

УДК 625.852

Мозговий В.В., д-р техн.наук, Баран С.А., Ольховий Б.Ю.

## ПІДВИЩЕННЯ ОДНОРІДНОСТІ ЩЕБЕНЕВО-МАСТИКОВОЇ АСФАЛЬТОБЕТОННОЇ СУМІШІ

**Анотація.** У статті розглянуто питання оцінки однорідності щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші. Запропоновано оцінювати однорідність щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші по показнику стікання в'язучого. Також в статті розглянуто фактори впливу часу зберігання та часу транспортування на показник стікання. Наведена методика визначення показника стікання від часу транспортування. На основі проведених досліджень розроблені додаткові вимоги до показника стікання в'язучого ЩМАС в залежності від часу витримування в накопичувачі і часу транспортування.

Об'єкт дослідження – щебенево-мастикова асфальтобетонна суміш.

Мета роботи – підвищення однорідності щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші через уточнення вимог до показника стікання в'язучого ЩМАС в залежності від часу зберігання в накопичувачі і часу транспортування. Методи дослідження – аналітико-експериментальні.

**Ключові слова:** щебенево-мастикова асфальтобетонна суміш, показник стікання, однорідність, час зберігання, час транспортування.

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы оценки однородности щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси. Предложено оценивать однородность щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси по показателю стекания вяжущего. Также в статье рассмотрены факторы влияния времени хранения и времени транспортировки на показатель стекания. Приведена методика определения показателя стекания от времени транспортировки. На основе проведенных исследований разработаны дополнительные требования к показателю стекания вяжущего ЩМАС в зависимости от времени хранения в накопителе и времени транспортировки.

Объект исследования - щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь.

Цель работы - повышение однородности щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси путем уточнения требований к показателю стекания

вяжущего ЩМАС в зависимости от времени хранения в накопителе и времени транспортировки. Методы исследования - аналитико-экспериментальные

**Ключевые слова:** щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь, показатель стекания, однородность, время хранения, время транспортировки.

**Abstract.** The article deals with the assessment of uniformity stone -mastic asphalt mixture homogeneity evaluate proposed stone-mastic asphalt mix to index draining binder. Also in the article the factors influencing storage time and transport time to figure draining. The method of determination of the draining time of transport. Based on the studies developed additional requirements for index draining binder SCHMAS depending on the storage time in the storage and transportation time.

The object of study - stone-mastic asphalt mixtures.

Purpose - to improve the homogeneity of stone -mastic asphalt mixture through specification of requirements for indicator draining binder SCHMAS depending on the storage time in the storage and transportation time.

Research methods - analytical and experimental.

**Keywords:** crushed stone-mastic asphalt mixtures, index draining, uniformity, storage, transport time

**Постановка проблеми.** Відповідно до чинних нормативів однорідність щебенево-мастикової асфальтобетонної суміші (ЩМАС) забезпечується двома основними заходами.

Перший з них передбачає забезпечення однорідності суміші за рахунок якісного перемішування компонентів в змішувальній установці. В даному випадку показник однорідності ЩМАС оцінюють за коефіцієнтом варіації границі міцності на стиск при 50° С, який повинен бути не більше 0,18.

Другий підхід передбачає неможливість розшарування ЩМАС (витікання мастичної частини) з урахуванням особливості зернового складу щебенево-мастикових асфальтобетонних сумішей (підвищена кількість в'язучого та щебеню). Це намагаються досягати, головним чином, за рахунок використання стабілізуючих добавок, які виконують функцію утримання в'язучого на поверхні кам'яного матеріалу. Для оцінки однорідності, в даному випадку, застосовують показник стікання в'язучого ЩМАС, який не повинен бути більше 0,20 % за масою, згідно чинних нормативних документів [1]

Однак у ряді випадків, навіть при дотриманні вищенаведених вимог, спостерігаються ознаки розшарування ЩМАС у вигляді бітумних плям на поверхні покриття (рис.1), що може призвести до появи колійності, а в місцях зменшеної кількості в'язучого, через певний період, виникають деформації і руйнування, викликані недостатньою водо- і морозостійкістю (рис.2).

