

ВПЛИВ НОВИХ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ СЕРІЇ БУТОНАЛ NS 104 НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОНУ

Анотація. Описані результати дослідження асфальтобетону типу Г та щебенево-мастикового асфальтобетону на основі в'язучого модифікованого полімерним латексом Бутонал NS 104. При приготуванні сумішей та зразків користувалися оригінальними приладами, розробленими авторами досліджень. Проведені випробування показали, що за своїми фізико-механічними показниками полімерасфальтобетони переважають традиційні асфальтобетони. Підвищена водостійкість та збільшена довговічність полімерасфальтобетонів у порівнянні із традиційними асфальтовими бетонами дає передумови для їх використання з метою підвищення експлуатаційного терміну.

Ключові слова: асфальтобетон, щебенево-мастиковий, полімерасфальтобетон, полімерний латекс Бутонал NS 104, фізико-механічні властивості асфальтобетонів.

Вступ

На даний час в Україні на вулицях та дорогах спостерігається збільшення інтенсивності та вантажнапруженості дорожнього руху, що висуває підвищені вимоги до асфальтобетону та його складових. Особливо це стосується в'язучого – бітуму, який за своїми властивостями значно поступається бітумам, що використовуються в Західній Європі. Зрозуміло, що використання традиційних підходів для підвищення міцності та довговічності асфальтобетону в шарах дорожнього одягу не забезпечує в належній мірі вирішення цієї важливої для народного господарства проблеми.

Враховуючи багаторічний досвід застосування полімерів в Україні [1-5] можна стверджувати, що введення їх в склад суміші чи бітум може значно підвищити міцність асфальтобетону, а отже вирішити поставлену сучасністю проблему забезпечення довговічності покриття вулиць та автомобільних доріг. Як відомо, полімерні латекси серії Бутонал фірми БАСФ (США) дозволяють модифікувати бітум та асфальтобетонні суміші і забезпечують можливість підвищувати вказані характеристики асфальтобетону. До цього часу в Україні досить широкого поширення набув катіонний полімерний латекс Бутонал NS

198, який використовується для модифікації бітуму та безпосередньо асфальтобетонної суміші в асфальтозмішувальній установці [5].

Постійний розвиток полімерів серії Бутонал спеціалістами фірми БАСФ з метою підвищення їх властивостей для удосконалення технології застосування, а також підвищення якості полімерасфальтобетону потребує більш нових та ґрунтовних досліджень даних матеріалів. Кафедрою дорожньо-будівельних матеріалів і хімії Національного транспортного університету вже більше трьох років ведуться глибокі дослідження полімеру даного класу [5] і в даній роботі представлені підсумкові результати вивчення стандартних фізико-механічних властивостей асфальтобетону на основі полімерного латексу Бутонал NS 104.

Вихідні матеріали для досліджень

Для виготовлення асфальтобетонної суміші використовувалися матеріали, що широко використовуються в дорожньому будівництві України. Мінеральні матеріали використовували Малинського КДЗ, а в якості в'язучого використовували бітум марки БНД 90/130 Мозирського НПЗ, який модифікували різною кількістю полімеру Бутонал NS 104. В якості стабілізуючих волокон при виготовленні щебенево-мастикової суміші використовували волокна Топцель фірми CFF (Німеччина). Всі складові матеріали асфальтобетонної суміші відповідали діючим вимогам [6].

Для проведення досліджень, на першому етапі були запроєктовані зернові склади асфальтобетонних сумішей, що можуть використовуватися у верхніх шарах покриття у відповідності із чинними вимогами [7, 8]. Проектування зернових складів виконували за допомогою програми DBM-2, що розроблена кафедрою дорожньо-будівельних матеріалів і хімії в 2005 р. (автори: В.В.Мозговий, О.М.Бесараб, А.М.Онищенко). Використовуючи дану програму були запроєктовані склади асфальтобетону типу Г та щебенево-мастикового асфальтобетону (ЩМАС), які використовувалися в подальших дослідженнях:

1. ЩМАС 0/10:

- щебінь фракції 5-10 мм – 65 %;
- дроблений пісок – 24 %;
- мінеральний порошок – 10,6 %;
- стабілізуючі волокна Топцель – 0,40 %;
- в'язуче (бітум та полімербітум) – 6,00, 6,30 та 6,60 % (вміст в'язучого приведений понад 100 % мінеральної частини за масою);

2. Асфальтобетон типу Г:

- дроблений пісок – 90 %;

- мінеральний порошок – 10 %;
- в'яжуче (бітум та полімербітум)– 5,70%, 6,00% та 6,30 % (вміст в'яжучого приведений понад 100 % мінеральної частини за масою).

Виготовлення та підготовка зразків до випробувань

Для виготовлення асфальтобетонної суміші використовували лабораторну мішалку розроблену спільно з ТОВ «Міжнародна хімічна продукція» (рис. 1), що відтворює умови приготування суміші на асфальтобетонних заводах.

Для встановлення раціонального часу приготування асфальтобетонної суміші, з метою забезпечення її однорідності, попередньо були проведені дослідження фізичних та механічних властивостей асфальтобетону (рис. 2, 3). Час приготування суміші коливався від 30 с. до 5 хв., температура попереднього нагріву вихідних матеріалів відповідала вимогам стандарту на асфальтобетон.

