

Українська державна академія залізничного транспорту

Чугуєнко Сергій Анатолійович

УДК 625.85:620.176.25

**ЗСУВОСТІЙКІСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОНІВ НА БІТУМАХ,
МОДИФІКОВАНИХ ПОЛІМЕРАМИ**

Спеціальність 05.23.05 – будівельні матеріали та вироби

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2006

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті Міністерства освіти і науки України.

- Науковий керівник: доктор технічних наук, професор **Золотарьов Віктор Олександрович**, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, завідувач кафедри технології дорожньо-будівельних матеріалів.
- Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор **Жданюк Валерій Кузьмович**, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, завідувач кафедри будівництва і експлуатації автомобільних доріг;
- кандидат технічних наук, доцент **Беспалов Віталій Леонідович**, Донбаська національна академія будівництва і архітектури, доцент кафедри будівельних матеріалів, виробів та автомобільних доріг.
- Провідна установа: Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури, кафедра будівельних матеріалів та виробів, Міністерства освіти і науки України, м. Харків.

Захист відбудеться «16» лютого 2006 р. о 14.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д64.820.02 Української державної академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м.Харків, майд.Фейєрбаха, 7.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Української державної академії залізничного транспорту за адресою: 61050, м.Харків, майд.Фейєрбаха, 7.

Автореферат розісланий «__» січня 2006 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
канд. техн. наук, доцент

Ватуля Г.Л.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Зсувостійкість асфальтобетону є одним з найважливіших показників якості асфальтобетонного покриття. Висока зсувостійкість асфальтобетону попереджає утворення на дорожньому покритті пластичних деформацій у вигляді хвиль, колій, напливів і в такий спосіб забезпечує рівність дорожнього покриття. У країнах Західної й Центральної Європи попередження пластичного деформування асфальтобетонних покриттів розглядається як важливе завдання, над рішенням якого постійно працюють вчені й виробничники. В Україні пластичні деформації є розповсюдженим різновидом руйнування асфальтобетонних покриттів.

Причинами накопичення пластичних деформацій в асфальтобетоні при високих температурах є зростаюча інтенсивність автомобільних перевезень і значні навантаження на вісь автомобіля. Нормативне навантаження на вісь у країнах ЄС становить 13,5 т, проти 11,5 т в Україні. Початок широкомасштабного будівництва в Україні автомагістралей, призначених для підвищення швидкості перевезень і транспортування важких вантажів, переводить проблему збереження рівності покриттів у розряд найбільш актуальних.

Підвищення зсувостійкості дорожніх асфальтобетонних покриттів до останнього часу досягалося за рахунок застосування середньо- і багатощобенових асфальтобетонів (гранулометричні типи відповідно Б і А). Ефект підвищення зсувостійкості асфальтобетону, що забезпечується мінеральним кістяком, виявився недостатнім для вирішення проблеми, що розглядається. Це привело до необхідності пошуку можливостей підвищення зсувостійкості асфальтобетону за рахунок бітумного в'язучого. Застосування з цією метою традиційних бітумів має обмежений характер, оскільки не дозволяє домогтися істотного підвищення міцності асфальтобетону без погіршення його низькотемпературної тріщиностійкості.

У цих умовах доцільно використовувати бітуми з добавками полімерів. Бітуми, модифіковані полімерами (БМП), відрізняються зниженою пенетрацією, підвищеною температурою розм'якшення й зниженою або, принаймні, такою ж, як у вихідного бітуму, температурою крихкості.

Це дозволяє забезпечити високу зсувостійкість асфальтобетону. Однак до цього часу системних досліджень, присвячених проблемі, що розглядається, й шляхам її вирішення, ні в Україні, ні в інших країнах СНД виконано не було. Це свідчить про актуальність теми даної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження виконано відповідно до плану науково-дослідних робіт ХНАДУ і планів робіт Державної служби автомобільних доріг України, у рамках виконання науково-дослідних робіт за темами № 47-17-96 «Розробка ДСТУ «Суміші асфальтобетонні дорожні, аеродромні й асфальтобетон. Технічні умови»

(№ державної реєстрації 0196V001793), № 47-57-03 «Дослідження впливу модифікаторів різних класів на властивості дорожніх бітумів та асфальтобетонів» (№ державної реєстрації 0103V004840), № 47-40-02 «Підвищення технічних властивостей асфальтобетонів за рахунок застосування в них бітумів, модифікованих полімерами» (№ державної реєстрації 0102V006155).

Мета дослідження. Забезпечення підвищеної зсувостійкості асфальтополімербетонів шляхом цілеспрямованого регулювання властивостей в'язучих введенням до них полімерів різних класів у оптимальній кількості і вибору їх оптимальної макроструктури.

Задачі дослідження:

1. Теоретично обґрунтувати існування зв'язку поміж зсувостійкістю асфальтополімербетону із механічними властивостями бітумополімерних в'язучих і обрати найбільш ефективні критерії оцінки механічних властивостей в'язучих і зсувостійкості асфальтополімербетону.
2. Встановити особливості впливу вмісту полімеру в складі бітумополімерного в'язучого на фізико-механічні властивості, зокрема зсувостійкість асфальтополімербетону.
3. Експериментально дослідити вплив марки вихідного бітуму й бітуму, модифікованого полімером, на властивості асфальтобетону.
4. Визначити закономірності впливу добавки полімеру до бітуму на властивості асфальтополімербетонів різних гранулометричних типів.
5. Встановити зв'язок поміж стандартними показниками міцнісних властивостей асфальтобетону і асфальтополімербетону з показниками їх зсувостійкості.
6. Експериментально визначити показники властивостей в'язучого, що дозволяють прогнозувати зсувостійкість асфальтобетонів.
7. Показати ефективність впливу добавок різних полімерів на зсувостійкість асфальтополімербетонів.
8. Здійснити перевірку отриманих результатів у виробничих умовах при будівництві покриттів автомобільних доріг.

Об'єкт дослідження. Бітуми, модифіковані полімерами, і асфальтобетони та асфальтополімербетони різних гранулометричних типів з їх використанням.

Предмет дослідження. Зсувостійкість асфальтополімербетонів різних гранулометричних типів і її зв'язок зі складом і властивостями бітумів, модифікованих полімерами.

Методи дослідження. Експериментальні дослідження бітумів, модифікованих полімерами, і асфальтобетонів з їх використанням виконували з допомогою стандартних методів випробувань бітумів та асфальтобетонів, а також методів і приладів, що розроблені на кафедрі ТДБМ ХНАДУ: когезіометра, приладів по визначенню зчеплення в'язучого з мінеральною підкладкою й опору асфальтобетону зсуву при крутінні. Крім цього, було використано методи визначення еластичності

БМП, міцності асфальтобетону на розтягування по твірній, колійоутворення в асфальтобетоні. У роботі застосовувалися статистичні методи обробки результатів досліджень.

Наукова новизна отриманих результатів:

- запропоновано рівняння, що відбиває процес зсуву асфальто- і асфальтополімербетонів, з врахуванням їх внутрішнього тертя й шорсткості площин ковзання, обумовлених мінеральним кістяком, а також міцності на зсув контактного шару, що утворено структурованим в'язучим;

- встановлено зростання посилюючої дії полімерів відносно міцності асфальтобетонів на стиск при різних температурах, на розтягування по твірній і зсув при 50 °С при зниженні когезії й підвищенні penetрації бітуму, який модифікується, що повністю узгоджується з характером посилюючої дії полімерів на бітуми різних марок;

- визначена залежність оптимального вмісту в'язучого в асфальтополімербетоні від кількості полімеру в БМП;

- показано існування тісного кореляційного зв'язку поміж опором асфальтополімербетона зсуву й розтягуванню, з одного боку, і когезією й penetрацією модифікованого полімером бітуму, з іншого;

- доведена відсутність зв'язку між міцністю асфальтополімербетону на стиск, зсув, розтягання й еластичністю бітумополімерного в'язучого, а також показано слабкий і неоднозначний зв'язок міцності асфальтополімербетону й температури розм'якшення БМП.

