

Мозговый В.В., д-р техн. наук, Ольховый Б.Ю., Баран С.А., Нимчук К.И.

## **ВЫБОР ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ДОБАВОК ДЛЯ РАСШИРЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО СЕЗОНА ПРИ УСТРОЙСТВЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ВОДООТВОДА С ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ НА МОСТАХ**

**Анотація.** В даній статті розглянуті можливі проблеми при використанні енергозберігаючих добавок в щебенево-мастикових асфальтобетонних сумішах з метою розширення будівельного сезону при влаштуванні поверхневого водовідводу на мостах. Автори наводять приклади різних методик випробування щебенево-мастикових асфальтобетонних сумішей на витікання в'язучого і розшарування, а також пропонують використовувати альтернативні методики для отримання більш об'єктивних результатів. В статті наводяться результати експериментальних робіт по вибору оптимальних енергозберігаючих добавок для використання в щебенево-мастикових асфальтобетонних сумішах з метою розширення будівельного сезону при влаштуванні поверхневого водовідводу на мостах.

**Ключові слова:** щебенево-мастиковий асфальтобетон, енергозберігаючі добавки, розширення будівельного сезону, витікання в'язучого.

**Аннотация.** В данной статье рассмотрены возможные проблемы при использовании энергосберегающих добавок в щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесях с целью расширения строительного сезона при устройстве поверхностного водоотвода на мостах. Авторы приводят примеры разных методик испытания щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей на расслоение и вытекание вяжущего, а также предлагают использовать альтернативные методики для получения более объективных результатов. В статье приводятся результаты экспериментальных работ по выбору оптимальных энергосберегающих добавок для использования в щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесях в целях расширения строительного сезона при устройстве поверхностного водоотвода на мостах.

**Ключевые слова:** щебеночно-мастичный асфальтобетон, энергосберегающие добавки, расширение строительного сезона, вытекание вяжущего.

**Annotation.** In this paper it is examined possible problems that could arise when using warm mix asphalt additives with stone-mastic asphalt in order to extend paving season while build pavements on bridges. The authors show different techniques of draindown tests in stone mastic asphalt mixes, also they suggest using alternate techniques of draindown tests in order to obtain more objective results. In the paper it is shown the results of experimental tests of choosing warm asphalt mix additives for stone mastic asphalt in order to extend paving season while build pavements on bridges.

**Keywords:** stone mastic asphalt mix, warm asphalt mix additives, paving season extending, bitumen draindown.

### Актуальность

В соответствии с украинскими нормативными документами [1] проведение работ по укладке асфальтобетонных смесей можно выполнять при низких температурах (при температурах окружающей среды от плюс 10 С° до минус 5 С°), но при соответствующем технико-экономическом обосновании проведения таких работ. При этом нужно обязательно предусмотреть применение технологий и решений, которые позволят качественно уплотнять асфальтобетонную смесь. Среди таких решений и технологий существенную роль занимает использование энергосберегающих добавок [2, 3, 4].

Все большей популярностью для устройства поверхностного водоотвода на мостах пользуются щебеночно-мастичные асфальтобетонные смеси, которые, как известно, характеризуются большим количеством битумного вяжущего в своем составе. Это нужно для получения достаточно толстых пленок битума, которые даже после продолжительной эксплуатации предотвращают старение вяжущего, а также удерживают трещинообразование, что позволяет на протяжении более длительного времени обеспечить сплошность, покрытия препятствуя попаданию влаги на элементы мостов и искусственных сооружений, которые более подвержены коррозии под воздействием воды.

Поскольку, механизм действия большинства энергосберегающих добавок заключается в уменьшении вязкости битума, то при использовании их в щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесях возникает опасность вытекания вяжущего и расслоения смеси. Поэтому, для предотвращения таких негативных последствий нужно тщательно подходить к выбору энергосберегающих добавок, использовать при этом все современные методы проверки вытекания вяжущего, а также новые экспериментальные подходы, которые могли бы дать более объективные результаты. Результаты исследований, описанные в данной статье, будут полезны для исследователей асфальтобетона, студентов, аспирантов и практиков дорожно-строительной отрасли.

### **Основной материал**

Особенность зернового состава щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей (повышенное количество вяжущего и щебня) вызывает расслоения их при сбережении, перевозке и укладке, что компенсируется использованием стабилизирующих добавок. Такой существенный недостаток как вытекание вяжущего (мастичной части) при высоких технологических температурах приготовления, сбережения и транспортирования может приводить к появлению битумных пятен на покрытии, что может, в свою очередь, приводить к колейности, а в местах недостачи вяжущего – к недостаточной водо- и морозостойкости.

Современные нормативные документы на ЦМА не учитывают влияние энергосберегающих добавок на возможность повышение вытекания вяжущего [5]. Поэтому исследование расслоения ЦМАС в зависимости от времени сбережения в накопительном бункере и времени транспортирования при использовании разных энергосберегающих добавок есть актуальным, и даст возможность разработать рекомендации по уточнению показателей вытекания вяжущего ЦМАС, что позволит уменьшить расслоение смесей в зависимости от времени сбережения в бункере и времени транспортирования.