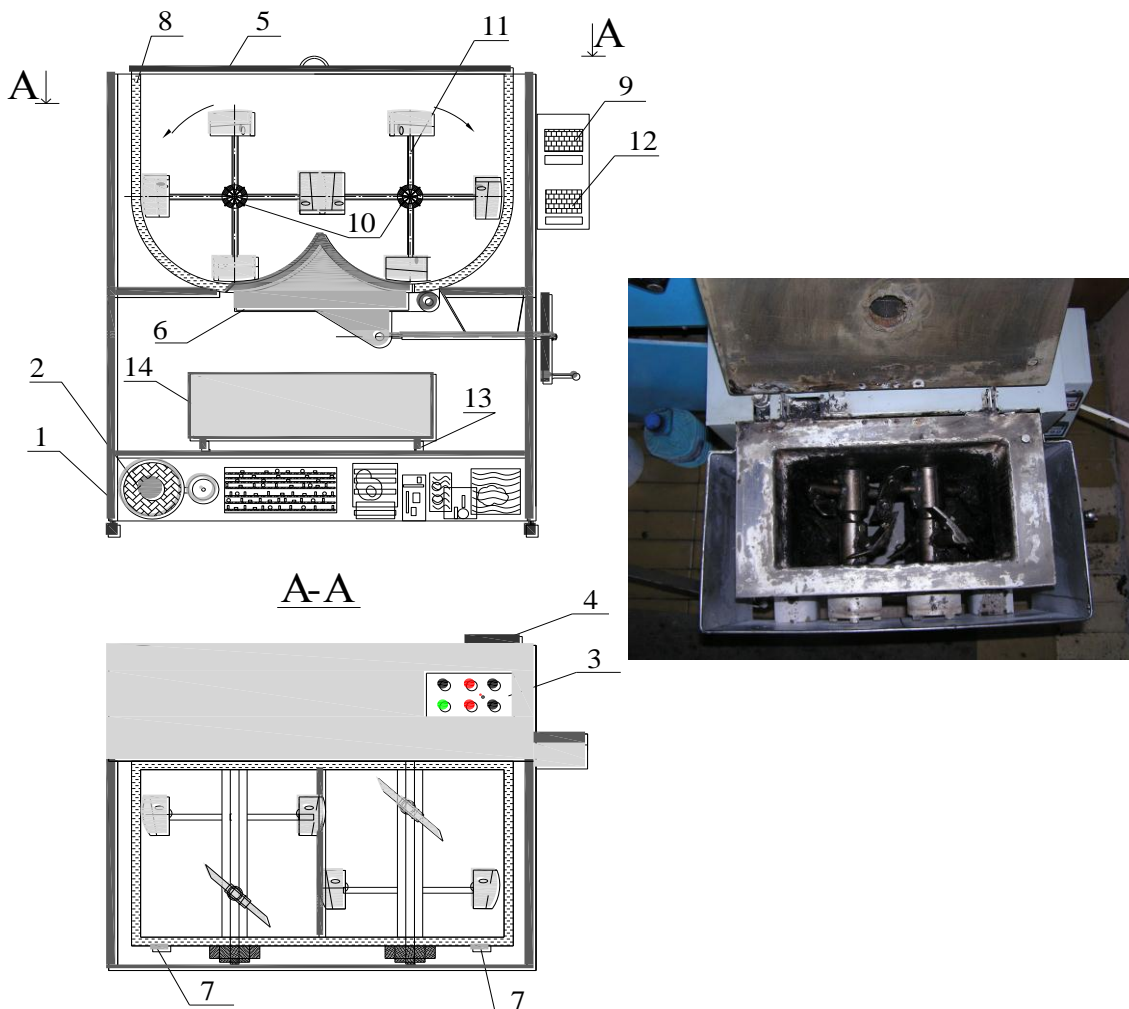


Рис. 1. Схема лабораторної асфальтозмішувальної установки

Результати визначення фізичних та механічних властивостей показали значний вплив тривалості перемішування на основні характеристики асфальтобетону. Так, середня щільність асфальтобетону після 30 с. перемішування становила 2,41 г/см³, а вже після 1 хв. становила 2,44 г/см³ і 2,45 г/см³ після 5 хв. перемішування. Показник водонасичення після 30 с перемішування становив 2,23 %, після 1 хв. – 1,52%, а після 5 хв. – 1,34 %. Міцність на стиск при температурі +20 0С після 30 с перемішування становила 4,16МПа, після 1 хв. – 5,01 МПа, після 5 хв. – 5,39 МПа, а така ж сама міцність тільки після водонасичення у воді відповідно становила 3,72 МПа, 4,8 МПа та 5,27 МПа. Коефіцієнт водостійкості відповідно становив 0,89, 0,96 та 0,98. Міцність на стик при температурі + 500С – відповідно становила 1,02 МПа, 1,46 МПа та 1,87 МПа.

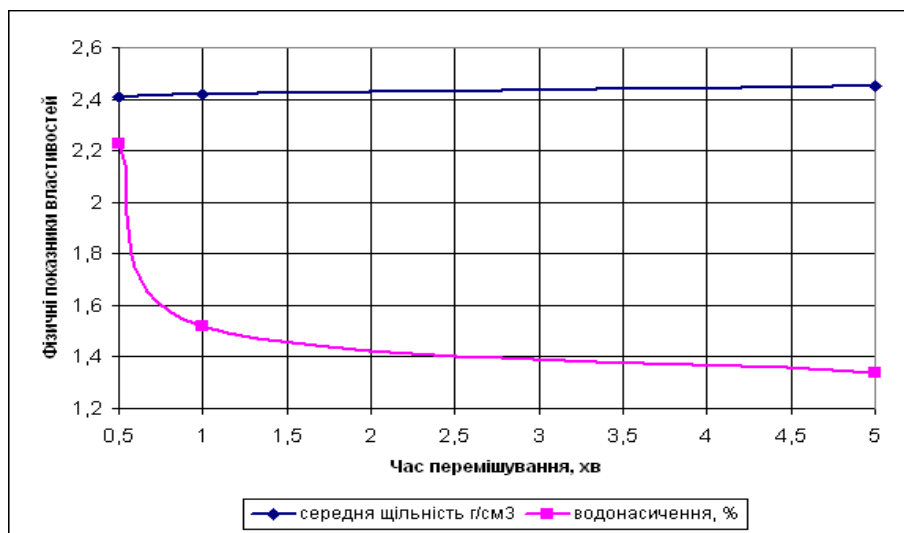


Рис. 2. Залежність фізичних властивостей асфальтобетону від часу приготування асфальтобетонної суміші

