

ТЕРМОПЛАСТИЧНІ ДИНАМІЧНІ ВУЛКАНІЗАТИ НА ОСНОВІ ВІДХОДІВ ПОЛІМЕРІВ РІЗНОЇ ПРИРОДИ ЯК МОДИФІКАТОРИ БІТУМУ І АСФАЛЬТОБЕТОНУ

Старостенко О.М.¹, Григор'єва О.П.¹, Набатов Д.О.², Файнлейб О.М.¹

¹Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, o_starostenko@ukr.net

²Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Проблема якості і довговічності доріг в Україні є дуже важливою. Одним із ефективних способів покращення якості асфальтобетону і бітуму є їх модифікація різними полімерними матеріалами. Сучасна світова практика свідчить про тенденцію стрімкого підвищення попиту на модифікатори для бітуму і асфальтобетону. Модифікація полімерами є одним із рішень подолання недоліків бітуму, і тим самим підвищення якості асфальтових сумішей [1-3]. Однак в Україні здебільшого застосовують дорогі імпортовані модифікатори що суттєво збільшує вартість асфальтобетонних сумішей (на 40-70 %), що значно стримує їх широке застосування.

Бітумне в'язуче відіграє основну роль в забезпеченні якісного експлуатаційного стану дороги і підвищення її довговічності, тому підвищення показників його властивостей є необхідним та доцільним. Бітум виступає зв'язуючим заповнювача (щєбінь, відсів) і, при правильному підборі, забезпечує структурну міцність асфальтобетону. Проте, використання бітумів з низькою в'язкістю призводить до постійних деформацій асфальтобетону при високих температурах, у результаті чого може мати місце колісутворення. У той же час, у випадку застосування надто жорстких бітумів, призводить до виникнення температурних тріщин в холодну пору року, що призведе до проникання вологи в основу і до руйнування всієї конструкції дорожнього одягу.

В якості модифікаторів бітуму в останній час знайшли застосування такі полімери: термопласти (поліетилен, поліпропілен, полівінілацетат та ін.), еластомери (полібутадієн, поліізопрен, бутадієн-стирольні синтетичні каучуки та ін.), термоеластоласти (блок-кополімер стирол-бутадієн-стирол СБС, кополімер етилену з вінілацетатом ЕВА), терморективні смоли (епоксидні та ін.) [3-4]. Як правило, модифікатори, які використовуються в даний час – це первинні полімери. Проте, досліджено можливість використання відходів термопластичних полімерів і еластомерів, зокрема, поліетилену і поліпропілену, а також використання для цієї мети подрібненої шинної гуми (ПШГ) з відпрацьованих автомобільних покришок оскільки вони є дешевшими, при цьому вирішується і екологічна проблема забруднення навколишнього середовища [5-6].

Раніше нами було одержано та досліджено модифіковані асфальтобетони на основі бітуму, що містив відходи кордного волокна з відпрацьованих автомобільних шин, а також цього волокна, обробленого різними хімічними агентами, фізико-хімічними та радіаційними методами та встановлено, що мікроармування асфальтобетону подрібненим шинним кордом веде до підвищення міцності та ресурсу дорожнього одягу [7-8]. Також ми використовували відходи термопластів, а саме поліетилену високого і низького тиску, які було оброблено різними видами опромінення (аероіонами, гама-променями чи електронами) для підвищення високотемпературних характеристик бітуму і опору асфальтобетону до утворення колії [9-10].