Якщо детально проаналізувати стандартні вимоги до забезпечення однорідності ЩМАС, то можна відзначити такі їх недоліки.

При визначенні показника однорідності ЩМАС згідно [2] за коефіцієнтом варіації границі міцності на стиск при 50° С об'єм вибірки повинен складати не менше 20 значень і призначатися за кількістю випробуваних проб за період між періодичними випробуваннями.

Це свідчить про те, що таким показником однорідності неможливо оперативно скористатися під час приймально-здавального контролю. Крім того характеристика міцності на стиск при 50° С проби з суміші, яка тільки відібрана після її приготування не має можливості об'єктивно відобразити стійкість до розшарування при зберіганні в бункері, при вивантаженні в транспортний засіб для транспортування та укладання.

Також методика оцінки однорідності за показником стікання не в повній мірі відображає реальні умови зберігання і транспортування ЩМАС. Метод Шелленберга і фон дер Вепена [3, 4], що для цього застосовується, передбачає витримування суміші в нерухомому стані при температурі приготування. Це фактично імітує тільки, певною мірою, умови зберігання ЩМАС в бункері накопичувачі і не відображає умови транспортування.



**Рисунок 1** – Бітумні плями на покритті



**Рисунок 2** – Викришування на покритті із ЩМА викликані недостатньою водо-і морозостійкістю

Враховуючи вище наведене є необхідність вдосконалення існуючих стандартних положень більш об'єктивними методами оцінки однорідності ЩМАС по здатності до розшарування.

Найбільш доцільно, на наш погляд, оцінювати однорідність ЩМАС за коефіцієнтом варіації показника стікання в'язучого. Пропонується коефіцієнт варіації за показником стікання визначати на основі відбору точкових проб з однієї партії суміші під час періодичних випробувань. Він повинен бути не більше 0,20. Для цього відбирають 10 локальних проб суміші, вагою від 2 кг до 3 кг кожна, в окремих місцях кузова автосамоскида. Крім того, під час обробки результатів при визначенні показника стікання доцільно замінити абсолютне значення розбіжності між результатами паралельних випробувань на відносне значення, що не повинно перевищувати значення 15%.

Для аналізу впливу умов транспортування на розшарування суміші були проведені дослідження, які полягали в створенні коливань зразків проб ЩМАС, подібних коливанням суміші в кузові транспортного засобу.

Мастикова частина ЩМАС (суміш бітумного в'язучого, мінерального порошку, піску і стабілізуючих волокон) представляє собою композитний матеріал, що складається з бітумної матриці та наповнювачів і проявляє характерні для структурованих систем тиксотропні властивості [5, 6, 7] в результаті впливу динамічних коливань на розшарування ЩМАС при її транспортуванні.

Аналіз літературних даних свідчить, що частота коливання кузова вантажного автомобіля в залежності від характеру нерівностей покриття може змінюватися від 2 до 25 Гц, а прискорення може становити від 0,2 до 4 і більше значень прискорення вільного тяжіння [8-10].

Спочатку були проведені випробування суміші згідно зі стандартною методикою [1] з різним часом витримування суміші (30, 60, 120 хвилин) в сушильній шафі.

Для дослідження впливу динамічних коливань на розшарування суміші при транспортуванні ЩМАС використовували стандартну методику визначення показника стікання в'язучого згідно ДСТУ Б В.2.7 -127 [1] з деякими удосконаленнями, які дають можливість імітувати вібрації, схожі за своїми амплітудно-частотними характеристиками з коливаннями кузова автосамоскиду. При проведенні випробувань для імітації часу транспортування

створювали відповідний час впливу динамічних коливань протягом певних періодів, які становили 30, 60 і 120 хвилин.