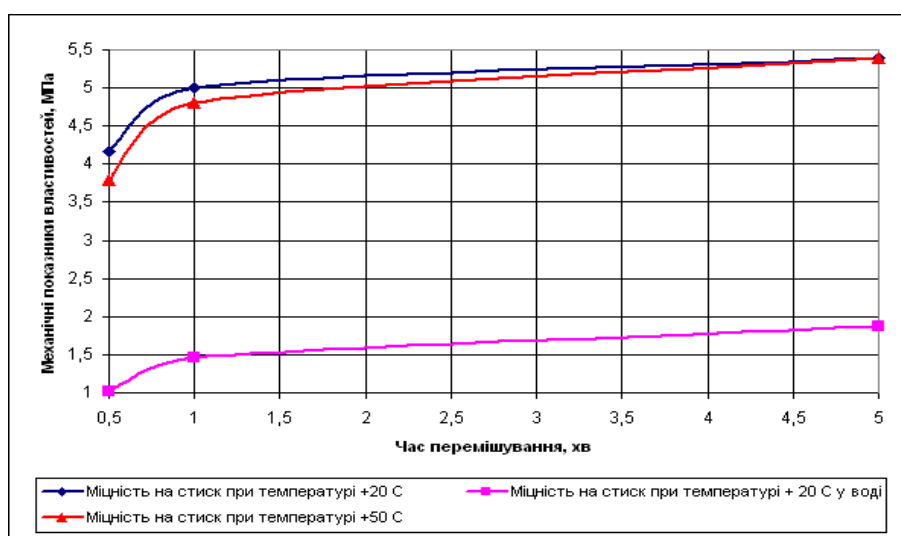


Рис. 3. Залежність механічних властивостей асфальтобетону від часу приготування асфальтобетонної суміші

Дані результати свідчать, що 30 с. на перемішування складових асфальтобетону не достатньо для отримання гомогенної асфальтобетонної суміші. Вдвічі збільшення часу перемішування дозволило підвищити основні показники фізико-механічних властивостей на 10-30 %, а збільшення цього часу в десять разів дозволило збільшити аналогічні показники на 30-50%. Це говорить, що інтенсивні процеси дифузії та абсорбції відбуваються та завершуються приблизно на протязі перших 3-4хв. перемішування, а основні характеристики властивостей починають стабілізуватися. Тому, в лабораторних умовах, для подальших досліджень, час перемішування складових асфальтобетону при приготування асфальтобетонних сумішей приймали 5хв, тобто з деяким запасом.

Для виготовлення асфальтобетонних зразків використовували стандартне [9] та спеціальне обладнання лабораторії „Технологія матеріалів і конструкцій транспортного будівництва” ім. проф. Г.К. Сьоньї [5]. Фізико-механічні властивості асфальтобетону визначали згідно діючих стандартів [6, 9].

Результати визначення стандартних фізико-механічних властивостей асфальтобетону та полімерасфальтобетону типу Г наведені на рис. 4-11. Вони показали, що зі зміною кількості в'язучого від 5,7% до 6,3% (понад 100 % мінеральної частини) значення середньої щільності асфальтобетону та ПАБ практично залишалося незмінним, а показник водостійкості монотонно зменшувався із збільшенням кількості в'язучого (рис. 4, 5).

Зменшення показника водонасичення ПАБ на 10-25 % у порівнянні з традиційним говорить про покращення показника водостійкості асфальтобетонів на основі полімеру Бутонал NS 104.

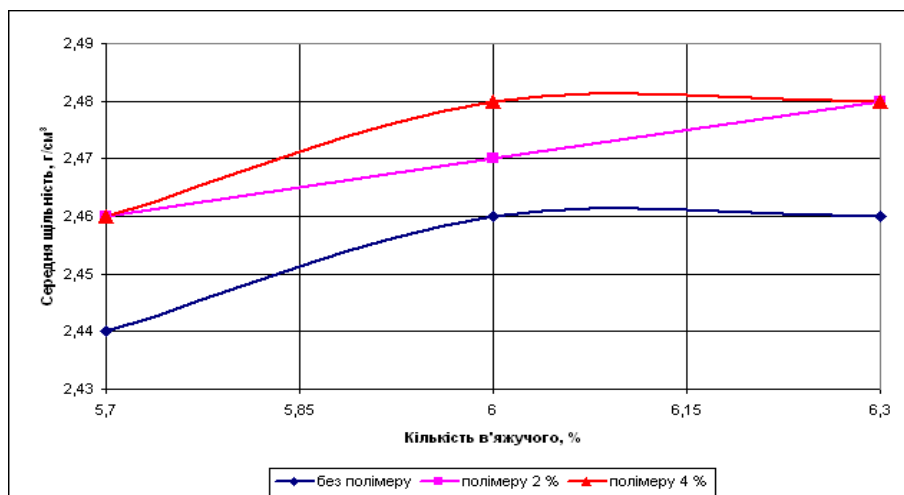


Рис. 4. Результати визначення середньої щільності асфальтобетону та ПАБ типів Г

Результати визначення міцності на стиск при температурі + 20 С при даній зміні кількості в'язучого та полімеру показали велику перевагу ПАБ порівняно з асфальтобетоном. Так, при 5,7 % в'язучого при 2 % полімеру міцність на стиск у ПАБ на 44 % більша, ніж у асфальтобетону, а при 4 % - на 48%; при 6% в'язучого це збільшення становило відповідно 22% і 24%, а при 6,3% відповідно 36% та 38% (рис. 6).