Практичне значення отриманих результатів полягає у визначенні: кількісної залежності зсувостійкості асфальтополімербетону від вмісту полімеру в бітумі; особливостей впливу полімерів різних класів (термоеластопласту – стірол-бутадієн-стиролу (СБС), термопласта – етилен-вінілацетата (ЕВА) і терполімера – етилен-гліциділ-акрилата (Елвалой АМ)) на зсувостійкість асфальтополімербетонів; доцільності застосування бітумополімерних в'язучих з помірним вмістом полімерів (СБС – 3,0...3,5 %; ЕВА - 5...7 %; Елвалой АМ - 1,7...1,8 %); взаємозв'язку між показником зсувостійкості асфальтополімербетонів (глибиною коліеутворення) і їх опором зсуву при крутінні; необхідності підвищеного вмісту БМП в асфальтобетоні в порівнянні з вмістом у ньому вихідного бітуму; у розробці пропозицій по нормуванню показників міцності асфальтополімербетонів.

Результати дослідження підтверджені виробничою перевіркою, що полягала у будівництві в м. Харкові на вул. Маршала Жукова за участю ВАТ «Стройинвест» 510 м² дорожнього покриття з асфальтобетону типу Б на бітумі марки БНД 90/130, модифікованому 6 % СБС, і 1020 м² дорожнього покриття з асфальтобетону типу Б на бітумі марки БНД 90/130, модифікованому 3 % СБС.

Особистий внесок здобувача полягає в:

- визначені впливу кількості полімеру у модифікованому бітумі на властивості асфальтополімербетону;
- дослідженні впливу вмісту в'язучого у асфальтобетоні на його механічні властивості;
- оцінці впливу в'язкості матричних бітумів, модифікованих рівною кількістю полімеру, на властивості асфальтобетону;
- встановленні взаємозв'язку між показниками властивостей в'язучого, міцнісними властивостями асфальтобетону і його зсувостійкістю;
- оцінці взаємозв'язку між показниками колієутворення і опору зсуву асфальтобетону при крутінні;
- загальному аналізу отриманих результатів дослідження.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідались на 3-rd Eurasphalt and Eurobitume Congress (Vienna, 12-14 May 2004); на Міжнародній науково-технічній конференції «Технічні й економічні перспективи розвитку автотранспортного комплексу й дорожнього будівництва» (Харків, ХНАДУ, 16-17 травня 2005 р.); на щорічних конференціях викладачів і наукових співробітників ХНАДУ (2000-2004 р.).

Публікації. Результати дослідження відображені у 8 публікаціях, у тому числі 6 – у виданнях, рекомендованих ВАК України, і 2 доповідях на наукових конференціях.

Структура дисертації. Дисертаційна робота викладена на 185 сторінках і складається із вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури з 140 найменувань, 3 додатків і містить 63 рисунки, 22 таблиці.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність роботи, сформульовані мета і задачі дисертаційної роботи, наведені наукова новизна і практичне значення.

У першому розділі розглянуто вплив складових асфальтобетону на його зсувостійкість і інші механічні властивості, а також шляхи її підвищення.

Наразі існують два основних напрямки підвищення зсувостійкості асфальтобетонів:

- регулювання макроструктури асфальтобетонної суміші шляхом підвищення вмісту в ньому щебеню. При цьому відбувається підвищення внутрішнього тертя мінерального кістяка. Такий напрямок розглянутий у роботах М.М. Іванова, L.W.Nijboera, M.Duriez'а, R.Sauterey, М.І.Волкова, Д.І. Ганжули, М.В. Горелишева, В.М. Гоглідзе, Г.К. Сьоньї, В.О. Золотарьова, В.А. Захарова, Ю.В. Соколова, А.Я. Грибкова, А.В. Карлсона, М. Ф. Почапського, Л.М. Гохмана. Роботами В.О. Золотарьова і R.Sauterey наприкінці 60^х років минулого сторіччя було показано, що такий

напрямок себе вичерпав, тому що максимум показника зсувостійкості для традиційних щільних асфальтобетонів спостерігається при вмісті щебеню у межах 45-55 %;

- збільшення в'язкості бітумів, який використовуються, що супроводжується збільшенням зчеплення в асфальтобетоні. Цей напрямок розглянутий у роботах І.О.Риб'єва, М.І.Волкова, Л.Б.Гезенцева, М.Дугієз'а, А.І.Лісіхіної, Г.К.Сюны, А.С.Колбановської, В.В.Михайлова, О.Т.Батракова, І.В.Корольова, В.А. Веренько В.М.Гоглідзе, В.О.Золотарьова, J.-F.Corte, А.В.Руденського, L.W.Nijboer'a, Е.О.Казарновської, в яких показано, що для запобігання пластичного деформування покриттів автомобільних доріг необхідне використання бітумів з високою теплостійкістю. Однак підвищення для цього в'язкості бітумів супроводжується підвищеним температурним тріщиноутворенням на асфальтобетонних покриттях при негативних температурах.

Таким чином, традиційні шляхи підвищення зсувостійкості асфальтобетону суттєво обмежені. У зв'язку з цим зараз розвивається тенденція принципової зміни властивостей в'язучого для асфальтобетону шляхом введення в нього різних добавок. Для поліпшення характеристик бітумів використовують добавки до них поверхнево-активних речовин (ПАР), полімерів й інших модифікаторів. Для підвищення міцності асфальтобетонів найбільш перспективними виявились добавки полімерів.

Перші виробничі дослідження по модифікації бітумів полімерами відносяться до 50-70 років минулого сторіччя. Використання модифікованих в'язучих у той час носило епізодичний характер. Через високу вартість полімерів, їхнього дефіциту й технологічних труднощів широкого виробничого застосування в дорожньому будівництві такі в'язучі не одержали. Дослідження впливу полімерів на властивості в'язучих і асфальтобетонів у колишньому СРСР проводилися із середини ХХ століття. Як модифікатори бітуму часто розглядалися відходи різних галузей промисловості, які вміщують деякі полімери. Однак конкурентноздатним виявився лише один полімер - дивінілстирольний термоеластопласт (ДСТ), котрий відноситься до термоеластопластів типу СБС, та вплив якого на властивості в'язучого детально досліджено в роботах Л.М.Гохмана.

Перше широке застосування асфальтобетонів з використанням бітумополімерних в'язучих на основі ДСТ у дорожньому будівництві України відноситься до 1976 року. У Києві по ортотропній плиті «Північного» мосту через р.Дніпро, за розробками Л.М. Гохмана (СоюзДорНДІ) та при його безпосередній участі, було влаштоване покриття з асфальтобетону на основі в'язучого, отриманого введенням у бітум ДСТ із маточного розчину.

Зараз термоеластоласти типу СБС широко використовуються в дорожньому будівництві. Їх випускають під різними торгівельними марками і застосовують за двома найпоширенішими технологіями: у Росії полімер вводять до бітуму переважно у вигляді розчину в індустріальному маслі або гудроні; у промислово розвинених країнах Заходу використовують технологію

безпосереднього введення полімеру в бітум. Частка термоеластопластів у загальному обсязі полімерів, що використовуються у дорожньому будівництві зараз досягає 75 % . Частка термопластів у загальному обсязі споживання полімерів становить у світі близько 15 % . На інші різновиди полімерів-модифікаторів бітуму припадає не більше 10 %.