Вытеканием вяжущего называется процесс отделения стекающих составляющих смеси от однородной массы смеси, который возникает при высокой температуре, когда битумное вяжущее имеет относительно низкую вязкость. Также процесс отделения битумного вяжущего или мастики называют сегрегацией ЦМА [6].

Для оценки стабильности и гомогенности смеси при смешивании, сбережении и транспортировании используют несколько видов тестов в разных странах использования ЩМА, среди таких: тест на вытекание вяжущего по Шелленбергу и фон дер Веппену, по американским нормам AASHTO T 305-97, по европейским нормам PN-EN 12697-18, по ZW-SMA-2001, по ДСТУ Б В.2.7–127 [5 – 7].

Суть метода определения показателя вытекания вяжущего по ДСТУ Б В.2.7–127 [5] заключается во взвешивании остатка битумного вяжущего после опрокидывания стакана со смесью, которая была выдержана в сушильном шкафу на протяжении 60 минут при температуре 170 °С. Мерой вытекания является масса остатков битума на стакане после удаления из него ЩМАС, выражена в процентном соотношении от массы ЩМАС.

$$B = \frac{g_3 - g_1}{g_2 - g_1} \cdot 100, \quad (1)$$

где  $g_1$ ,  $g_2$ ,  $g_3$  – масса стакана соответственно пустого, с ЩМАС и после ее удаления из стакана, г.

Для исследования влияния энергосберегающих добавок на повышение вероятности вытекания вяжущего и расслоения смеси были проведены лабораторные испытания: для определения зависимости показателя вытекания от времени сбережения в накопительном бункере и времени транспортирования.

Для исследования влияния энергосберегающих добавок на расслоение и вытекание вяжущего были использованы щебеночно-мастичные смеси типа ЩМА-20. Для приготовления смесей были использованы следующие минеральные материалы в соответствующих пропорциях:

- щебень гранитный фракции 10 – 20мм – 65%;
- щебень гранитный фракции 5 - 10 мм – 13%;
- песок с отсевов дробления изверженных горных пород фракции 0 - 5 мм – 10%;
- минеральный порошок – 11,6%.

Количество стабилизирующих добавок (Torcell) во всех смесях равнялось 0,4% от массы минерального заполнителя. Содержание вяжущего (битум нефтяной дорожный вязкий марки БНД 60/90) в выходном асфальтобетоне и асфальтобетоне с энергосберегающими добавками Sasobit, Iterlow-T, WarmMix и Rediset WMX составляло 6,5 % от массы минерального материала. Все

компоненты соответствуют украинским нормативным документам. [2, 3, 8, 9, 10, 11]

Приготовление асфальтобетонных смесей выполнялось с соблюдением стандартной последовательности технологических операций и рекомендаций согласно с нормативными документами. [2, 3, 12].

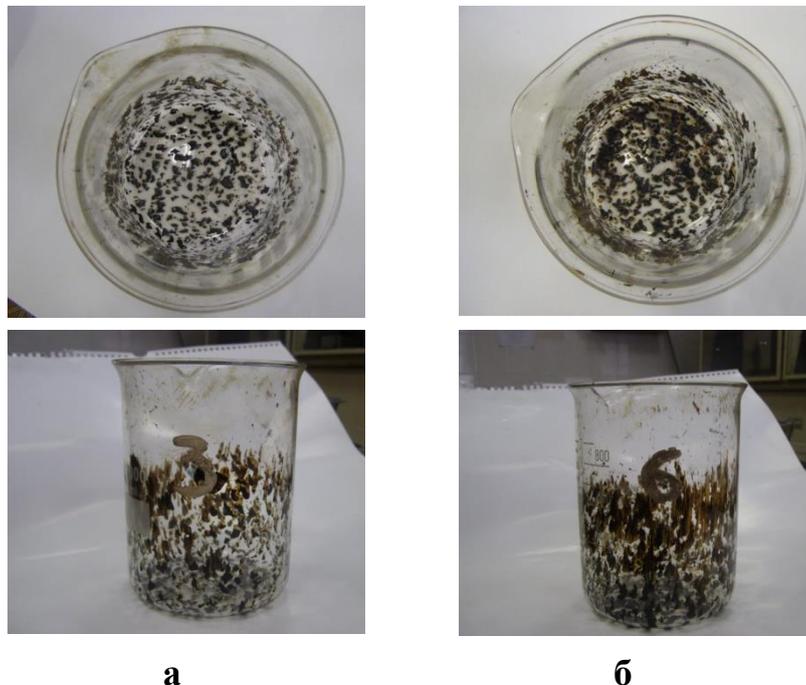
Для выяснения характера стекания вяжущего при сбережении в бункере были проведены испытания смеси согласно стандартной методике [5] с разным временем выдерживания смеси (30, 60, 120 минут) в сушильном шкафу.