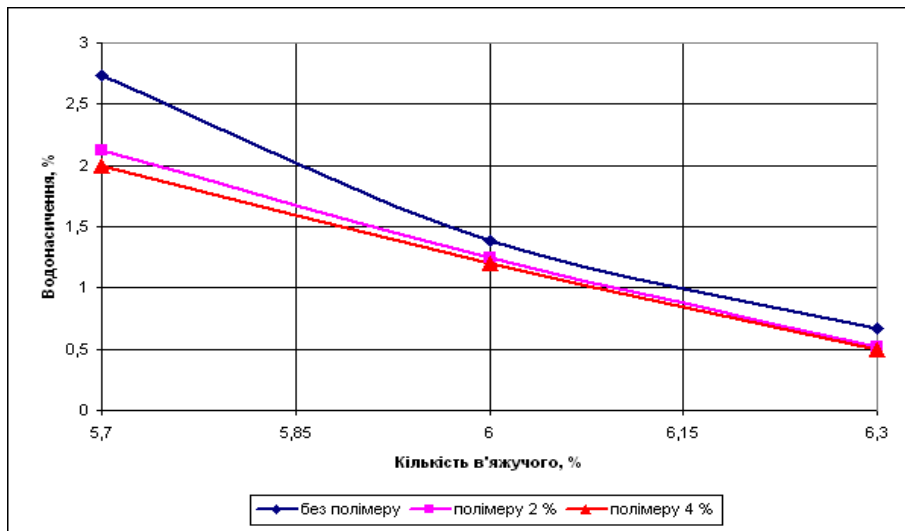


Рис. 5. Результати визначення водонасичення асфальтобетону та ПАБ типів Г

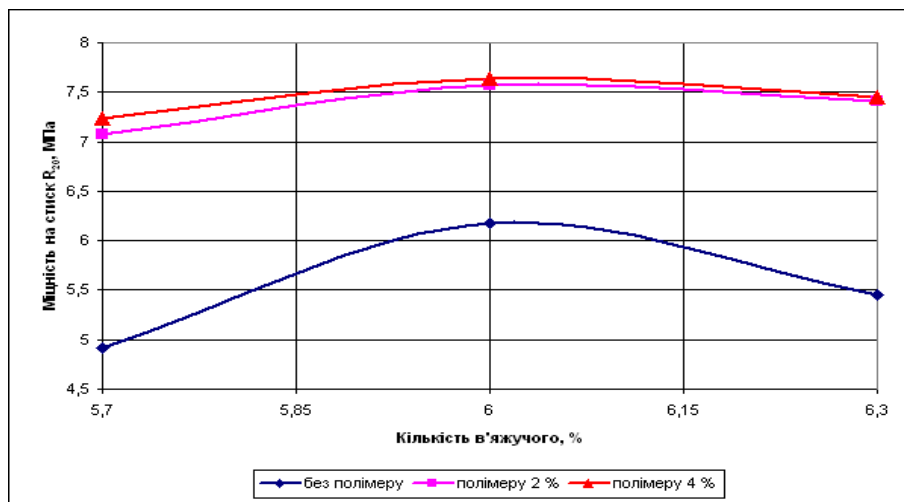


Рис. 6. Результати визначення міцності на стиск асфальтобетону та ПАБ типу Г

Аналогічне збільшення міцності на стик ПАБ спостерігається і за температури + 50 0С, при 5,7 % в'язучого відповідно на 46% та 52%, при 6 % - на 28% та 32%, а при 6,3% - на 24% та 31 % (рис. 7).

Варто відмітити, що найбільші значення міцності за абсолютними показниками (на 10-25%) спостерігаються у асфальтобетонів із кількістю в'язучого 6%. Ця аналогія стосується всього діапазону досліджуваних асфальтобетонів.

Значення показника водостійкості збільшується зі збільшенням кількості в'язучого як для асфальтобетону, так і для ПАБ. Однак необхідно відзначити, що якщо для асфальтобетону із кількістю в'язучого 5,7% даний показник був менший нормативного, то застосовуючи полімер навіть при такій малій кількості в'язучого, можна значно підвищити водостійкість асфальтового бетону, який буде відповідати діючим вимогам [6] (рис.8).