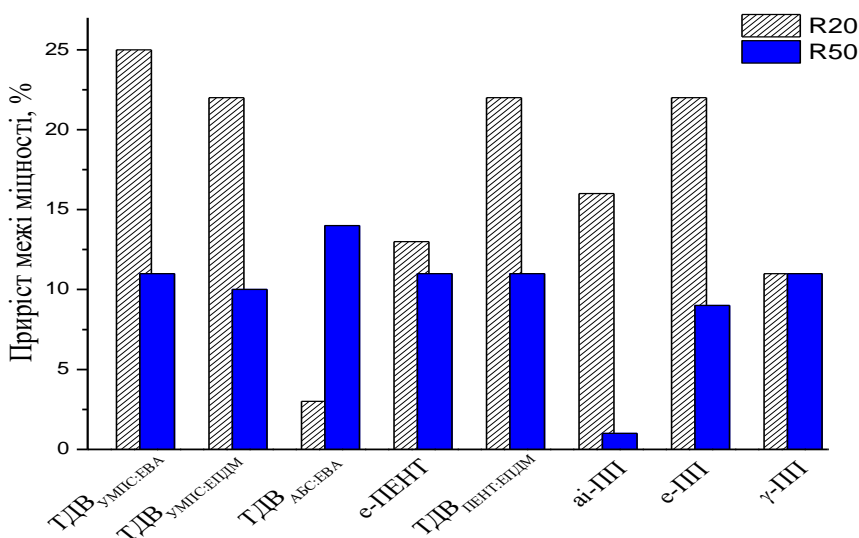
Враховуючи світовий досвід видно, що найбільшої популярності при виробництві полімерасфальтобетонів набули полімери класів термопластів та термоеластопластів. І саме такий новий метод, як динамічна вулканізація дозволяє створювати більш еластичні матеріали на основі вторинних полімерів. У даній роботі для модифікації асфальтобетону були використані і порівняні між собою такі полімерні модифікатори як вторинний поліпропілен, опромінений аероіонами (а-ПП), гама-променями (γ-ПП) чи електронами (е-ПП), та термопластичні динамічні вулканізати (ТДВ) на основі вторинних поліетилену низького тиску, удароміцного полістиролу (УМПС), акрилонітрил-бутадієн-стирольного (АБС) пластику і ПШГ.

У ході виконання даної роботи нами були використані такі полімери. Вторинний поліетилен низького тиску (ПЕНТ), одержано із відходів ящиків для транспортування пляшок, що зібрано у Києві, (Роксана Ltd., Київ, Україна). Вторинний удароміцний полістирол (УМПС) (ПП Бондар В.В., Харків, Україна), одержаний з відходів побутової і офісної техніки. Вторинний акрилонітрил-бутадієн-стирольний (АБС) пластик (ПП Бондар В.В., Харків, Україна) отриманий з відходів деталей електроприладів. Кополімер етилену з вінілацетатом (ЕВА) EVA-Escorene Ultra (ТОВ «Компанія «Плазма», Харків, Україна). Каучук етилен-пропілен-дієновий мономер (ЕПДМ), торгова марка Buna® EP G 6470 («Байер», Леверкузен, Німеччина). Високоякісну крихту ПШГ (Scanrub AS, Выборг, Данія) з високим співвідношенням поверхня/діаметр було отримано криогенним подрібненням з використанням ультразвукових швидкостей. Основу крихти становлять: натуральний каучук ~ 30 %, бутадієн-стирольний каучук ~ 40 %, бутадієновий каучук ~ 20 %, ПР/ХІР (бутиловий і галогенований бутиловий каучук) ~ 10 %. Потрійний кополімер стирол-бутадієн-стирол (СБС) KTR KUMHO® (ТОВ «Компанія «Плазма», Харків, Україна).

Зразки ТДВ складу УМПС/ЕВА/СБС/ПШГ/бітум = 25/5/12/35/35 мас.%, УМПС/ЕПДМ/СБС/ПШГ/бітум = 40/35/12/12,5/12,5 мас.%, АБС/ЕВА/СБС/ПШГ/бітум = 45/5/12/25/25 мас.% і ПЕНТ/ЕПДМ/ПШГ/бітум = 40/35/12,5/12,5 мас.% отримували шляхом змішування компонентів ТДВ у одношнековому екструдері (модель PLV 150) при швидкості обертання шнеку 40 об/хв і температурному профілю по зонам нагріву (155/165/175) °С, після чого екструдат гранулювали.