Використання полімерів, як добавки до бітумів й інших органічних в'язучих, виявляється багатофакторною проблемою. Найважливішими складовими цієї проблеми є: вибір критеріїв оцінки якості самих модифікованих бітумів, бетонів з їх використанням і встановлення взаємозв'язку між властивостями в'язучих і асфальтополімербетонів.

У другому розділі наведені теоретичні передумови підвищення зсувостійкості асфальтобетонів і шляхи її оцінки.

Зсувостійкість асфальтобетону визначається рівнем формування каркасу з мінеральних зерен і механічними властивостями плівок в різному ступені структурованого в'язучого, що перебувають у міжзерновому просторі. Роль мінерального каркаса полягає в забезпеченні внутрішнього тертя в системі, а в'язуче, за рахунок його когезії, впливає на показник зчеплення. Такий підхід і лежить в основі закону зсуву асфальтобетону згідно рівнянню тертя Кулона:

$$\tau = P \times \operatorname{tg} \phi + C \quad (1)$$

де τ – міцність асфальтобетону на зсув, МПа;

P - нормальний тиск, МПа;

ϕ – кут внутрішнього тертя;

C – зчеплення, МПа.

Прогнозуванню зсувостійкості асфальтобетону присвячені роботи вчених: М.М.Іванова, L.Nijboer'a, M.Duriez'a, М.В.Горелишева, С.L.Monismith, О.П. Васильєва, Ю.В.Соколова, В.М.Гоглідзе, В.О. Золотарева, В.А.Захарова, А.В.Руденського, В.В.Мозгового, Г.М. Кірюхіна, J.B.Sousa, J.M.M.Molenaar, M.W.Witczak й багатьох ін. Аналіз запропонованих різними дослідниками кількісних критеріїв оцінки зсувостійкості асфальтобетонів свідчить про те, що рівняння Кулона об'єктивно відбиває внесок мінерального кістяка в зсувостійкість асфальтобетону за допомогою врахування кута внутрішнього тертя. У той же час другий член рівняння Кулона не ідентифікується однозначно, тому що невідомі його зв'язок з адгезією і когезією в'язучих та кількісний внесок у міцність асфальтобетону структурованого в'язучого. Останнє може бути враховано рівнянням І.О.Риб'єва, що описує міцність асфальтобетону на основі врахування ступеня структурування в ньому в'язучого поверхнею мінеральних складових. Однак при цьому не висвітлюється роль мінерального кістяка при руйнуванні асфальтобетону за відсутності нормального тиску. За пропозицією В.О.Золотарьова цей фактор може бути врахований введенням

коефіцієнта розвитку поверхні площин ковзання при зсуві, обумовленого зростанням їхньої нерівності зі збільшенням вмісту щебеня в асфальтобетоні. Якщо прийняти в якості структурованої плівки бітуму в асфальтобетоні товщину плівки, що відповідає початку процесу структурування в системі, рівняння зсувостійкості асфальтобетону можна представити у такому вигляді:

$$\tau = P \times \operatorname{tg} \phi + \tau_{\text{НС}}^i \left(\frac{\delta_{\phi}^i}{\delta_{\text{НС}}^i} \right)^m K_{\text{ш}} \quad (2)$$

де $\tau_{\text{НС}}^i$ й $\delta_{\text{НС}}^i$ – відповідно міцність і товщина плівки в'язучого, що відповідають початку процесу структуроутворення в асфальтобетоні;

$K_{\text{ш}}$ – коефіцієнт розвитку поверхні, який дорівнює $\left(\frac{S_{\text{ш}}}{S_{\text{н}}} \right)$, тобто відношенню величини шорсткуватої поверхні ковзання ($S_{\text{ш}}$) при зсуві до значення плоскої поверхні ($S_{\text{н}}$).

Відповідно до наведеного рівняння, максимальної зсувостійкості асфальтобетону можна досягати оптимізацією його макроструктури (досягнення максимального внутрішнього тертя та шорсткості поверхні ковзання) і підвищенням когезійної міцності в'язучого. Найбільш ефективним способом виконання другої умови є застосування бітумів, модифікованих полімерами. У цьому випадку, на відміну від звичайних бітумів, підвищення когезійної міцності в'язучого не супроводжується підвищенням його температури крихкості.

Методологічним принципом даного дослідження є передумова того, що для одержання об'єктивних відомостей про зв'язок властивостей бітумів, модифікованих полімерами, і властивостей бетонів на їх основі, є визначення критеріїв когезії в'язучого й зсувостійкості асфальтобетону в умовах подоби схем їх напруженого стану. Цій передумові відповідає використання показника когезії БМП, що визначається за схемою площа-площина, і показника зсувостійкості асфальтополімербетону при крутіні.

У третьому розділі наведена характеристика методів дослідження і матеріалів, використаних у роботі.

Для приготування в'язучих використовувалися бітуми марок БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200 і полімери: термоеластоласти СБС і ДСТ, термопласт ЕВА й терполімер Елвалой АМ. Гранулометричні склади асфальтобетонів, прийнятих для досліджень, відповідають середнім повним залишкам асфальтобетонів типів А, Б, В та Г згідно ДСТУ Б В.2.7-119-2003.

Крім показників властивостей, регламентованих стандартами на бітуми й асфальтобетони, визначали показники когезійної міцності в'язучих і зсувостійкості асфальтобетонів при крутіні

за методами ХАДІ й колійоутворення за методом Центральної лабораторії доріг і мостів Франції, міцності при розтягуванні по твірній.

У четвертому розділі наведені результати експериментальних досліджень: фізико-механічних властивостей асфальтобетонів; визначення оптимальної кількості в'язучого в асфальтобетонах на бітумах і БМП різних марок, а також на БМП із різним вмістом полімеру; зсувостійкості асфальтополімербетонів різних гранулометричних типів; залежності зсувостійкості асфальтобетонів і асфальтополімербетонів від властивостей бітумів і БМП.

Модифікація бітумів різних марок добавкою 3 % полімеру СБС приводить до зниження його пенетрації на 32-53 %, збільшенню температури розм'якшення на 24-37 % і когезійної міцності на 51-139 %. При цьому температура крихкості БМП практично не змінюється. Введення в бітум 10 % полімеру приводить до збільшення температури розм'якшення в'язучого в 2,38 рази, зниженню його пенетрації на 58 %, збільшенню когезії в 4,14 рази й зниженню температури крихкості з -21 °С (для вихідного бітуму) до -35 °С. Еластичність модифікованих бітумів при вмісті полімеру в кількості 6 % наближається до 100 %.

Використання бітумів, що містять 3 % СБС, приводить до підвищення середньої густини асфальтобетону з 2344 кг/м³ до 2386 кг/м³ і зниженню величини водонасичення з 3,98 % до 1,1 %. Ступінь впливу полімеру по-різному позначається на показниках міцності на стиск асфальтополімербетонів при 20 і 50 °С. Так, при 20 °С вона збільшується в 1,16-1,23 рази, а при 50 °С – в 1,23-1,38 рази. При цьому спостерігається тенденція, характерна для бітумополімерного в'язучого, тобто максимальний приріст відповідає мінімальній в'язкості вихідного бітуму. За рахунок більшого впливу полімеру на бітуми меншої в'язкості інтервал міцнісних характеристик при підвищених температурах звужується.

Виходячи з передумови про те, що використання БМП є провідним чинником підвищення зсувостійкості асфальтобетонів, оптимальний вміст в'язучих в них доцільно призначати за міцнісними характеристиками, визначеними за температури 50 °С. Оптимальний вміст БМП, визначений по зсувостійкості асфальтополімербетону (рис. 1), істотно вище того, що визначено по його міцності при 50 °С на стиск. Це підтверджується значеннями оптимумів в'язучих всіх асфальтобетонів і асфальтополімербетонів у межах, прийнятих для дослідження марок бітумів. При цьому асфальтобетон на високов'язкому бітумі марки БНД 40/60 виявив зсувостійкість, яку можливо порівняти з тією, що відповідає асфальтополімербетону, виготовленому на малов'язкому бітумі марки БНД 130/200, модифікованому 3 % СБС. В той же час оптимум в'язучого у асфальтополімербетоні на 0,4 % нижче, ніж у асфальтобетоні з використанням чистого бітуму.