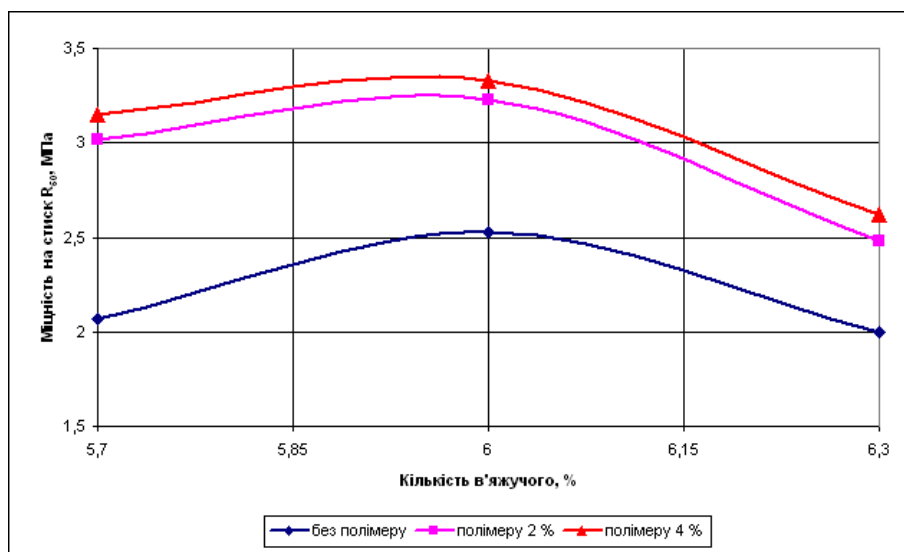


Рис. 7. Результати визначення міцності на стиск асфальтобетону та ПАБ типу Г

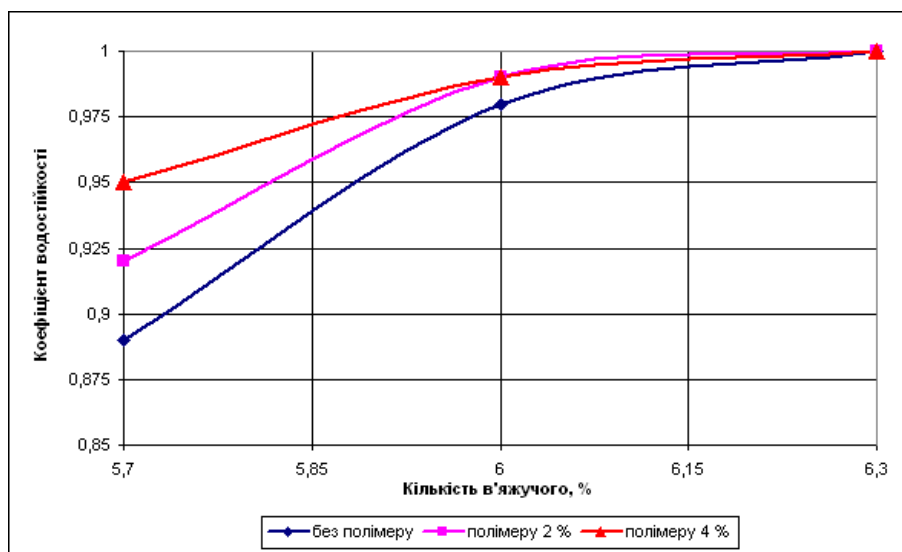


Рис. 8. Результати визначення коефіцієнту водостійкості асфальтобетону та ПАБ типу Г

Варто також сказати, що при вмісті в'язучого 6% і більше цей показник у досліджуваних асфальтобетонів відповідає нормативним значенням і майже не відрізняється у ПАБ навіть при різній кількості полімеру (рис. 8).

Таким чином, на даному етапі досліджень можна зробити попередні висновки про те, що при всьому діапазоні зміни кількості в'язучого асфальтобетони з використанням полімеру мають кращі фізико-механічні показники стандартних властивостей.

Крім того, необхідно підкреслити, що зі збільшенням кількості полімеру від 2% до 4% визначені показники властивостей збільшуються незначно, тобто для забезпечення високих показників міцності асфальтобетону та його стійкості до дії водного середовища достатньо 2% полімеру Бутонал NS 104. Це вигідно відрізняє його від полімеру Бутонал NS 198, раціональна кількість якого коливається дещо в більших межах – від 2% до 4%.

Аналізуючи отримані результати досліджень припускаючи, що для даних асфальтобетонів справедливе правило «створу» Риб'єва можна сказати, що раціональна кількість в'язучого для даного складу асфальтобетону буде знаходитися в межах між 6% і 6,3 %. Для визначення раціональної кількості в'язучого призначали кількість в'язучого між цими двома граничними межами і перевіряли наше припущення стосовно раціональної кількості бітуму. Знаючи про можливість модифікації асфальтобетонної суміші безпосередньо при її приготуванні в асфальтозмішувальній установці шляхом вприскування даного полімеру, додатково було поставлено завдання перевірити і дослідити це положення.

Тому, на другому етапі досліджень приймали зерновий склад та види в'язучих еквівалентні попереднім дослідженням, кількість в'язучого - 6,1% (понад 100 % мінеральних матеріалів). Кількість полімеру в даному випадку приймали 2% та 4%.

Результати дослідження даного складу асфальтобетону з кількістю бітуму 6,1 % показали найвищі показники фізичних та механічних властивостей (на 5-10%) (рис. 9-11).

Таким чином, можна стверджувати, що кількість бітуму 6,1% є раціональною як для асфальтобетону, так і для полімерасфальтобетону.

Результати визначення фізико-механічних властивостей асфальтобетонів модифікованих полімером в асфальтозмішувальній установці показали, що вони практично не відрізняються від аналогічних при модифікації бітуму.

Зменшення цих показників на 5-10% при модифікації суміші полімером пояснюється тим, що час, на протязі якого полімерасфальтобетонна суміш після приготування термостатувалася в сушильній шафі (20-30 хв.) є недостатнім для проходження процесів полімеризації в бітумному в'язучому.