Удосконалення методики випробувань полягають в наступному: для імітації вібрації в кузові автсамоскида при транспортуванні ЦМАС термостійкий стакан з сумішшю, попередньо теплоізольований, піддавали вібрації, після чого стакан поміщали в сушильну шафу, нагріту до температури випробування, і витримували протягом заданого часу. Режим випробування наступний: термоізольований стакан піддають дії 30 коливань відразу після заповнення сумішшю, після чого термостатують в сушильній шафі при температурі випробування протягом 15 хвилин, потім знову піддають дії 30 коливань, знову термостатують. Аналогічні операції повторюють кожні 15 хвилин, протягом заданого часу випробування (30, 60 і 120) хвилин, за умови, що після останнього впливу 30 коливань стакан з сумішшю поміщають в сушильну шафу і витримують 15 хвилин при температурі випробування з подальшим видаленням ЦМАС зі стакану. Після чого визначають показник стікання згідно зі стандартною методикою [1].

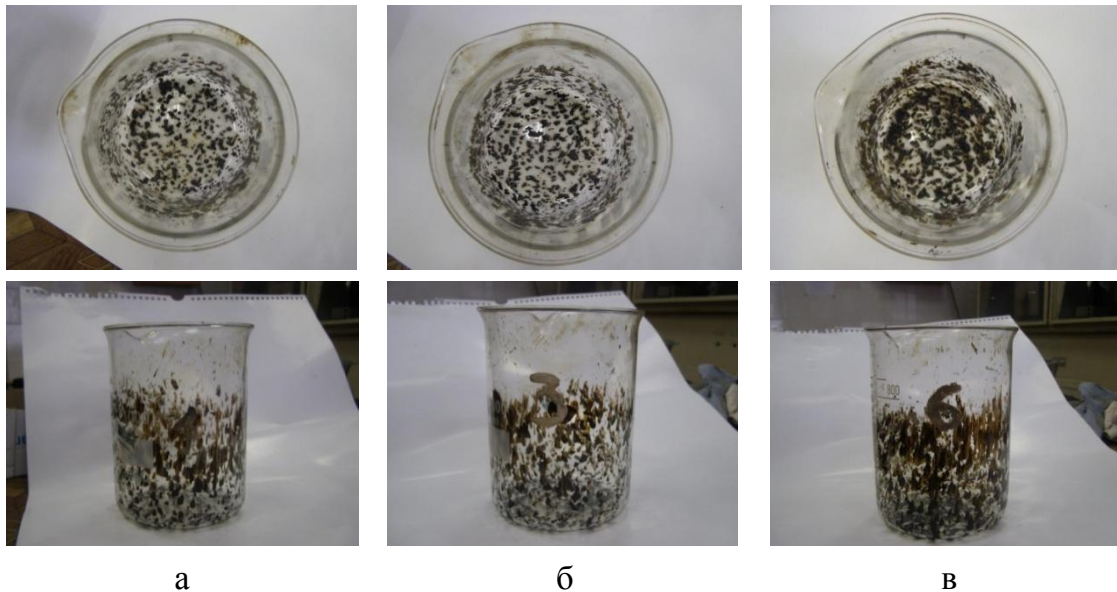
Амплітудно-частотні характеристики коливання досліджуваної проби ЦМАС змінювали за допомогою амортизаційної системи платформи, на якій закріплювали теплоізольований стакан з пробою ЦМАС. Вимірювання амплітудно-частотних характеристик вібрації виконували за допомогою комплексу вимірювання прискорення і тензометричного комплексу. Під час випробувань застосовували найбільш характерні параметри коливань, що відповідають коливанням завантаженого кузова автсамоскида: частота коливання від 6 до 10 Гц, максимальне прискорення становить близько 4-5 g.

Під час випробувань ЦМАС на розшарування окремо витримували проби, як при статичних так і при динамічних впливах при різних температурах випробувань, а також при їх комбінації. Після чого за методикою [1] методом зважування стакану з залишками мастичної частини ЦМАС визначали показник стікання.

Зовнішній вигляд стаканів після визначення показника стікання наведений на рис 3. Візуальний аналіз зовнішнього вигляду стаканів свідчить про вплив на показник стікання як тривалості часу витримання ЦМАС в статичних умовах, так і, особливо, режиму витримання при динамічних коливаннях.