Міцність асфальтополімербетону з оптимальним вмістом в'язучого на стиск при 50 і 20 °С при збільшенні вмісту полімеру в бітумі зростає нерівномірно (R_{20} при вмісті 1,5 % СБС зростає в

1,05; 3 % – 1,19; 6 % – 1,23; 10 % – 1,25 рази; R_{50} при 1,5 % СБС зростає в 1,23; 3 % – 1,38; 6 % - 1,45; 10 % - 1,57 рази). Інтенсивність зростання міцності асфальтополімербетону при високих концентраціях полімеру знижується. У випадку випробувань асфальтополімербетону на зсув характер зростання міцності зі збільшенням вмісту полімеру в бітумі дещо інший: рівномірне зростання міцності (рис. 2) супроводжується збільшенням оптимального вмісту в'язучого в асфальтополімербетоні. Стосовно асфальтобетону на вихідному бітумі це зростання становить: для в'язучого з 1,5 % СБС - 0,25 %; 3 % - 0,5 %; з 6 % - 1,5 %; з 10 % - 2,0 %. Показник зсувостійкості асфальтополімербетону при цьому відповідно зростає: при 1,5 % СБС в 1,25; 3 % - 1,61, 6 % - 1,9, 10 % - 2,41 рази.

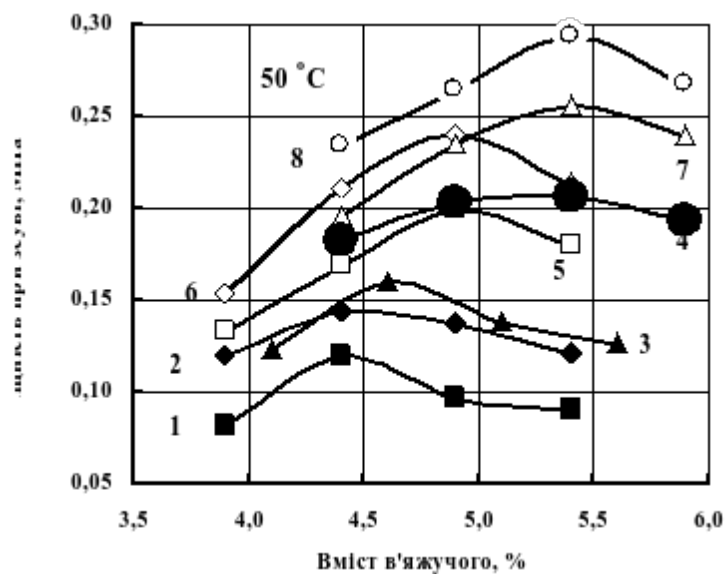


Рис. 1. Залежність міцності при зсуві асфальтобетону і асфальтополімербетону від вмісту бітуму і бітумополімеру різної в'язкості:

- 1 – БНД 130/200;
- 2 – БНД 90/130;
- 3 – БНД 60/90;
- 4 – БНД 40/60;
- 5 – БНД 130/200 з 3 % СБС;
- 6 – БНД 90/130 з 3 % СБС;
- 7 – БНД 60/90 з 3 % СБС;
- 8 – БНД 40/60 з 3 % СБС

Кореляційний аналіз залежностей опору зсуву асфальтобетону та асфальтополімербетону від міцності на стиск при 20 °C, при 50 °C і міцності на розтягування по твірній кількісно підтверджує широко поширену думку про те, що міцність на стиск не може вважатися об'єктивним

критерієм зсувостійкості асфальтобетону. Коефіцієнти кореляції між опором зсуву й міцністю на стиск при 20 і 50 °С істотно нижчі ніж коефіцієнт кореляції між опором зсуву й міцністю на розтягування (рис. 3), що дорівнює 0,95. Останнє обумовлено фізичною подібністю схем напруженого стану бетону при зсуві й розтягуванні, близькістю когезійної міцності вяжучого при зсуві і розриві й свідчить про потенційну можливість оцінки стійкості асфальтобетонів і асфальтополімербетонів до утворення пластичних деформацій за показником міцності бетону при розтягуванні.

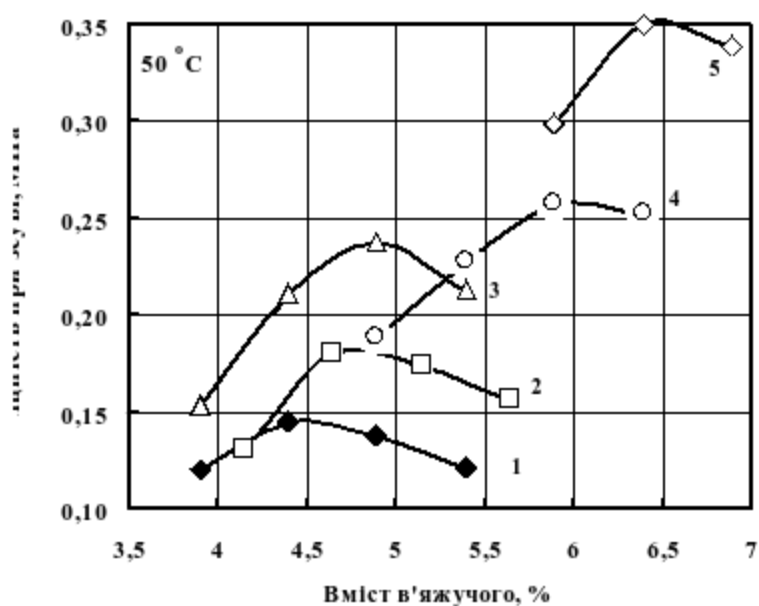


Рис. 2. Залежність міцності при зсуві асфальтобетону і асфальтополімербетону від вмісту бітуму і бітумополімеру з різним змістом полімеру:

- 1 – БНД 90/130;
- 2 – БНД 90/130 з 1,5 % СБС;
- 3 – БНД 90/130 з 3 % СБС;
- 4 – БНД 90/130 з 6 % СБС;
- 5 – БНД 90/130 з 10 % СБС

Введення полімеру в бітум у кількості 3 % практично не впливає на значення кута внутрішнього тертя асфальтополімербетону (рис. 4). На рисунку використані наступні позначення: 1 – БНД 90/130; 2 – БНД 90/130 з 3 % СБС. Модифікація бітуму такою кількістю полімеру приводить до збільшення когезійної міцності в'язучого, що є основним чинником приросту міцності асфальтополімербетону на зсув. У той же час, коефіцієнт пластичності асфальтополімербетону в порівнянні зі звичайним асфальтобетоном істотно зростає (від 0,09 до 0,14). Це свідчить про зміщення його максимального значення в зону більш високих температур за

рахунок формування у в'язучому спряженої сітки з асфальтенів та молекул полімерів, що погоджується з підвищеною міцністю асфальтополімербетону при високій температурі.

