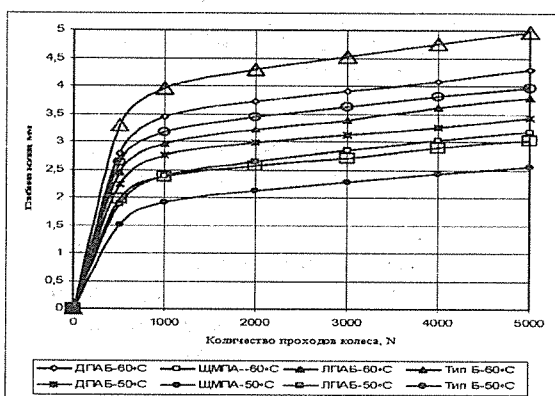


Рис. 2. Залежність глибини колії від кількості проходів колеса в асфальтобетону різних видів

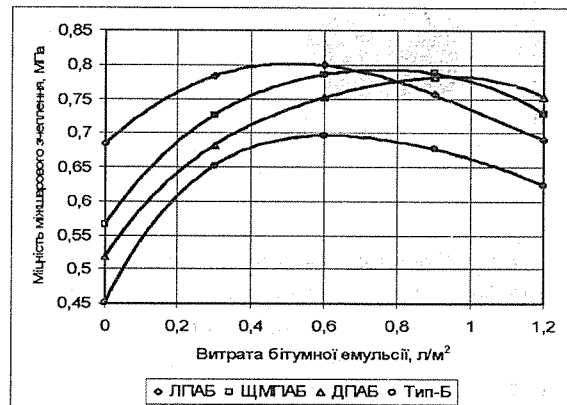


Рис. 3. Залежність міцності міжшарового зчеплення від витрат бітумної емульсії

На рис. 5 показано зміну відносної довговічності від часу дії навантаження для нежорсткого дорожнього одягу від дії розрахункового навантаження групи А₁.

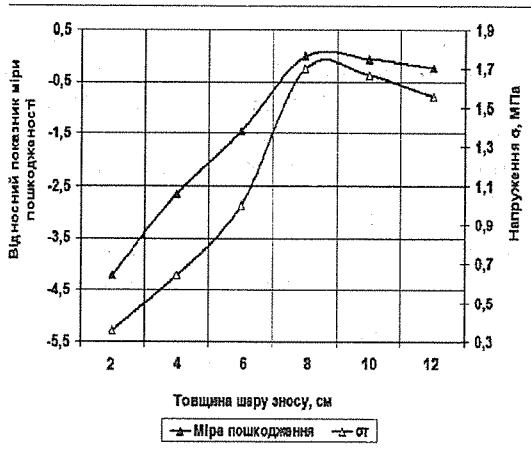


Рис. 4. Залежність горизонтальних розтягуючих напружень σ_x в шарі зносу та відносного показника міри пошкодження від його товщини

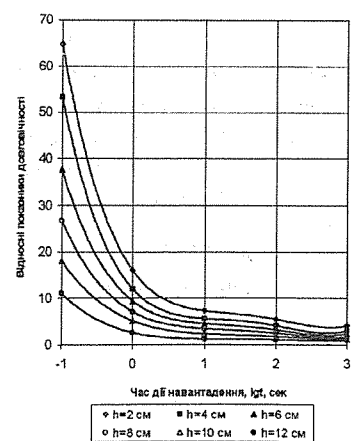


Рис. 5. Залежність відносної довговічності від часу дії навантаження при різних товщинах шару зносу

Проведений чисельний аналіз також свідчить, що збільшення товщини асфальтобетонного шару зносу впливає на зменшення міри пошкодженості від дії горизонтальних розтягуючих температурних напружень (рис. 6).

Спочатку відбувається більш швидке її зменшення. Так, при збільшенні товщини асфальтобетонного шару зносу від 2 до 4 см небезпека утворення в ньому тріщин зменшується приблизно в 1,5-2 рази, потім відбувається поступове зниження темпу.