Мінеральна частина асфальтобетонної суміші для випробувань полімерів різного складу готувалась у відповідності з гранулометричною кривою для щільного асфальтобетону непереривчастої гранулометрії типу Б10 дрібнозернистий, шляхом складання зерен у відповідній пропорції (тобто середня кількість матеріалу з кожного сита) згідно ДСТУ Б В.2.7-119:2011 «Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний». Технічні умови. Кількість бітуму складала 6% понад 100% мін. частини, а полімеру 4% понад 100% бітуму.

Зразки суміші формували та випробовували у відповідності до ДСТУ Б В.2.7-89-99 «Матеріали на основі органічних в'язучих для дорожнього і аеродромного будівництва. Методи випробувань ». Визначались властивості асфальтобетону на R20 та R50 (границя міцності при стисканні за температури 20 °С і 50 °С, відповідно). Приріст значень границі міцності асфальтобетонів на основі модифікованого бітуму у порівнянні з базовим асфальтобетоном наведені на рисунку.



Із рисунку видно, що всі полімерні добавки підвищують значення R20 і R50. При цьому варто відмітити, що найкращими модифікаторами можуть слугувати ТДВ складу УМПС/ЕВА/СБС/ПШГ/бітум, УМПС/ЕПДМ/СБС/ПШГ/бітум і ПЕНТ/ЕПДМ/ПШГ/бітум, які сприяють підвищенню одночасно на > 20% і > 10% значень R20 та R50, відповідно.

Таким чином, асфальтобетони, отримані на основі бітуму з додаванням ТДВ на основі відходів полімерів, задовольняють вимогам стандарту за показниками міцності під час стискання і є перспективними для подальшого вивчення та використання. Додатковим екологічним і економічним ефектом може бути також часткове вирішення проблеми утилізації відходів УМПС, АБС, ПЕНТ і ПП.

1. Read J., Whiteoak D., Hunter R. *The Shell Bitumen Handbook* – London: Thomas Telford, 2003. – 464 p.

2. Perez-Lepe A., Martinez-Boza F.C., Gonzalez C.G. et al. Influence of the processing conditions on the rheological behaviour of polymer-modified bitumen // *Fuel*. – 2003. – Vol. 82, N 11. – P. 1339-1348.

3. Xiaohu L., Isacsson U. Modification of road bitumens with thermoplastic polymers // *Polymer Testing*. – 2000. – Vol. 20, N 1. – P. 77-86.

4. Airey G.D. Rheological evaluation of ethylene vinyl acetate polymer modified bitumens // *Construction and Building Materials*. – 2002. – Vol. 16, N 8. – P. 473-487.

5. Chiu C.-T. Use of ground tire rubber in asphalt pavements: Field trial and evaluation in Taiwan // *Resources, Conservation and Recycling*. – 2008. – Vol. 52, N 3. – P. 522-532.

6. Hınıslioğlu S., Açar E. Use of waste high density polyethene as bitumen modifier in asphalt concrete mix // *Materials Letters*. – 2004. – Vol. 58, N 3-4. – P. 267-271.

7. Патент 43000 України, МПК E01C 19/00, E01C 23/00. Спосіб приготування асфальтобетонної суміші / О.М. Файнлейб, О.В. Романкевич, О.П. Григор'єва, В.В. Мозговий. – № u200902609; заявл. 23.03.2009; опубл. 27.07.2009, Бюл. № 14.

8. Патент 91636 України, МПК C04B 26/26. Спосіб утилізації шинного корду / О.П. Григор'єва, О.М. Файнлейб, В.В. Мозговий, Ю.Р. Колесник. – № a200901979; заявл. 05.03.2009; опубл. 10.08.2010, Бюл. № 15.

9. Патент 108432 України, МПК C08L 95/00, C08J 11/00. Полімербітумна композиція / О.М. Файнлейб, П. Ахмедзаде, О.М. Старостенко та ін. – № a201313781; заявл. 27.11.2013; опубл. 27.04.2015, Бюл. № 8.

10. Ahmedzade P., Fainleib A., Gunay T. et al. Influence of ion irradiated recycled polyethylene on physical properties of bituminous binder // *Advanced Materials Research*. – 2015. Vol. 1125. – P. 360-364.