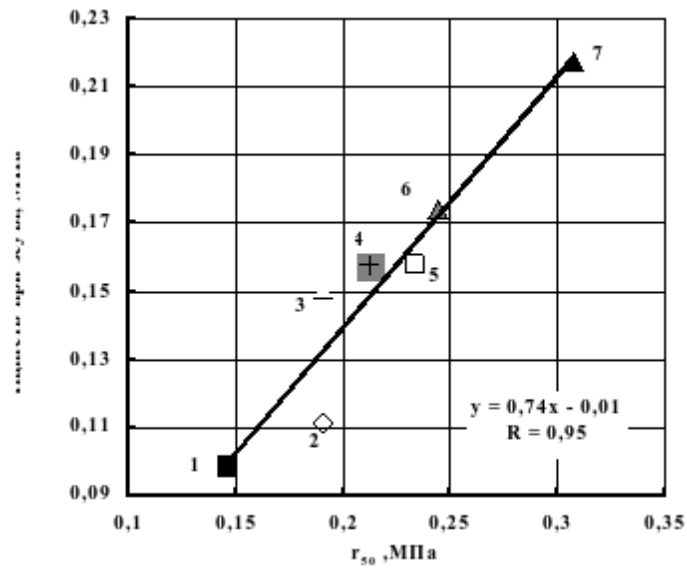


Рис. 3. Залежність між опором зсуву й міцністю асфальтобетону і асфальтополімербетону при розтяганні по утворюючій при 50 °С:

- 1 – БНД 90/130;
- 2 – БНД 90/130+3 % Бутанал;
- 3 – БНД 90/130+1,5 % Кратон;
- 4 – БНД 90/130+3 % ДСТ 30-01;
- 5 – БНД 90/130+3 % ДСТ 30Р-01;
- 6 – БНД 90/130+3 % Кратон;
- 7 – БНД 90/130+5 % Кратон

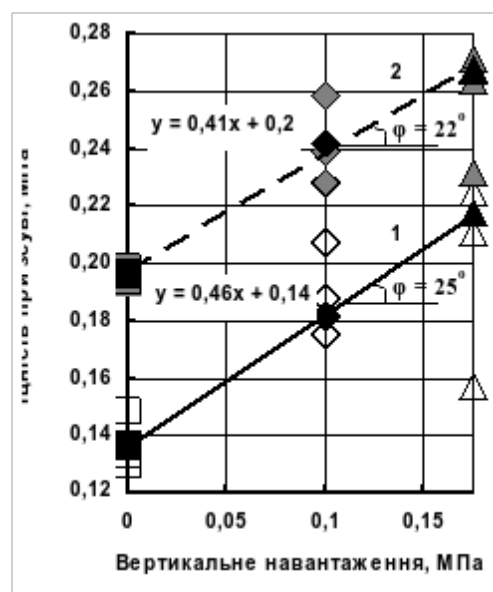


Рис. 4. Залежність опору зсуву від величини вертикального навантаження:

1 – БНД 90/130;

2 – БНД 90/130 з 3 % СБС

Провідна роль бітумополімерного в'язучого у формуванні зсувостійкості асфальтополімербетону в порівнянні з роллю мінерального кістяка підтверджується порівнянням опору зсуву асфальтобетонів і асфальтополімербетонів різних гранулометричних типів. Для звичайних асфальтобетонів підвищення в них вмісту щебеню до оптимального приводить до підвищення їх міцності на 30 - 35 %. Використання бітумополімерних в'язучих супроводжується збільшенням опору зсуву асфальтополімербетону у порівнянні з асфальтобетоном на 35 - 65 % (рис. 5).

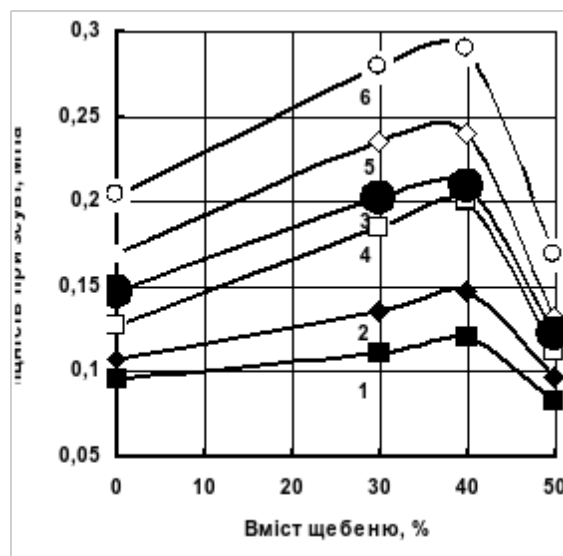


Рис. 5. Залежність опору зсуву асфальтобетону від вмісту щебеню і марки в'язучого:

1 – БНД 130/200;

2 – БНД 90/130;

3 – БНД 40/60;

4 – БНД 130/200 з 3 % СБС;

5 – БНД 90/130 з 3 % СБС;

6 – БНД 40/60 з 3 % СБС

Рациональне поєднання в асфальтобетоні каркасності мінеральної частина і модифікації бітумів полімерами типу СБС дозволяє одержати асфальтополімербетони, які за міцністю при зсуві перевершують звичайні піщані, залежно від в'язкості вихідного бітуму, в 1,8 - 2,1 рази. Застосування бітумополімерних в'язучих найбільш доцільно для багатощебених сумішей типу А і Б.

Зсувостійкість асфальтобетону на основі чистого бітуму і БМП залежить від таких показників властивостей в'язучого, як температура розм'якшення, penetрація і когезійна міцність. При цьому температура розм'якшення найменш чутлива до модифікації в'язучого: при збільшенні вмісту полімеру на 1 % вона зростає на 11 %, тоді як penetрація знижується на 27 %. Використання температури розм'якшення як критерія зсувостійкості асфальтобетону може привести до помилкового прогнозу. Когезія й penetрація є більше інформативними показниками відносно зростання зсувостійкості із введенням полімеру в бітум або при зміні в'язкості бітуму (рис. 6 і 7).

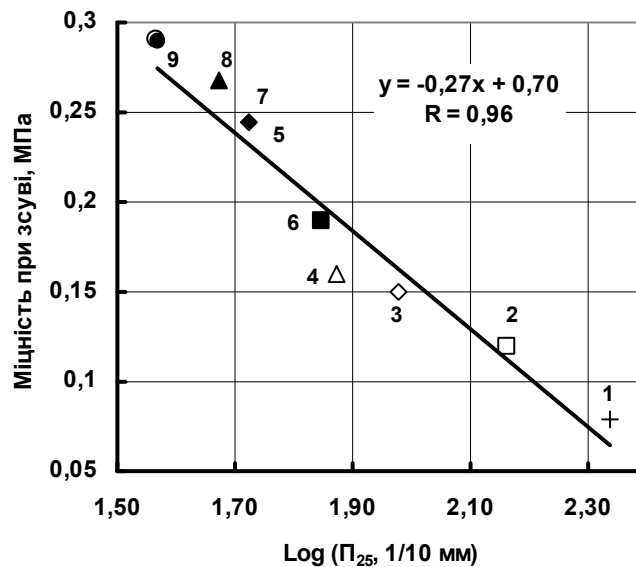


Рис. 6. Залежність міцності бетонів при зсуві від penetрації бітумів і БМП:

- 1 – Гудрон+6 % Кратон;
- 2 – БНД 130/200;
- 3 – БНД 90/130;
- 4 – БНД 60/90;
- 5 – БНД 40/60;
- 6 – БНД 130/200+3 % Кратон;
- 7 – БНД 90/130+3 % Кратон;
- 8 – БНД 60/90+3 % Кратон;
- 9 – БНД 40/60+3 % Кратон

Це обумовлено загальною міцнісною природою визначення когезії і penetрації в'язучих. Когезійну міцність можливо розглядати як найбільш об'єктивний показник в'язучого для прогнозування зсувостійкості асфальтобетону. Великі значення коефіцієнта кореляції між когезією в'язучого і міцністю при крутінні бетону (0,9-0,95) пояснюються принциповою подібністю схем напруженого стану при визначенні когезії в'язучого й зсувостійкості асфальтополімербетону. Отримані результати підтверджують плідність прийнятої методології досліджень.