Результати оцінки залишкового ресурсу асфальтобетонних шарів зносу різної гранулометрії в залежності від товщини шару наведено на рис.7. Умова оцінки залишкового ресурсу асфальтобетонних шарів зносу визначається за такою залежністю:

$$\Delta M(t) = K_{ур} \cdot [M] - M(t), \quad (4)$$

де $\Delta M(t)$ — значення довговічності, як доля непошкоджених структурних зв'язків асфальтобетону на момент часу t ; $M(t)$ — сумарна міра пошкодженості структурних зв'язків на момент часу t з урахуванням впливу температурних напружень і напружень від транспорту та температури.

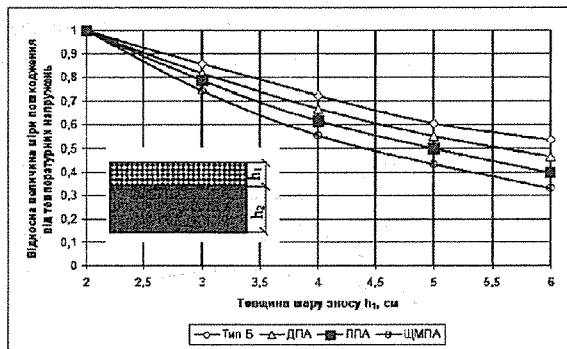


Рис. 6. Залежність відносної величини міри пошкодженості від впливу горизонтальних розтягуючих температурних напружень при зміні товщини асфальтобетонного шару зносу h , дорожнього одягу нежорсткого типу для кліматичних умов району А-3

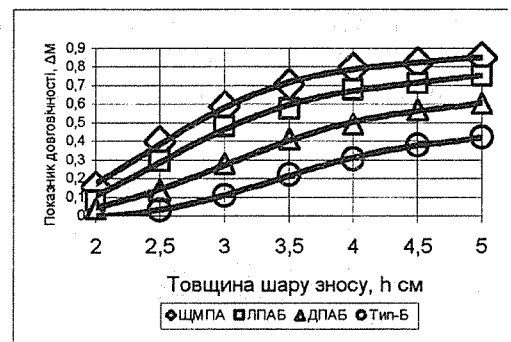


Рис. 7. Залежність залишкового ресурсу асфальтобетонних шарів зносу різної гранулометрії в залежності від товщини шару

Висновки.

Отримані результати показують, що довговічність асфальтобетонного шару може зменшуватися в 2-8 разів в залежності від його товщини при збільшенні часу дії навантаження від 0,1 с до 1000 с, що вказує на суттєвий вплив режиму дії навантаження на довговічність асфальтобетонних шарів зносу міських вулиць і доріг.

Результати чисельного аналізу залишкового ресурсу свідчать, що зі збільшенням товщини шару зносу та використанням полімерів для модифікації бітуму, що застосовуються для виготовлення асфальтобетонних сумішей різної гранулометрії, значно збільшується довговічність шарів зносу. Так, при застосуванні ЩМПА, в залежності від товщини 2-5 см, довговічність збільшується до 1,83 рази, для ЛПА — до 1,74 рази, для ДПА — до 1,60 рази, а для типу Б — до 1,40 рази.

Розроблено методичні положення проектування асфальтобетонних шарів зносу для міських вулиць і доріг. Описані найбільш раціональні заходи забезпечення та підвищення довговічності асфальтобетонних шарів зносу для міських вулиць і доріг.

Подальший розвиток. Вдосконалення методу дослідження термореологічних показників властивостей асфальтобетону шарів зносу дорожнього покриття, а також дослідження колійності та зчеплення шару зносу з покриттям.

Література

1. Радовский Б.С. Теоретические основы конструирования и расчета дорожных одежд на воздействие подвижных нагрузок: Дис. докт. техн. наук: 05.22.11 — К., 1983. — 552 с.