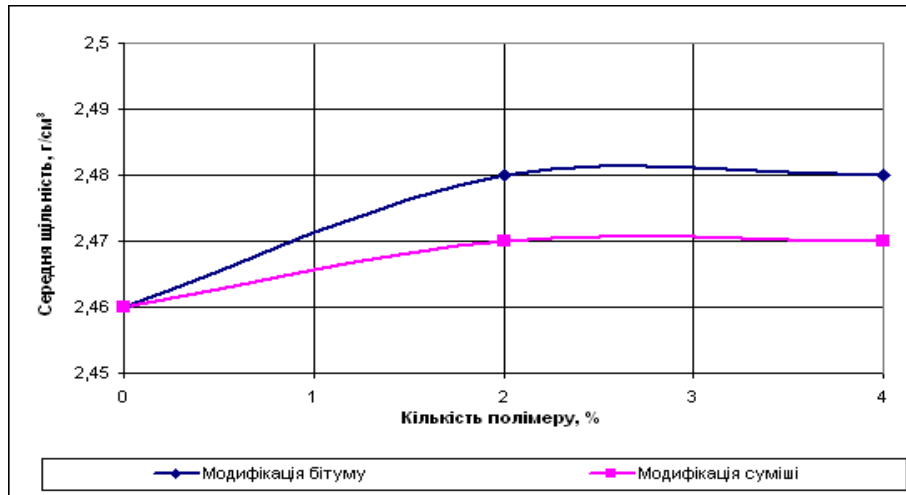


Рис. 9. Результати визначення середньої щільності асфальтобетону та ПАБ типу Г

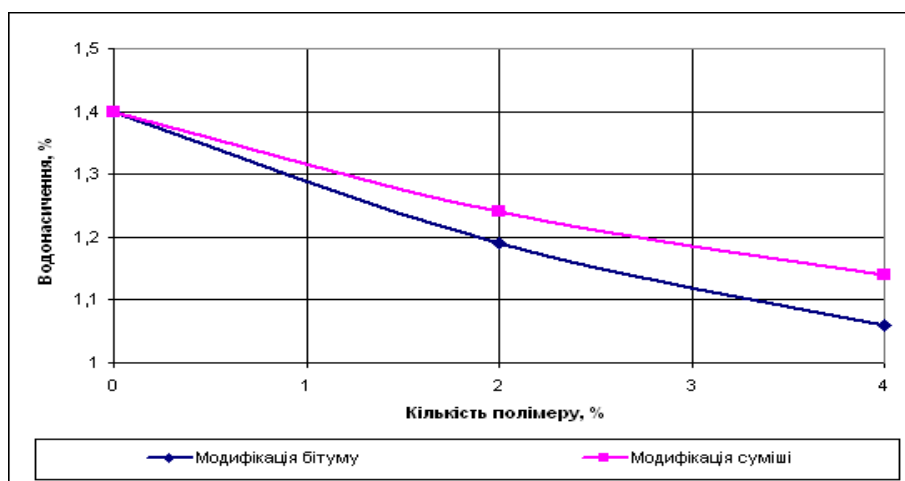


Рис. 10. Результати визначення водонасичення асфальтобетону та ПАБ типів Г

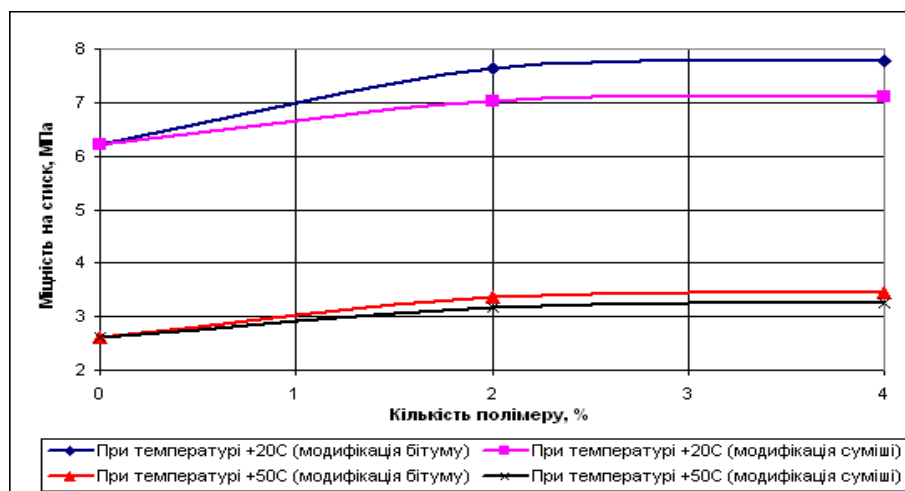


Рис. 11. Результати визначення міцності на стиск асфальтобетону та ПАБ типу Г

Цю гіпотезу вдалося дослідити і підтвердити під час дослідження процесів модифікації бітуму даним полімером. Однак враховуючи, що мінімальний час на приготування, перевезення та ущільнення асфальтобетонної суміші у виробничих умовах становить не менше 1 год., можна припустити, що цього часу достатньо для досягнення необхідних значень характеристик полімерасфальтобетону і такий підхід для модифікації асфальтобетонної суміші є перспективним та енергозберігаючим.

Крім асфальтобетонів з традиційними зерновими складами досліджували також новий вид асфальтобетону – щебенево-мастиковий асфальтобетон (ЩМА). В якості складових ЩМА використовували такі ж матеріали, як для попередніх типів асфальтобетону. Подібно попереднім дослідженням спочатку визначали оптимальну кількість бітуму в ЩМА. Для цього у відповідності з вищенаведеною методикою були виготовлені зразки з різною кількістю в'язучого та визначені основні фізико-механічні властивості ЩМА (рис. 12, 13).

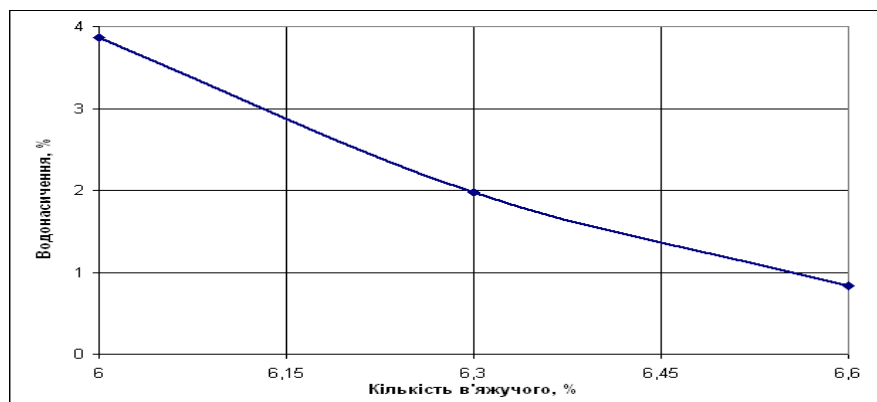


Рис. 12. Результати визначення водонасичення ЩМА

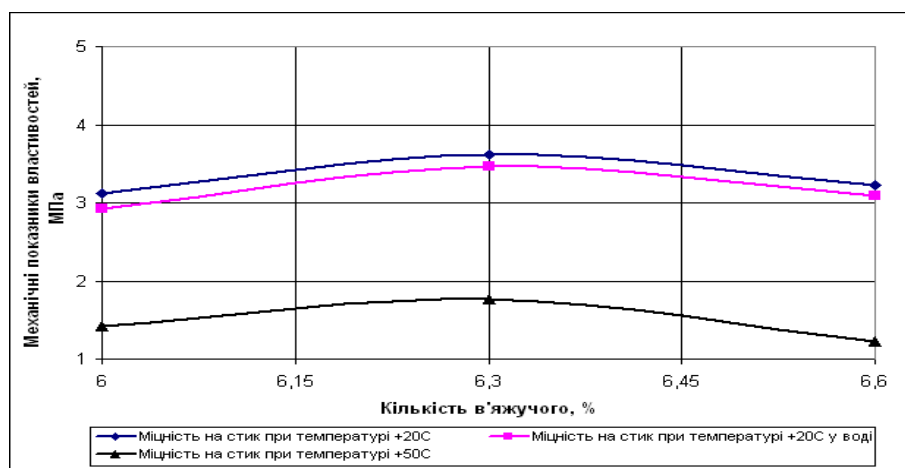


Рис. 13. Результати визначення міцності на стиск ЩМА

Результати визначення показника водонасичення, міцності на стиск при температурах +20 0С та + 50 0С дозволили встановити, що раціональна кількість бітуму для даного складу асфальтобетону, в даних умовах його приготування, становить 6,3%. Крім того, визначений показник ступеня розшарування щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші не перевищує 0,02 %, що майже в десять разів менше нормативного. Це також дозволяє констатувати про однорідність даної суміші. Тому, в подальшому досліджували ЩМА з раціональною кількістю бітуму та ПБВ – 6,3 %.