Закономірності встановлені для бітумів, модифікованих СБС, властиві й бітумам, модифікованим полімерами ЕВА і Елвалой. Головною відмінністю у властивостях БМП на цих полімерах є різна їх еластичність, що особливо стосується бітумів, модифікованих ЕВА.

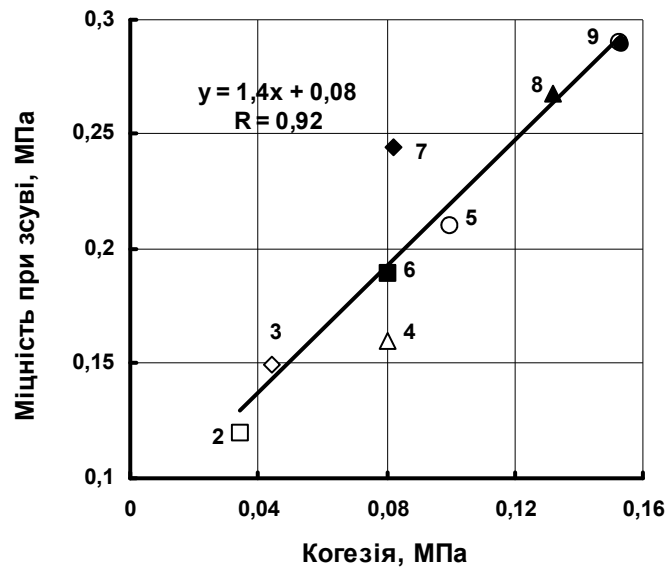


Рис. 7. Залежність міцності бетонів при зсуві від когезії бітумів і БМП (позначення як на рис. 6)

Властивості бетонів на основі бітумів, модифікованих цими полімерами, наведені в таблиці. Приріст міцності бетонів на бітумі БНД 90/130 з 3 % СБС на стиск при 20 °С становить 19 %, з 2,5 % Елвалой – 54 % і з 3,75 % ЕВА – 22 %. Приріст міцності бетонів на в'язучому з СБС на стиск при 50 °С становить – 38 %, з Елвалой – 93 % і з ЕВА – 25 %. Приріст міцності бетонів з СБС на крутіння при 50 °С становить 66 %, з Елвалоєм – 174 % і з ЕВА – 32 %.

Отримані дані показують, що найбільший приріст показників міцності характерний для Елвалой, причому це досягається при концентрації меншій, ніж інших полімерів (2,5 %). Характер кореляційних залежностей між опором зсуву й іншими міцнісними показниками для бетонів на бітумі, модифікованому Елвалой, подібний тим, що встановлено для асфальтополімербетонів на основі бітумів, модифікованих СБС. При цьому, однак, варто враховувати, що Елвалой істотно дорожчий, ніж два інших полімери.

У п'ятому розділі наведені результати порівняння величин зсувостійкості асфальтобетонів, визначених методами крутіння і колієутворення, а також техніко-економічний аналіз ефективності використання БМП рекомендованого складу. До цього часу показник зсувостійкості асфальтобетону у стандартах України й Росії не нормується. У країнах ЄС прийнято метод оцінки зсувостійкості за допомогою колієміра, що у значній мірі моделює рух колеса автомобіля по покриттю автомобільної дороги. Близьким до цього методу є метод визначення міцності асфальтобетону на зсув при крутінні. У цьому випадку руйнування зразків здійснюється за рахунок зсувних зусиль шляхом простого зміщення площин ковзання між собою. Порівняльні дослідження, виконані на зразках, представлених IVDiM (НДІ доріг і мостів Польщі), свідчать про досить тісний зв'язок (коефіцієнт кореляції дорівнює 0,88) показників зсувостійкості, визначених двома методами (рис. 8). В основі такого зв'язку лежить єдність фізичної сутності руйнування асфальтобетону при зсуві за обома методами, що полягає в переміщенні площин ковзання в асфальтобетоні під навантаженням по найбільш слабким контактним зонам.

Таблиця

Механічні властивості асфальтобетонів і асфальтополімербетонів на бітумах,
модифікованих різними кількостями полімера

Вид в'язучого	R_{20} , МПа	R_{50} , МПа	s_{50} , МПа	r_{50} , МПа	$\frac{R_{20}^I}{R_{20}^B}$ *	$\frac{R_{50}^I}{R_{50}^B}$ *	$\frac{\tau_{50}^I}{\tau_{50}^B}$ *	$\frac{r_{50}^I}{r_{50}^B}$ *
Кратон Д 1101								
БНД 130/200	4,08	1,59	0,098	0,146	1,00	1,00	1,00	1,00
БНД 130/200+1,5%	4,84	1,99	0,150	0,191	1,19	1,25	1,53	1,31
БНД 130/200+3,0 %	4,99	2,29	0,174	0,244	1,22	1,44	1,77	1,67
БНД 130/200+5,0 %	5,35	2,45	0,217	0,308	1,31	1,54	2,21	2,11
Кратон Д 1186								
БНД 90/130	4,20	1,72	0,142	-	1,00	1,00	1,00	-
БНД 90/130+1,5%	4,39	2,12	0,182	-	1,04	1,23	1,28	-
БНД 90/130+3,0 %	5,00	2,37	0,237	-	1,19	1,38	1,66	-
БНД 90/130+6,0 %	5,15	2,50	0,280	-	1,23	1,45	1,97	-
БНД 90/130+10,0 %	5,25	2,71	0,355	-	1,25	1,58	2,5	-
Елвалой АМ**								
БНД 90/130	3,70	1,60	0,075	0,180	1,00	1,00	1,00	1,00
БНД 90/130+1,5 %	4,50	2,40	0,137	0,340	1,21	1,5	1,83	1,89
БНД 90/130+2,5 %	5,70	3,10	0,206	0,450	1,54	1,93	2,74	2,50
Елвалой АМ**								
БНД 130/200	3,56	1,51	0,055	0,160	1,00	1,00	1,00	1,00
БНД 130/200+2,0 %	4,28	2,29	0,140	0,290	1,20	1,52	2,54	1,81
БНД 130/200+2,5 %	4,38	2,55	0,171	0,380	1,23	1,69	3,11	2,38
ЕВА***								
БНД 90/130	5,00	2,00	0,086	1,300	1,00	1,00	1,00	1,00
БНД 90/130+2,00 %	5,80	2,40	-	1,440	1,16	1,20	-	1,11
БНД 90/130+2.50 %	6,10	2,50	-	1,530	1,22	1,25	-	1,18
БНД 90/130+3.75 %	6,10	2,50	0,114	1,640	1,22	1,25	1,32	1,26

БНД 90/130+5,00 %	6,20	2,60	-	1,770	1,24	1,30	-	1,36
-------------------	------	------	---	-------	------	------	---	------

Примітка: *індексами «П» позначена міцність на стиск, зсув й розтягування по твірній асфальтополімербетонів; індексом «Б» - асфальтобетонів;

**асфальтобетони на бітумополімерах, модифікованих Елвалой, відповідають гранулометричному типу Г;

*** асфальтобетони на бітумополімерах, модифікованих ЕВА, відповідають гранулометричному типу Б, іншого складу ніж асфальтобетони з Кратон.

Для виробничого підтвердження отриманих результатів у 2003 році було виконано експериментальне будівництво ділянок покриття автомобільної дороги з асфальтобетонних сумішей на бітумі марки БНД 90/130, модифікованому 3 і 6 % полімеру СБС торговельної марки Calgrene фірми Daynasol (Іспанія).

Аналіз виконаних робіт показав, що застосування асфальтобетонних сумішей з в'язучим, що утримує більше 3,0...3,5 % полімеру типу СБС, не є доцільним за наступними причинами: значно зростає вартість в'язучих; збільшується витрата в'язучих; підвищується енергоємність і складність технологічних операцій; обмежуються можливості забезпечення якості приготування, транспортування, укладання і ущільнення асфальтобетонних сумішей; знижується безпека робіт і погіршується охорона навколишнього середовища.

