

УДК 625.852

Мозговий В.В., доктор технічних наук, професор,
Ольховий Б.Ю. аспірант, Баран С.А. асистент
Кафедра дорожньо-будівельних матеріалів і хімії
Національний транспортний університет,
м. Київ, вул. Суворова, 1
тел. +38(044) 285-95-28, e-mail: mozgoviy@gmail.com

ПОКРАЩЕННЯ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНОЇ ЗДАТНОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ МОСТІВ ЗА РАХУНОК ЗАСТОСУВАННЯ ТЕПЛИХ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ТВЕРДИХ ВУГЛЕВОДНІВ

В даній статті проаналізовані проблеми, пов'язані з недостатньою гідроізоляцією на мостах, причини і наслідки виникнення таких проблем, а також шляхи їх вирішення. Розглянуто можливість застосування теплих асфальтобетонних сумішей з використанням твердих вуглеводнів для покращення гідроізоляційної здатності асфальтобетонного покриття мостів. Наведені результати дослідження впливу енергозберігаючих добавок на основі твердих вуглеводнів для виготовлення теплих асфальтобетонних сумішей на в'язкість бітуму, а також на можливість зменшувати технологічні температури, що знизить пошкодження полімер бітумної гідроізоляції.

Ключові слова: гідроізоляційна здатність, асфальтобетонне покриття мостів, теплі асфальтобетонні суміші, тверді вуглеводні.

Постановка проблеми

Проблеми недостатньої гідроізоляційної здатності покриття на мостах можуть приводити до проникання води під асфальтобетонне покриття і її замерзання, поглиблення відшарування асфальтобетонного покриття. Це спричиняє ямковість, вибоїни, просадки, сітки тріщин. Наявність води під покриттям вірогідно призводить до дезінтеграції бетону захисного шару і прогонової будови і руйнування гідроізоляції за рахунок гідродинамічних ударів, протікання води крізь покриття та прогонову будову, погіршення технічного стану елементів мосту, замокання і ослаблення прогонової будови і опор, погіршення комфортності та безпеки руху (Рис.1) [1 - 3].



а)



б)

Рисунок 1. Поперечні тріщини, результати ремонту дефектів, білясті сліди від результатів дезінтеграції бетонного захисного шару на поверхні покриття (а) та висоли і сліди промокання по нижній грані ПРК (б) Південного мостового переходу через р. Дніпро в м. Києві (2001 р)

Аналіз останніх досліджень та публікацій

В останні роки широкого застосування набуло використання полімер-бітумної гідроізоляції, що наплавляється або напиляється, при влаштуванні асфальтобетонного покриття на мостах [3 - 5]. Однак поширеною проблемою їх застосування є взаємодія таких полімер бітумних мембран з гарячим асфальтобетоном, що ущільнюється катками. При цьому виникає проблема проплавлення такої мембрани та пробивання її гострокутними зернами гарячої асфальтобетонної суміші, в результаті чого погіршується або повністю втрачається гідроізоляційна здатність як самої полімер бітумної мембрани, так і асфальтобетонного покриття в цілому. Щоб уникнути таких негативних наслідків в чинних нормативних документах [6, 7] передбачено підвищені вимоги до термостійкості полімер-бітумного в'язучого гідроізоляційних матеріалів, а також перевірку самих гідроізоляційних матеріалів на стійкість до впливу гострокутних зерен і високих температур асфальтобетонних сумішей. Однак ці вимоги є занадто високими, і не всі види асфальтобетону (наприклад, на бітумах модифікованих полімерами), які застосовуються при влаштуванні покриття, можуть відповідати таким вимогам. Тому, доцільно було б мати можливість застосовувати асфальтобетонні суміші, які можуть укладатися безпосередньо на полімер-бітумні гідроізоляційні матеріали при більш низьких температурах, що не будуть призводити до руйнування і пошкодження гідроізоляційних матеріалів. Саме до таких видів асфальтобетонних сумішей відносяться так звані теплі асфальтобетонні суміші, що знаходять в останні роки все ширше застосування в практиці дорожнього будівництва [8 - 12].