Результати визначення фізико-механічних властивостей ЩМА в залежності від кількості полімеру показали, що вони значно збільшуються навіть при невеликій кількості полімеру (рис. 14-17).

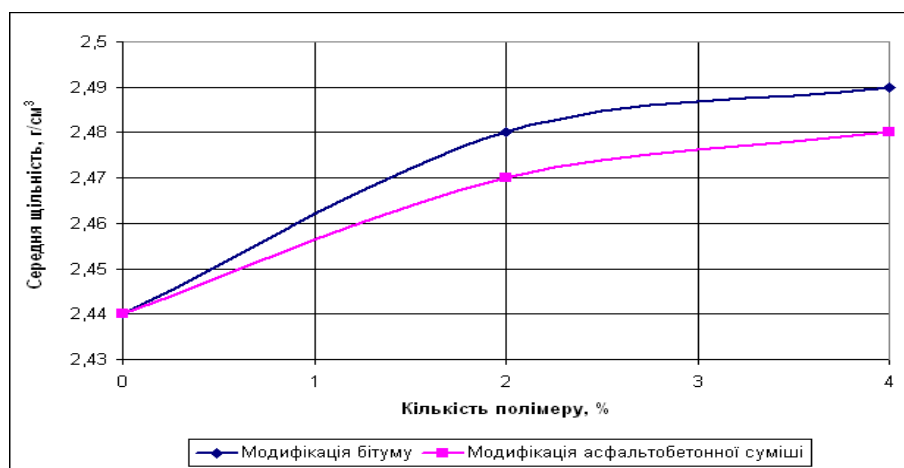


Рис. 14. Результати визначення середньої щільності ЩМА на бітумі та модифікованому бітумі

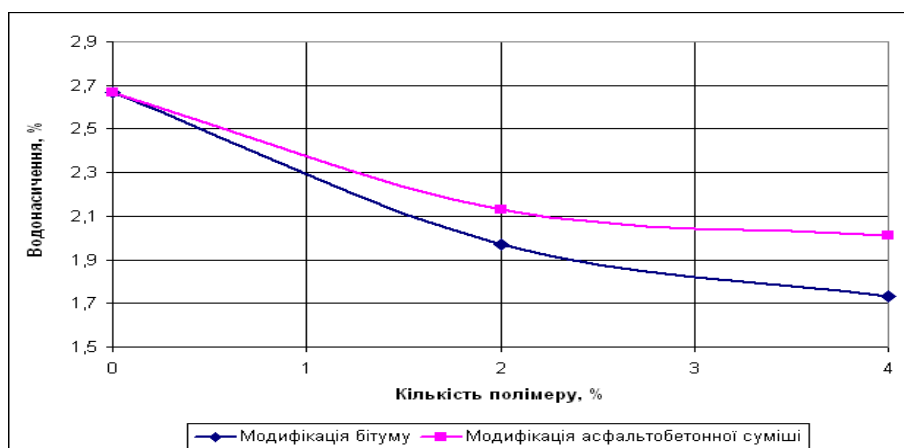


Рис. 15. Результати визначення водонасичення ЩМА на бітумі та модифікованому бітумі

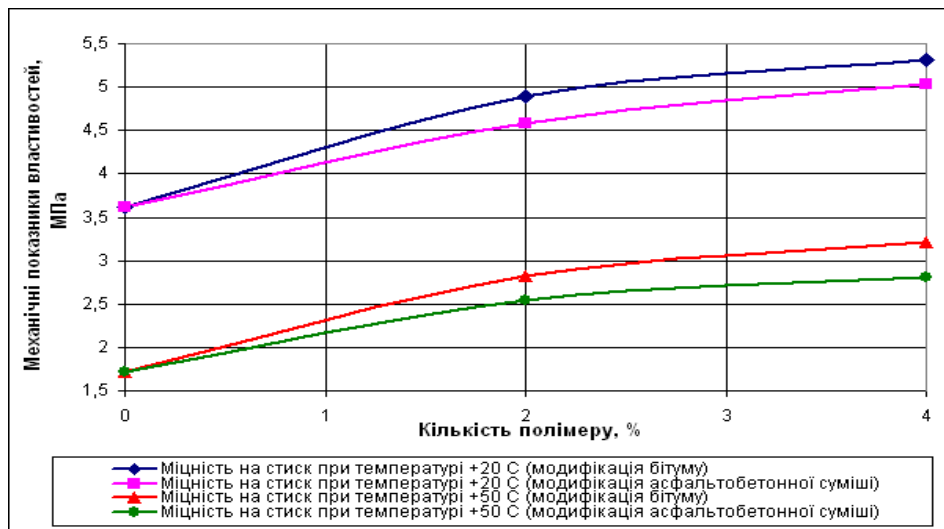


Рис. 16. Результати визначення міцності на стиск ЦМА на бітумі та модифікованому бітумі