На рис. 4 показано залежності зміни показника стікання від часу, що імітує час транспортування. При проведенні досліджень аналізували зміну

залежності показника розшарування від вмісту стабілізуючої добавки і часу транспортування ЩМАС-10.



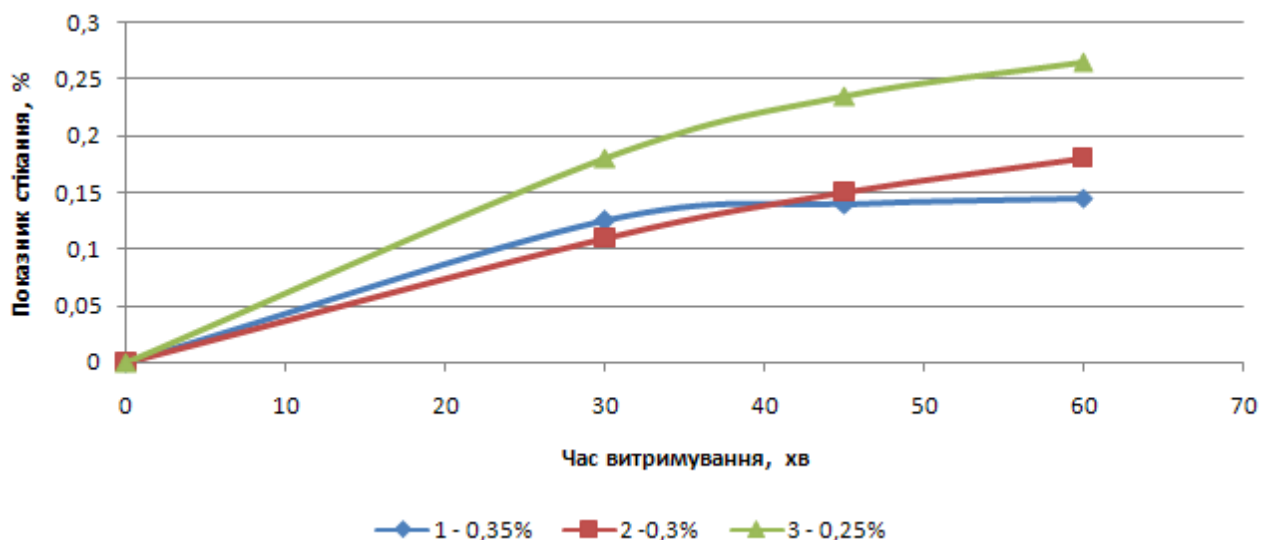
а – витримування стакану протягом 60 хвилин за стандартною методикою;  
б – витримування стакану протягом 120 хвилин за стандартною методикою;  
в – динамічний вплив на стакан протягом 60 хвилин

**Рисунок 3** – Загальний вигляд стаканів після випробування для визначення показника стікання.

При проведенні досліджень залежності показника стікання від вмісту стабілізуючої добавки і часу транспортування ЩМАС (рис. 4) можна зробити висновок, що показник стікання істотно залежить від часу транспортування, особливо при невеликій кількості волокон. Порівнюючи дані видно, що при вмісті волокон 0,35% показник розшарування знаходиться в межах нормативних значень (менше 0,15%). При вмісті волокон 0,3%, і тій ж температурі 160° С, показник стікання знаходиться в межах нормативних значень, але при цьому майже досягає максимально допустимого значення (0,18%), а вже при вмісті волокон 0,25%, показник стікання істотно перевищує нормативно допустиме значення (більше 0,25%).