В Україні найбільшого розповсюдження для виготовлення теплих асфальтобетонних сумішей набуло використання спеціальних добавок, що мають широкий спектр дії, таких як структуруючі добавки на основі органічних кислот та їх похідних, тобто твердих вуглеводнів [13, 14]. Для забезпечення ефективності застосування таких добавок основний компонент – віск, повинен бути твердим при найбільш високій температурі експлуатації асфальтобетонного покриття, але при температурі, що вище за максимальну температуру експлуатації, такий віск повинен плавитися і ставати рідким, досягаючи текучого стану з в'язкістю близько 10^{-2} Па·с. При цьому, це зменшує в'язкість суміші, таким чином забезпечуючи виробництво і укладання асфальтобетонних сумішей при нижчих для традиційних гарячих асфальтобетонів температурах [13].

Для успішного застосування технологій теплих асфальтобетонів в Україні було проведено їх дослідження провідними науковими установами в дорожній галузі [15 - 20], а також розроблені нормативні документи: ГБН Влаштування асфальтобетонних шарів дорожнього одягу при низьких температурах [21], Рекомендації по використанню в бітумних в'язучих енергозберігаючих добавок для виготовлення та ущільнення асфальтобетонних сумішей [13] та СОУ Бітуми дорожні в'язкі, модифіковані добавками на основі синтетичних восків [14].

Формулювання цілі статті

Оцінити переваги теплих асфальтобетонних сумішей з використанням твердих вуглеводнів для вдосконалення технологічності влаштування асфальтобетонного покриття мостів та покращення його гідроізоляційної здатності, а також дослідити вплив модифікаторів, що застосовуються для теплих асфальтобетонних сумішей в Україні на зменшення технологічних температур.

Виклад основного матеріалу

Традиційно, гарячі асфальтобетонні суміші готують і укладають при температурах: 150 - 170 °С – при приготуванні, 140 - 150 °С – на початку ущільнення. Високі температури необхідні для досягнення бітумним в'язучим такої в'язкості, що дозволить здійснити відповідні технологічні операції. Так, для забезпечення повного покриття кам'яного матеріалу бітумом необхідно, щоб його динамічна в'язкість становила 0,15 – 0,2 Па·с, для ефективного перемішування суміші - 0,2 – 0,3 Па·с, для ефективного ущільнення асфальтобетонної суміші – 0,3 - 1,4 Па·с [8, 11, 13, 17, 22]. При використанні енергозберігаючих добавок для приготування теплих асфальтобетонів можна отримати в'язкості, необхідні для тих чи інших технологічних операцій при температурах нижчих на 20-50 °С ніж для традиційного бітумного в'язучого.

Ефект зниження технологічних температур досягається за рахунок використання різних підходів, способів і технологій, серед них: введення органічних добавок, що знижують в'язкість, в бітумне в'язуче або безпосередньо у асфальтобетонну суміш; використання піноутворювачів; використання бітумних емульсій.

Серед органічних добавок для пониження технологічних температур асфальтобетону на ринку представлені наступні: Licomont BS 100, Sasobit, Asphaltan B, CECABASE RT, Rediset WMX 8017 та інші. Під час транспортування асфальтобетонної суміші в кузові самоскида її поверхневий шар та суміш в місцях контакту її з металевим кузовом значною мірою остигає швидше ніж середня частина суміші. За рахунок цього відбувається нерівномірне охолодження у вигляді своєрідного температурного розшарування. Це явище має характер технологічної спадкоємності і впливає відповідним чином на подальші технологічні операції та якість асфальтобетонного покриття. Такий ефект температурного розшарування названо температурною сегрегацією [23]. Так температура в кузові автосамоскида в різних точках може мати перепад до 50°C. Низька теплопровідність асфальтобетонної суміші приводить до того, що охолоджені до температури 70 - 80°C конгломерати асфальтобетонної суміші, попадаючи під плиту асфальтоукладача, не розігріваються до температури основної маси асфальтобетонної суміші. Це призводить до нерівномірного ущільнення асфальтобетонної суміші. Такі недоущільнені місця в подальшому будуть мати схильність до збільшеного водонасичення, зменшеної морозостійкості і довговічності, а через 1-2 роки експлуатації можуть утворювати вибоїни. Також, при транспортуванні важкі фракції асфальтобетонної суміші осідають на дно самоскида, особливо гостро виявляється цей дефект суміші при транспортуванні щебеневно-мастикового асфальтобетону, що характеризується надлишком бітуму [23].