2. Мозговой В.В. Научные основы обеспечения температурной трещиностойкости асфальтобетонных покрытий: Дис. докт. техн. наук: 05.22.11 — К., 1996. — 406 с.
3. Бесараб О.М., Онищенко А.М., Жуков О.О. Існуючі підходи до застосування шарів зносу при будівництві та ремонті автомобільних доріг. // Вестник ХНАДУ — 2006. — № 34-35. — С. 32-37.
4. Мозговой В.В., Онищенко А. М., Жуков О.О. Оцінка залишкового ресурсу з метою підвищення довговічності асфальтобетонного покриття. // Вісник ОДАБА. — 2009. — №. 35. — С. 243-252.
5. Онищенко А. М., Мозговой В.В., Жуков О.О., Невінгловський В.Ф., Різніченко О.С. Оцінка колієстійкості асфальтобетону за допомогою лабораторних установок // Проектування, будівництво і експлуатація нежорстких дорожніх одягів / Матеріали міжнародної науково-практичної конференції, яка присвячена 80-річчю ХНАДУ та дорожньо-будівельного факультету м. Харків. — 2010. — С. 212-217.

УДК 625.8

ТЕХНОЛОГІЇ ТЕПЛИХ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ

Ольховий Б.Ю.

В статті проаналізовано інформацію про виникнення і сучасний розвиток технологій теплих асфальтобетонних сумішей, розглянуто різні способи їх виготовлення та застосування, а також розкрито переваги і недоліки технологій теплих асфальтобетонних сумішей.

The following article is dedicated to the problem of origin and modern development of the warm asphalt technology. Particular attention is fixed on the methods of its preparation and an application, showed advantages and disadvantages of the warm asphalt technology.

Постановка проблеми у загальному вигляді

У зв'язку з посиленням екологічних стандартів після прийняття 187 країнами світу Кіотського протоколу про обмеження викидів в атмосферу парникових газів, науковці і практики дорожньої галузі почали розробляти технологію теплового асфальтобетону з метою зниження технологічних температур порівняно з традиційними гарячими асфальтобетонами, тим самим зменшуючи кількість небезпечних викидів в атмосферу. При гарячому укладанні асфальтобетонних сумішей із бітуму випаровуються аерозолі і пари різного роду. Їхня концентрація залежить від температури асфальтобетонної суміші. Чим більша температура асфальтобетонної суміші, тим більша концентрація випарів і аерозолів.

Існують і інші передумови виникнення такої технології, зокрема: потреба розширення будівельного сезону, можливість економити енергоресурси на виготовленні асфальтобетонної суміші тощо.

Необхідність проводити роботи по влаштуванню асфальтобетонних покриттів при низьких температурах навколишнього середовища виникає досить часто. Однак при цьому з'являється небезпека недопустимого зниження температури суміші при її укладанні та, як результат, недоуцільнення асфальтобетону, пошкодження структури матеріалу у зв'язку з появою значних температурних напружень вже в процесі будівництва через велику швидкість охолодження покриття. Використання технології теплих асфальтобетонів дає можливість уникнути такого ефекту.

Основна частина

Теплі асфальтобетонні суміші (warm asphalt mix — WAM) створюються за рахунок спеціальних технологій, що дозволяють знизити температуру приготування та укладання асфальтобетонних сумішей на 20-40°C за рахунок зменшення в'язкості бітумного в'язучого при температурах приготування і укладання.

Широке застосування теплих асфальтобетонних сумішей у світі розпочалося не так давно, проте зараз стрімко зростає. Для застосування таких технологій використовуються спеціальні речовини або певні технології, що призводять до зменшення в'язкості бітумних в'язучих при технологічних температурах. Кількість таких речовин невинно зростає, вони як правило, є продуктом іноземного виробництва.

Станом на 2005 рік у світі було відомо і використовувалося три технології теплих асфальтобетонів: піноутворення за допомогою цеолітів (Asphamin); воски (Sasobit); емульсійна технологія (Evotherm).