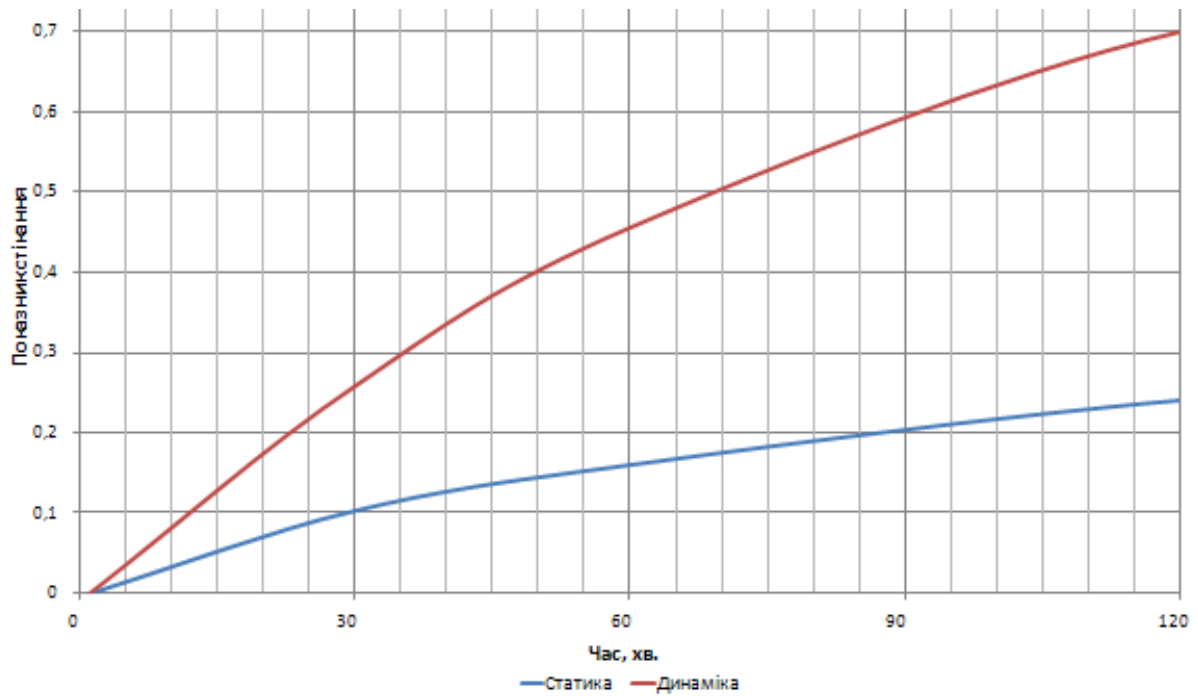
Нижче наведені результати випробування одного складу ЩМАС-20 при статичних і динамічних режимах витримування проби суміші. На рис. 5 представлені результати досліджень показника витікання гарячої суміші ЩМАС-20 на бітумі БНД 60/90, а на рис.6 - теплої суміші ЩМАС-20 на бітумі БНД 60/90 з енергозберігаючою добавкою Rediset.

З отриманих результатів видно, що при статичному витримуванні на показник стікання впливає як максимальний розмір зерен ЩМАС так і час витримки, що імітує перебування суміші в бункері. Порівнюючи графіки залежності показника стікання від часу транспортування для ЩМАС -20 і залежності показника стікання від часу транспортування для ЩМАС-10 (рис. 4 і 5) можна відмітити, що спостерігається збільшення показника стікання, так для ЩМАС-10 показник стікання після 30 хвилин імітації часу транспортування становить від 0,12% до 0,18%, що відповідає вимогам стандарту [1], а для ЩМАС-20 показник стікання становить 0,25% , що перевищує вимоги, для ЩМАС-20 з енергозберігаючої добавкою - 0,6%, що в 3 рази перевищує вимоги. Відповідно показник розшарування після 60 хвилин імітації часу транспортування для ЩМАС-10 становить від 0,15% до 0,27% в залежності від вмісту волокон, для ЩМАС-20 - 0,45%, а для ЩМАС-20 з енергозберігаючої добавкою в 2 рази більше ніж для ЩМАС-20. При проведенні випробування за стандартною методикою при часі витримування 60 і 120 хвилин для ЩМАС-20 показник стікання становить відповідно 0,16% і 0,26%, аналогічні показники і для ЩМАС-20 з енергозберігаючої добавкою. Такі результати вказують, що час транспортування більш істотно впливає на показник стікання, оскільки при транспортуванні на великі відстані ЩМАС зазнає впливу коливальних від автосамоскида, особливо для ЩМАС з великими розмірами зерен і при використанні енергозберігаючих добавок.