Крім того, під час укладання суміші може відбуватися суттєве швидке охолодження крайок суміжних смуг, що укладаються декількома укладачами (в прохолодну та вітряну погоду). Це також є фактором, що призводить до температурної сегрегації укладеного шару і створює місця з температурою суміші, нижче якої не досягається її повноцінне ущільнення.

Повне забезпечення гідроізоляційної здатності асфальтобетонного покриття та збільшення його довговічності не можливе без усунення температурної і фракційної сегрегації [23].

Для дослідження впливу модифікаторів, що застосовуються для теплих асфальтобетонних сумішей в Україні на зменшення технологічних температур проводили випробування по дослідженню залежності в'язкості модифікованих бітумів від температури в лабораторії ДерждорНДІ на реометрі Brookfield RV III Ultra під керівництвом Кіщинського С.В.

В результаті проведених випробувань було встановлено залежність в'язкості бітуму від температури для різних видів енергозберігаючих добавок (рис. 2), що застосовуються для приготування теплих асфальтобетонних сумішей.

Як показують результати досліджень, добавки на основі природних і синтетичних восків (Sasobit, Rediset, Licomont, Asphaltan) значною мірою структурують бітум при відносно низьких температурах і підвищують температуру розм'якшення [17, 19, 20]. Це пояснюється тим, що при охолодженні воски, що входять до складу таких добавок, кристалізуються і виконують у в'язучому роль маломіцного наповнювача. При температурах, що відповідають температурам їхнього плавлення, воски різко досягають в'язкості 0,1 Па·с при цьому пластифікуючи бітум [13, 17].

При чому для кожного виду добавки ці температури мають свої значення (рис. 2), які в основному залежить від походження добавки. Було встановлено, що найбільший вплив на зміну в'язкості має Licomont, за походженням - амідний віск, продукт реакції суміші довголанцюгових жирних кислот з аліфатичними діамінами. Ця добавка суттєво збільшує температуру розм'якшення в'язучого, а найбільш суттєво пластифікує бітум після температури 121 °C. Для Sasobit, що є за походженням воском синтезу Фішера-Тропша, температура плавлення складає близько 99 °C, а в результаті суміщення з бітумом суттєва пластифікація його починається з 112 °C. Rediset, що є комплексною добавкою на основі синтетичного воску та катіонних ПАР, має найнижчу температуру плавлення серед таких добавок – 80 – 90 °C, суттєво пластифікує бітум починаючи з температури

102 °С. Asphaltan основна складова якого - буровугільний віск природного походження, має температуру плавлення 99 °С, починає помітно зменшувати в'язкість бітуму з 110 °С.