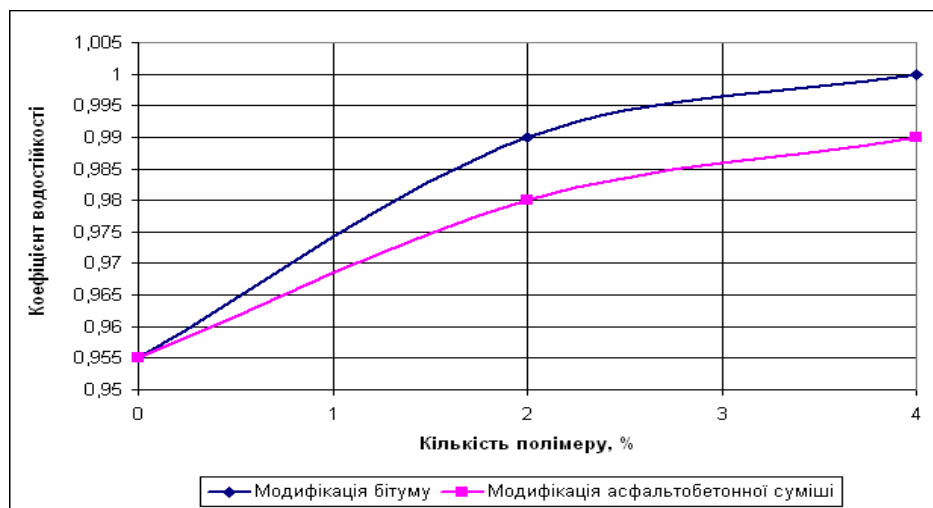


Рис. 17. Результати визначення коефіцієнту водостійкості ЦМА на бітумі та модифікованому бітумі

Середня щільність ЦМА при модифікації бітуму 2 % полімеру збільшується на 0,04 г/см³, а при 4 % – на 0,05 г/см³. При модифікації асфальтобетонної суміші безпосередньо в асфальтозмішувачі це збільшення відповідно відбувалося на 0,03 г/см³ та 0,04 г/см³. Показник водонасичення навпаки зі збільшенням кількості полімеру суттєво знижується (майже вдвічі). Це свідчить про те, що при одній і тій кількості в'язучого використання даного полімеру значно підвищує стійкість асфальтобетону до дії водо-морозних факторів. Дещо гірші показники фізичних властивостей ЦМА модифікованого полімером в асфальтозмішувальній установці підтвердили результати

попередніх досліджень щодо неповного протікання процесу модифікації бітуму.

Визначені механічні показники ЩМА також показали вагоме збільшення властивостей при застосуванні полімеру. При використанні 2% полімеру міцність на стиск при температурі +200С у ПАБ в 1,37 рази більша у порівнянні із ЩМА на бітумному в'язучому, а при температурі +500С – у 1,65 рази. При модифікації 4 % полімеру це збільшення відповідно становило в 1,47 та в 1,85 рази. Це спостерігається як при модифікації бітуму, так і при модифікації асфальтобетонної суміші.

Збільшення коефіцієнту водостійкості вже при невеликій кількості полімеру (2 %) забезпечує значне підвищення стійкості полімерасфальтобетону до дії атмосферних факторів (рис. 17). При збільшенні кількості полімеру до 4 % коефіцієнт водостійкості майже досягає максимального значення.

Крім того, необхідно відмітити, що аналогічно як і у асфальтобетоні типу Г при збільшенні кількості полімеру від 2 % до 4% фізико-механічні властивості матеріалу практично не змінюються, тобто можна також стверджувати, що 2 % полімеру достатньо для забезпечення необхідної довговічності асфальтобетону.

Висновки

Лабораторні дослідження асфальтобетону модифікованого полімерним латексом Бутонал NS 104 дозволили зробити такі висновки:

1. Проведені дослідження показали, що асфальтобетони отримані з використанням полімерного латексу Бутонал NS 104, відповідають вимогам, які пред'являють до гарячого асфальтобетону, перевершуючи їх за показниками міцності.

2. Зміна фізико-механічних властивостей полімерасфальтобетону в досить широких межах (в 2-3 рази) в залежності від кількості в'язучого та полімеру говорить про можливість активного регулювання його властивостей для досягнення необхідного ефекту.

3. Підвищена водостійкість та збільшена довговічність полімерасфальтобетонів у порівнянні із традиційними асфальтовими бетонами дає передумови для їх використання з метою підвищення загальної довговічності дорожнього одягу.

4. Можливість модифікації асфальтобетонної суміші безпосередньо в асфальтозмішувальній установці, при забезпеченні високих міцнісних показників, дозволяє суттєво знизити термін її приготування та заощадити енергоресурси.

5. Збільшення міцності полімерасфальтобетону дає можливість отримати економічний ефект від застосування полімерного латексу Бутонал NS 104 за рахунок підвищення терміну служби або за рахунок зниження товщини асфальтобетонних шарів.

Література

1. Золотарьов В.О., Галкін С.Г., Кишинський С.В. Про стабільність при збереженні бітумів, модифікованих полімерами//Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. Композиційні матеріали для будівництва. – 2004-1(43) том1. – С. 16-23.
2. Пактер М.К., Самойлова Е.Є., Братчун В.І., Беспалов В.Л., Гуляк Д.В. Дослідження початкових стадій одержання бітумополімерного в'язучого і асфальтобетону методом диференційної скануючої калориметрії//Вісник Донбаської державної академії будівництва і архітектури. Композиційні метериали для будівництва. – 2004-1(43) том1. – С.42-47.
3. Кинг Г.Н., Радовский Б.С. Материалы и технологии компании Koch Materials для строительства и ремонта дорожных покрытий // Новости в дорожном деле. Научно – технический информационный сборник. – 2004, выпуск 6. – С. 28-62.
4. Золотарьов В.О. Про стабільність при збереженні бітумів, модифікованих полімерами //Дороги і мости. Збірник наукових статей. – 2006, випуск 5. – Київ.
5. Макарчев О.О., Мозговий В.В., Бесараб О.М., Онищенко А.М. Оцінка впливу модифікатору бітуму Бутонал NS 198 на підвищення довговічності асфальтобетонного покриття//Дороги і мости. Збірник наукових статей. – 2006, випуск 5. – С. 275-288.
6. ДСТУ Б.В.2.7-119-2003 Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній і аеродромний. Технічні умови.
7. ДБН В.2.3 – 4 – 2000. Автомобільні дороги. – К., 2000. - 117 с.
8. ДБН В.2. –5–2001. Вулиці та дороги населених пунктів. – К., 2001. – 54 с.
9. ДСТУ Б.В.2.7-89-99 (ГОСТ 12801) Матеріали на основі органічних в'язучих для дорожнього і аеродромного будівництва. Методи випробувань.