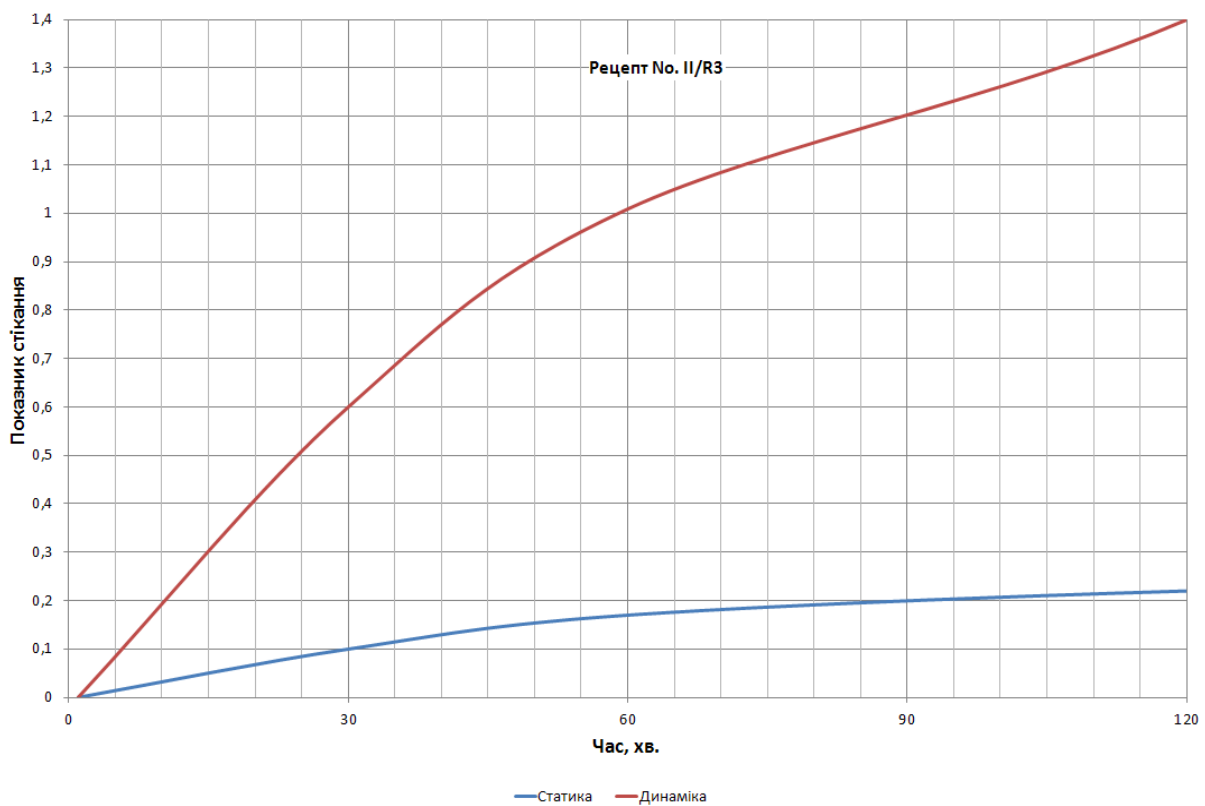


**Рисунок 4** – Результати визначення показника стікання ЩМАС-10 при температурі 160° С в залежності від часу транспортування з вмістом волокон відповідно 1 - 0,35%, 2 - 0,3%, 3 – 0,25





**Рисунок 5** – Графік залежності показника стікання від часу витримування і від часу транспортування для ЩМАС-20



**Рисунок 6** – Графік залежності показника стікання від часу витримування і від часу транспортування для ЩМАС-20 на бітумі БНД 60/90 з енергозберігаючою добавкою Rediset (3%)



Проведені дослідження дозволили розробити додаткові вимоги (враховуючи максимальні терміни зберігання в накопичувальному бункері дві години і транспортуванні також дві години згідно [1]) до показника розшарування в'язучого ЦМАС в залежності від часу витримування в накопичувачі і часу транспортування, наведені в табл. 1.