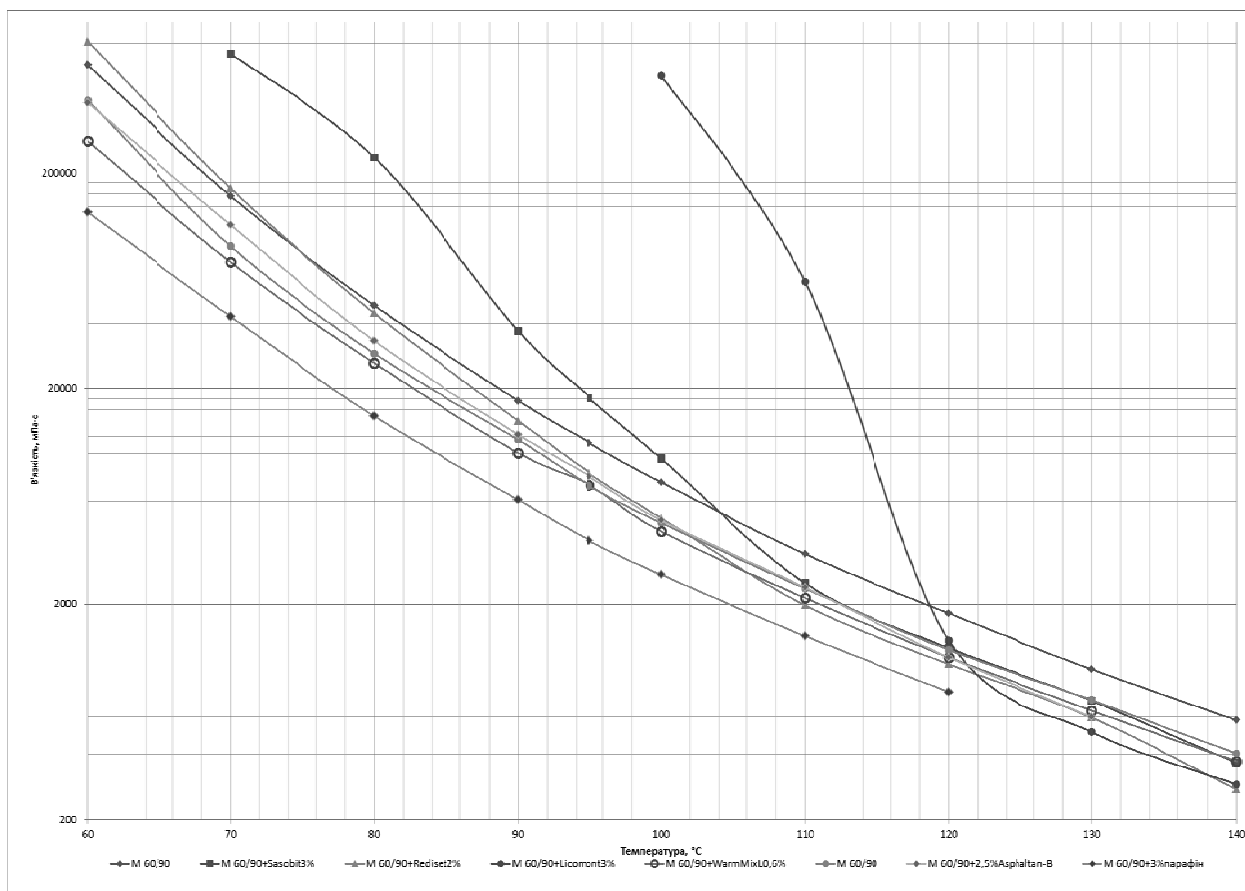


Рисунок 2. Вплив температури на в'язкість бітуму від виду використаної добавки

Також було встановлено, що технічний парафін зменшує в'язкість бітуму при низьких температурах, оскільки має досить низьку температуру плавлення і зберігає цей рівень пластифікації протягом всього діапазону випробування.

Добавки, що не мають в основі синтетичних чи природних восків, WarmMix, а є комплексними добавками на амідній основі, мають рідку форму при нормальних умовах, пластифікують бітум, зменшуючи в'язкість на 50-80% протягом усього температурного діапазону випробування.

В залежності від походження, а також складу добавки, вплив на в'язкість бітуму різний і ступінь впливу змінюється в залежності від температури. Добавки на основі природних і синтетичних восків підвищують температуру розм'якшення бітуму, а при температурах вищих на 10 - 15 °С за температуру їх плавлення суттєво пластифікують бітум. Добавки на амідній основі пластифікують бітум в тому числі і при низьких температурах, зменшуючи в'язкість бітуму приблизно однаково протягом всього температурного діапазону. Проведені дослідження дають можливість попередньо призначати технологічні температури приготування і ущільнення теплих асфальтобетонних сумішей на основі таких добавок.