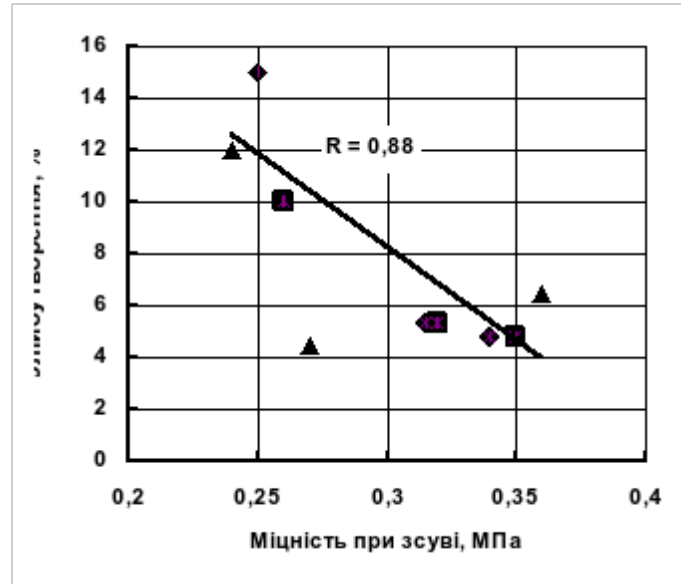


Рис. 8. Кореляційна залежність між показниками колієутворення і міцності асфальтобетонів при зсуві

Стан ділянки покриття, улаштованого з асфальтополімербетонної суміші на бітумі, модифікованому 3 % СБС, свідчить про високу зсувостійкість і тріщиностійкість матеріалу покриття. Таким чином, відповідно до результатів експериментальних досліджень і виробничої перевірки, раціональними є БМП, що містять у своєму складі близько 3,0...3,5 % полімеру типу

СБС. Економічна ефективність застосування асфальтополімербетонів обумовлюється продовженням терміну служби покриттів і становить 7,61 грн. на тону асфальтобетонної суміші.

ВИСНОВКИ

1. Теоретично обґрунтовано кількісний критерій зсувостійкості асфальтобетону, що враховує внесок мінерального кістяка, за рахунок його внутрішнього тертя, і шорсткості площин ковзання, а також плівок структурованого поверхнею мінеральних зерен в'язучого.
2. Встановлено вплив посилюючої дії полімеру в складі бітумополімерного в'язучого на опір асфальтополімербетону стиску, розтягуванню і зсуву, що проявляється, при рівному вмісті полімеру в складі в'язучого, тим більше, чим нижча в'язкість вихідного бітуму. Чутливість механічних показників асфальтобетону до підсилюючої дії полімеру, від більшої до меншої, розподіляється в наступному порядку: опір зсуву при 50 °С, розтягування при 50 °С, стиск при 50 °С, стиск при 20 °С.
3. Підвищення в'язкості вихідного бітуму при фіксованому вмісті полімеру типу СБС (3 %) і вмісті полімеру (від 1,5 до 10 %) при тому самому вихідному бітумі, поряд з підвищенням міцнісних характеристик, приводить до збільшення оптимального вмісту бітуму в бетоні на 0,1–2,0 %. Оптимальні вмісти в'язучого, визначені за опором зсуву і розтягуванням по твірній при 50 °С, практично однакові.
4. Між показниками міцності асфальтополімербетону і когезійною міцністю або penetрацією БМП існує тісний кореляційний зв'язок (R_{xy} знаходиться в межах 0,82 - 0,97). У той же час температура розм'якшення БМП відрізняється слабкою чутливістю і її використання для прогнозування міцнісних властивостей асфальтополімербетону є ризикованим. Міцнісні властивості асфальтополімербетону не залежать від еластичності БМП - асфальтополімербетони на основі БМП із високою еластичністю можуть мати знижену міцність. Експериментально це підтверджується у відношенні асфальтополімербетонів на основі БМП, отриманого введенням полімеру в малов'язкий бітум або гудрон.
5. Ступінь приросту міцнісних характеристик асфальтобетону з в'язучим, для приготування якого використано полімер, істотно нижче, ніж приріст когезії або зменшення penetрації бітуму при введенні в нього тієї ж кількості полімеру. Зниження підсилюючої дії полімеру в цьому випадку можна пояснити впливом процесів адсорбційної взаємодії на границі розподілу в'язучого і поверхні мінеральних матеріалів.

6. Максимальний ефект підвищення зсувостійкості досягається при використанні БМП для приготування асфальтобетонних сумішей, що відносяться до гранулометричних типів А і Б за ДСТУ Б В.2.7-119-2003.

7. Експериментально встановлена відповідність показників зсувостійкості асфальтобетону за методами визначення глибини колієутворення (нормованому в країнах ЄС) і опору зсуву при крутінні, що дозволяє використати опір зсуву для прогнозування по цьому показнику стійкості покриття проти утворення пластичних деформацій.

8. Техніко-економічний аналіз і виробнича перевірка свідчать про доцільність виробничого застосування асфальтополімербетонів з помірним вмістом полімеру у бітумі (близько 3,0-3,5 % - СБС; 1,7-1,8 % - Елвалой; 5-7 % - ЕВА). Застосування асфальтополімербетонів на бітумах, що містять більше 5 % СБС, доцільне на спеціальних об'єктах (мостах, злітно-посадочних смугах і ін.) за умови виконання всіх технологічних вимог до приготування в'язучих, асфальтополімербетонних сумішей і улаштування з них покриттів. Нормативні вимоги ДСТУ Б В.2.7-119-2003 до міцності асфальтополімербетонів на стиск, у порівнянні з асфальтобетонами на бітумах тієї ж марки, можуть бути підвищені в 1,2 - 1,3 рази.

9. Економічний ефект від застосування асфальтополімербетонів на основі СБС становить 7,61 грн. на тонну, він забезпечується за рахунок подовження міжремонтних строків.

Основні положення дисертаційної роботи опубліковано в таких роботах:

1. Золотарев В.А., Ефремов С.В., Пыриг Я.И., Чугуенко С.А. Полимерно-битумные вяжущие и асфальтобетоны на основе битумов, модифицированных Элвалоем // Вестник ХНАДУ/ Сб. научн. тр. – Харьков: ХНАДУ. – 2002. – Вып. 19. – С. 88-93.

Особистий внесок автора – дослідження залежності зсувостійкості асфальтобетону при крутінні від вмісту полімеру та якості вихідних в'язучих.

2. Чугуенко С.А., Золотарев В.А. Влияние модифицированного термоэластопластом битума на механические свойства асфальтобетона // Композиційні матеріали для будівництва: Вісник ДДАБА/ Зб. наук. праць – Макіївка: ДДАБА. – 2002. – №1. – С. 35-38.

Особистий внесок автора – дослідження впливу комплексного використання добавки полімеру СБС і регулювання макроструктури асфальтобетону на його механічні властивості.

3. V.A.Zolotarev, S.A.Chuguenko, A.V.Galkin Assessment of shear resistance of asphalt concretes on modified bitumens // Proceedings of the 3-rd Eurasphalt and Eurobitume congress, Vienna, 12-14 May 2004. – Vienna, 2004. – P. 1529-1538.

Особистий внесок автора – визначення впливу добавки у бітум полімеру СБС у кількості 3 % на оптимальний вміст в'язучого у асфальтобетоні, дослідження впливу якості в'язучого на зсувостійкість асфальтобетону.

4. Золотарев В.А., Ефремов С.В., Пыриг Я.И., Чугуенко С.А. Влияние добавок термопласта Элвалой на свойства битума и асфальтобетона // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2004. - №1. – С. 41-44.