**Таблиця 1** – Додаткові вимоги до значення показника стікання в'язучого залежно від часу витримування в накопичувачі і часу транспортування

Час витримування суміші в накопичувачах, год.	Час транспортування суміші, год.	Показник стікання в'язучого, % по масі, не більше
0,5, не більше	0,5, не більше	0,20
0,5, не більше	від 0,5 до 1,0 включно	0,16
від 0,5 до 1,0 включно	0,5, не більше	0,16
від 0,5 до 1,0 включно	від 0,5 до 1,0 включно	0,12
від 1,0 до 2,0 включно	0,5, не більше	0,13
від 1,0 до 2,0 включно	від 0,5 до 1,0 включно	0,09

Оскільки показник стікання характеризує ступінь розшарування суміші, то уточнення і нормування його величини від часу витримування в накопичувачі і часу транспортування дозволить подовжити терміни служби дорожніх покриттів з щебенево-мастикового асфальтобетону завдяки усуненню таких дефектів, як бітумні плями, викришування і лушення і, як наслідок, збільшити міжремонтні терміни, що забезпечить значну економію фінансових і матеріальних ресурсів.

### Література

1. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон щебенево-мастикові. Технічні умови. ДСТУ Б В.2.7-127-2006.- [Чинний від 2007 – 01 - 01]. –К., 2003.- 35 с. (Мінбуд).
2. ДСТУ Б В.2.7-89-99 (ГОСТ 12801-98) Матеріали на основі органічних в'язучих для дорожнього і аеродромного будівництва. Методи

випробувань. Введено в дію Наказом Держбуду України № 248 від 13 жовтня 1999 р. на заміну ГОСТ 12801-84

2. Ш. Шульц. Технология щебеночно-мастичного асфальта, CFF GmbH & Co / KG.

3. Krzystov Blazejowski . SMA . Teoria I praktyka . 2007.

4. Фізико-хімічна механіка будівельних матеріалів: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / В.І. Братчун, В.О. Золотарьов, М.К. Пактер, В.Л. Беспалов; під редакцією д.т.н. В.І. Братчуна. – Вид. 2-ге, перероб. і доповн. – Макіївка-Харків: ДонНАБА, 2011. – 336 с.

5. Коллоидная химия и физико-химическая механика цементных бетонов / А.Н. Плугин, А.А. Плугин, Л.В. Трикоз, А.С. Кагановский, Ал.А. Плугин - Киев, 2011. - 330 с.

6. Технические, реологические и поверхностные свойства битумов. Избранные труды. Том 1 / В.А. Золотарев - первое изд. - Санкт - Петербург: Славутич 2012. - 148 с.

7. В.О. Богомоллов. В.О. Гелло. Моделювання коливань кузова автомобіля у процесі гальмування на дорожніх нерівностях

8. В.О. Гелло. Розробка просторової моделі коливання кузова автомобіля під час його гальмування. Автомобильный транспорт. Вып. 29. 2011

9. П.В. Духанин и др. Разработка предложений по учету воздействия современного парка многоосных транспортных средств при проектировании нежестких дорожных одежд. Отчет о НИР - ДортрансНИИ, Ростов на Дону, 2011.

**Рецензенти:**

Жданюк В.К., д-р техн. наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет.

Нагайчук В.М., канд. техн. наук, ДП "ДерждорНДІ".

**Reviewers:**

Zhdaniuk V.K., Dr. Tech. Sci., Kharkiv National Automobile and Highway University.

Nahaichuk V.M. Cand. Eng. Sci. (Ph.D.), "DerzhdorNDI".

Стаття надійшла до редакції: **27.05.2016 р.**