Висновки

Було проаналізовано та встановлено переваги теплих асфальтобетонних сумішей з використанням твердих вуглеводнів для вдосконалення технологічності влаштування асфальтобетонного покриття мостів та покращення його гідроізоляційної здатності. Це досягається завдяки зменшенню небезпеки проплавлення полімер-бітумної гідроізоляції асфальтобетонною сумішшю та її пошкодження гострокутними зернами кам'яного матеріалу, а також за рахунок

зменшення явища температурної сегрегації, що унеможливить недоуцільнення асфальтобетонної суміші в покритті.

Використання твердих вуглеводнів, а також інших енергозберігаючих добавок для виготовлення теплих асфальтобетонних сумішей дає можливість знизити технологічні температури виготовлення, укладання і ущільнення на 20 - 50 °С. Зниження температур укладання відповідно не буде призводити до руйнування і пошкодження гідроізоляційних матеріалів і, таким чином, дасть покращення гідроізоляційної здатності асфальтобетонного покриття мостів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Іщенко О.М. Розробка методики розрахунку на температурну тріщиностійкість асфальтобетонного покриття штучних споруд автомобільних доріг//Дис. Канд. Техн. Наук. Київ, 2003, — 123с.
2. Мозговий В.В., Мозговий О.В., Куцман О.М. Особливості експлуатації асфальтобетонного покриття дорожнього одягу мостових споруд.//Дороги і мости: Збірник наукових праць. В 2-х томах: Т.ІІ. – К.: ДерждорНДІ, 2007. – Випуск 7. - с.70-74
3. Мозговий В.В., Скакун А.В., Куцман О.М., Онищенко А.М. Досвід використання вітчизняної гідроізоляції « сполімоств » при ремонті проїзної частини Московського мостового переходу через р. Дніпро в м. Києві.//Міжнародна науково-практична конференція «Покрівельні та гідроізоляційні матеріали на ринку України. Технології виробництва та застосування в сучасному будівництві». Матеріали конференції. - Київ, 2005. – с.57-60.
4. Натурна оцінка ефективності гідроізоляційних матеріалів. Мозговий В.В., Бабяк І.П., Онищенко А.М., Старікова О.С., Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – Випуск 30. – 2008. – с.47-55
5. Гидроизоляция мембраны производства «Технониколь» - системный подход. Антропова Т.В., Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. Науково-технічний збірник. – Випуск 30. – 2008. – с.26-28
6. ТУ У 26.8-00292787-005-2004 «Матеріали бітумно-полімерні для транспортного будівництва. Технічні умови»
7. ТУ У В.2.7-45.2-003450778-199 –2002 «Материалы рулонные битумно-полимерные для гидроизоляции мостов, путепроводов и других искусственных сооружений на автомобильных дорогах»
8. Радовский Б.С. Прогресс технологий производства теплого асфальтобетона в США// Автомоб. Дороги. - 2011. - №8. - С. 29-39
9. Warm mix asphalt: European practice. Publication no. FHWA-PL-08-007, US Federal Highway Administration, 2008 [Електронний ресурс]. Режим доступа: www.international.fhwa.dot.gov.
10. Ольховий Б.Ю. Підвищення якості асфальтобетонного покриття за рахунок добавок, що забезпечують технологічність укладання і ущільнення гарячих асфальтобетонних сумішей // Наукові нотатки. Луцький національний технічний університет, вип.№36, Луцьк, 2012.-С.220-227.
11. J. Keith Davidson P.Eng. Warm asphalt mix technology an overview of the process in Canada. Warm Asphalt Technology as a Sustainable Strategy for Pavements Session Of the 2008 Annual Conference of the Transportation Association of Canada, Toronto, Canada 2008.
12. Temperaturabgesenkte Asphalte. Ratschläge aus der Praxis für die Praxis [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.asphalt.de/media/exe/134/c773c33a550a0fb325b42ca50226f1e7/temperaturabgesenkte_asphalte.pdf.
13. Р В.2.7-218-02071168-740:2008 «Рекомендації по використанню в бітумних в'язучих енергозберігаючих добавок для виготовлення та ущільнення асфальтобетонних сумішей.» – К.:2008
14. СОУ 45.2-00018112-068:2011 «Будівельні матеріали. Бітуми дорожні в'язкі, модифіковані добавками на основі синтетичних восків. Технічні умови» – К.:2011
15. Експертний висновок щодо застосування рідкої добавки Warmmix L на амідній основі