Особистий внесок автора – визначення впливу добавки полімера Елвалой на властивості асфальтополімербетону.

5. Золотарев В.А., Чугуенко С.А., Галкин А.В. О взаимосвязи свойств битумополимерных вяжущих и сдвигоустойчивости асфальтобетона // Автошляховик України. – 2004. - №3. – С.25-30.

Особистий внесок автора – дослідження впливу в'язкості матричного бітуму, модифікованого полімером СБС, на властивості асфальтополімербетонів.

6. Чугуенко С.А. Взаимосвязь некоторых характеристик битума и битумополимерного вяжущего со сдвигоустойчивостью асфальтобетона // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – 2004. - №25. – С. 90-94.

7. Чугуенко С.А. Влияние вязкости и содержания битумополимерного вяжущего на механические свойства асфальтобетона // Композиційні матеріали для будівництва: Вісник ДДАБА/ Зб. наук. праць – Макіївка: ДДАБА. – 2004. - №1. – С. 72-77.

8. Золотарев В.А., Сибильский Д., Чугуенко С.А. Сравнение показателей сдвигоустойчивости при кручении и колеобразовании // Вестник ХНАДУ/ Сб. научн. тр. – Харків: ХНАДУ. – 2005. – Вып. 29. – С. 255-258.

Особистий внесок автора – встановлення кореляційного зв'язку між показниками зсувостійкості за методами колійоутворення і руйнуванні при крутінні.

АНОТАЦІЯ

Чугуенко Сергій Анатолійович. Зсувостійкість асфальтобетонів на бітумах, модифікованих полімерами. - Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.05 - будівельні матеріали та виробн. - Українська державна академія залізничного транспорту, Харків, 2006.

У дисертаційній роботі розглянуто шляхи підвищення зсувостійкості асфальтобетону за рахунок модифікації бітумів полімерами і регулювання макроструктури бетону. Для прогнозування зсувостійкості асфальтобетону запропоновано рівняння Кулона, в якому зчеплення враховується показником ступеню структурованості в'язучого по І.О.Рибьєву.

Показано, що оптимальний вміст бітума, модифікованого полімером, що його визначено за міцністю при крутінні перевищує вміст, за максимальним значенням міцності на стиск.

Відзначено, що модифікація більшою мірою позначається на міцності асфальтобетону, коли вихідний бітум має меншу марочну в'язкість. Встановлено можливість максимального підвищення зсувостійкості асфальтобетонів шляхом використання полімеру у в'язучому і збільшення вмісту щебеню до оптимального.

Згідно кореляційному аналізу доведена можливість прогнозування зсувостійкості асфальтобетону за показниками міцності на розтягування по твірній. Експериментально доведено, що прогнозування зсувостійкості асфальтобетону за показниками penetрації та когезії більш надійне, ніж за показником температури розм'якшення.

Порівняння значень колієутворення в асфальтобетоні і зсувостійкості при крутінні свідчить про наявність між ними статистичної залежності. Виробнича перевірка результатів досліджень показала доцільність використання асфальтобетонів на бітумах, модифікованих помірним вмістом полімеру.

Ключові слова: асфальтобетон, бітум, полімер, зсувостійкість, колієутворення, асфальтополімербетон, когезія, penetрація, розтягування по твірній.

АННОТАЦІЯ

Чугуенко Сергей Анатольевич. Сдвигоустойчивость асфальтобетонов на битумах, модифицированных полимерами. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 – строительные материалы и изделия. – Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков, 2006.

В диссертационной работе рассмотрена возможность повышения сдвигоустойчивости асфальтобетона путем модификации битума добавками полимеров и регулированием макроструктуры бетона.

В теоретической части предложена формула, основанная на законе трения Кулона, из которой следует, что введение полимера в битум приводит к повышению сдвигоустойчивости асфальтобетона за счет роста сцепления, обусловленного степенью структурированности вяжущего. Экспериментально показан рост сцепления при использовании модифицированного битума и практическую независимость от содержания полимера (до 3 %) в битуме коэффициента внутреннего трения.

Установлено, что введение полимера в битум приводит к увеличению оптимального содержания вяжущего в асфальтобетоне по сравнению с асфальтобетоном на исходном битуме. Оптимальное содержание вяжущего растет по мере увеличения в нем процентного содержания полимера. Оптимальное содержание модифицированных вяжущих, установленное по показателю

сдвигоустойчивости при кручении превышает содержание, определенное по максимальным значениям прочности при сжатии. Рост максимальной прочности при сжатии с увеличением содержания полимера в вяжущем носит затухающий характер, а прочность асфальтобетона при кручении нарастает по линейной зависимости.

Отмечено большее влияние полимеров на битумы меньшей вязкости и асфальтобетона на их основе. Установлена возможность максимального повышения сдвигоустойчивости асфальтобетонов путем введения полимера в битум и увеличения содержания щебня в составе минеральной части до оптимального.

В результате корреляционного анализа установлена возможность прогнозирования сдвигоустойчивости асфальтобетона по показателю прочности асфальтобетона на растяжение по образующей. Экспериментально показано, что прогнозирование сдвигоустойчивости асфальтобетона по показателю температуры размягчения вяжущего гораздо менее надежно, чем использование для этой цели показателей пенетрации и когезионной прочности битумополимерного вяжущего.

Сравнение устойчивости против развития пластических деформаций по методу колееобразования в асфальтобетоне, моделирующему условия его работы в покрытии, и методу кручения свидетельствует о наличии эмпирической зависимости между полученными показателями и возможности использования сопротивления сдвигу при кручении для прогнозирования сдвигоустойчивости асфальтобетонных покрытий.

Производственная проверка результатов исследований показала технологическую сложность и высокую стоимость использования в асфальтобетоне в качестве вяжущего битумов, модифицированных большим содержанием полимера. Использование такого вяжущего возможно на наиболее ответственных объектах дорожного строительства. Предложено внести в ДСТУ Б В.2.7-119-2003 нормативные требования по прочностям асфальтополимербетонов при сжатии.

Ключевые слова: асфальтобетон, битум, полимер, сдвигоустойчивость, асфальтополимербетон, когезия, пенетрация, растяжение по образующей.

ABSTRACT

Chuguenko Sergey Anatolievych. Shift resistance of asphalt concrete on bitumen modified with polymers. - Manuscript.

Thesis for a scientific degree of Candidate of Sciences (Technics) on speciality 05.23.05 – building materials and products. – Ukrainian State Academy of Railway Teansport, Kharkiv, 2006.

The thesis analyses the ways of rising shift resistance of asphalt concrete through bitumen modification with polymers and regulation of concrete macrostructure. Coulomb equation is proposed for shift resistance of asphalt concrete prognostication. Coupling is considered with index of structuredness of binder according to I.A.Rybiev in this equation.

It is shown that optimum asphalt content modified with polymer through shift resistance index in torsion exceeds content determined with maximum index of compression strength. It is determined that modification is better affects on asphalt concrete strength, when base bitumen has less mark viscosity. The author has specified the possibility of maximum shift resistance of asphalt concrete rising through using the polymer in binder and rising of rubble content to optimum.

According to correlative analysis it is proved the possibility of shift resistance of bituminous concrete prognostication on index of bituminous concrete strength on stretching on forming. It is experimentally proved that shift resistance of bituminous concrete prognostication on penetration and cohesion index is more certain, then on index of temperature softening.

The comparison of significance the track-line formation in bituminous concrete and shift resistance in torsion indicates the existence of statistic relation among them. The industrial testing of investigative results shows expediency to use bituminous concrete on bitumen, modified with medium content of polymer.

Key words: asphalt concrete, bitumen, polymer, shift resistance, track-line formation, asphalt polymer concrete, cohesion, penetration, stretching on forming.