для приготування сумішей асфальтобетонних і асфальтобетону дорожнього та аеродромного, ДерждорНДІ, Київ, 2012. – 15с

16. Звіт про науково-дослідну роботу «На основі різних видів органічних в'язучих розробка нових довговічних матеріалів, енерго- та ресурсозберігаючих технологій будівництва і ремонту автодоріг», ДерждорНДІ, Київ, 2012.

17. Особенности влияния парафиновых добавок на технические свойства вязких дорожных битумов. В.А. Золотарев// Наука и техника в дорожной отрасли. – 2009. - № 1. – С. 13-17

18. Отчет по научно-исследовательской работе: «Использование добавок SECABASE RT ВЮ и SECABASE RT 945 для снижения температуры уплотнения асфальтобетона», [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.ceca.fr/pdf/EN/bitumen_additives/cecabase_cyrillique/homologation_omsk_seka_rt.pdf

19. Висновок про вплив структуруючої добавки Sasobit на властивості бітумів та асфальтобетонів, ДерждорНДІ, Київ, 2008. – 11с

20. Вирожемський В.К., Кіщинський С.В. Вплив структуруючої добавки Licomont BS 100 на властивості бітумів і асфальтобетонів // Автошляховик України. – 2007. – №2. – С.38-40.

21. ГБН В.2.3-218-547:2010 «Устройство асфальтобетонных слоев дорожной одежды при низких температурах» - К.:2010

22. The asphalt handbook. MS-4 7th edition, Asphalt institute, Lexington, 2007, 788p.

23. Радовский Б.С. Сегрегация асфальтобетонных смесей и методы борьбы с ней в США// Дорожная техника 2007 с.26-40.

УДК 625.852

УЛУЧШЕНИЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ МОСТОВ ЗА СЧЕТ ПРИМИНЕНИЯ ТЕПЛЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТВЕРДЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ

©Мозговой В.В., Ольховый Б.Ю., Баран С.А.

В данной статье проанализированы проблемы, связанные с недостаточной гидроизоляцией на мостах, причины и последствия возникновения таких проблем, а также пути их решения. Рассмотрена возможность применения теплых асфальтобетонных смесей с использованием твердых углеводородов для улучшения гидроизоляционной способности асфальтобетонного покрытия мостов. Приведенные результаты исследования влияния энергосберегающих добавок на основе твердых углеводородов для изготовления теплых асфальтобетонных смесей на вязкость битума, а также на возможность уменьшать технологические температуры, при этом снижаются повреждения полимер битумной гидроизоляции.

Ключевые слова: гидроизоляционная способность, асфальтобетонное покрытие мостов, теплые асфальтобетонные смеси, твердые углеводороды

UDC 625.852

IMPROVEMENT OF WATERPROOFING ABILITY OF ASPHALT PAVEMENT ON BRIDGES BY USING WARM ASPHALT MIXES BASED ON HARD HYDROCARBON

©Mozgovyy V., Olkhovyy B., Baran S.

This paper analyzes the problems associated with a lack of waterproofing on bridges, causes and consequences of such problems and their solutions. The possibility of application of warm asphalt mixtures using solid hydrocarbon to enhance the ability of asphalt waterproofing coating bridges. The results of the study of the effect of warm asphalt additives on solid hydrocarbons for the production of warm mix asphalt on the viscosity of bitumen, as well as the opportunity to reduce the process temperature, which will reduce damage of the polymer bitumen waterproofing materials.

Keywords: waterproofing ability, asphalt pavement of bridges, warm asphalt mixes, hard hydrocarbon.