Для исследования влияния динамических колебаний при транспортировании ЦМАС на расслоение смеси использовали стандартную методику определения показателя вытекания вяжущего по ДСТУ Б В.2.7–127 [5] с некоторыми усовершенствованиями, которые дают возможность имитировать вибрации схожие по своим амплитудно-частотным характеристикам колебания кузова автосамосвала. Для проведения испытаний было принято время транспортирования и соответственно время влияния динамических колебаний 30, 60 и 120 минут.

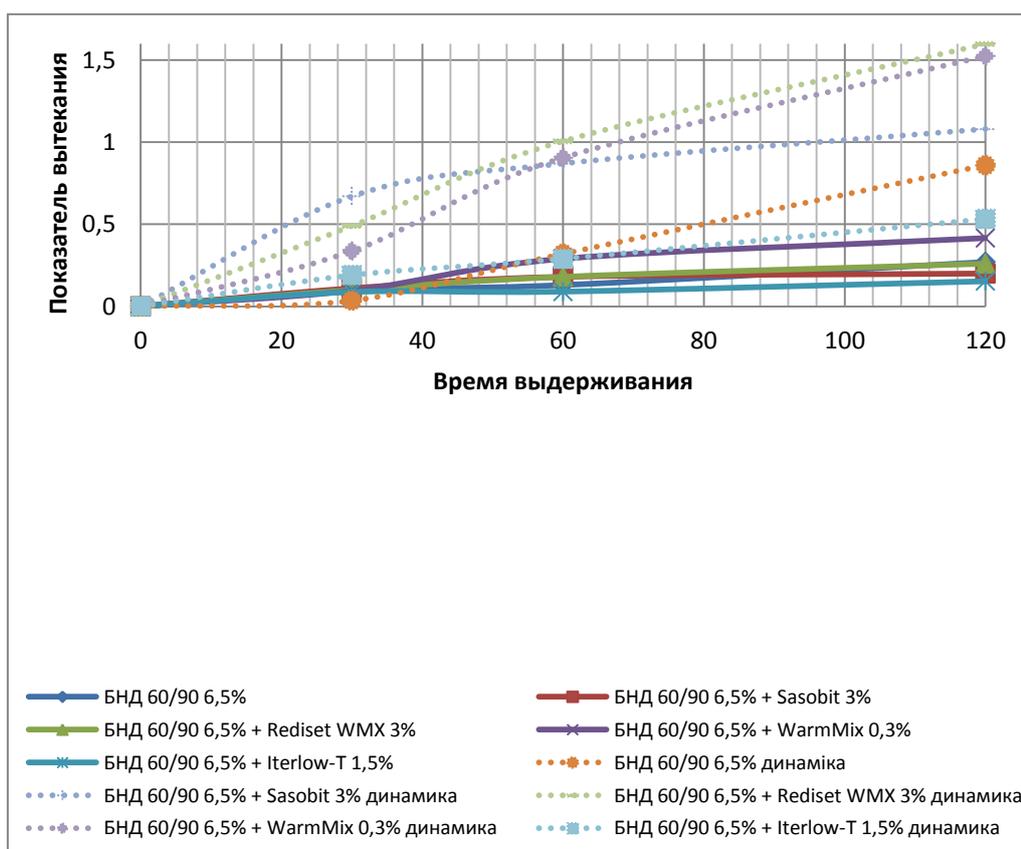
Усовершенствования методики заключаются в следующем: для имитации вибрации в кузове самосвала при транспортировании ЦМАС термостойкий стакан, предварительно теплоизолированный, поддавали вибрациям (соответственно 30, 60 и 120 минут) после чего стакан помещали в сушильный шкаф, нагретый до температуры испытания, и выдерживали на протяжении заданного времени. Потом определяли показатель вытекания согласно стандартной методике [5].

Внешний вид стаканов после определения показателя стекания приведен на рис 1. Данные по результатам определения показателя вытекания отображены на рис 2 в виде графической зависимости показателя вытекания от времени выдерживания смеси и времени транспортирования.

Проведения стандартных испытаний для определения показателя вытекания вяжущего показало, что при использовании исходного битума показатель вытекания при стандартных параметрах испытания вписывается в требования (0,2) [5], а при выдерживании смеси вдвое дольше – немного превышает нормативные требования. Применение разных энергосберегающих добавок, за исключением WarmMix, показали схожий характер поведения и близкие между собою значение показателя вытекания вяжущего.



**Рисунок 1** – Общий вид стаканов после испытания для определения показателя вытекания: а – выдерживание стакана на протяжении 120 минут по стандартной методике, б – динамическое влияние на стакан на протяжении 60 минут



**Рисунок 2** – Графическая зависимость показателя вытекания от времени выдерживания в бункере и времени транспортирования ЦМАС на чистом битуме и с энергосберегающими добавками

Результаты испытаний при определении показателя вытекания вяжущего при воздействии динамического влияния, в общем, показали качественно иной характер. Смеси с добавками Rediset WMX и WarmMix показали интенсивный рост показателя вытекания в зависимости от времени динамического воздействия.

Испытуемые энергосберегающие добавки показали несколько разный характер воздействия на вязкость битума и соответственно на показатель вытекания.

### **Выводы**

На показатель вытекания существенно влияет время транспортирования ЩМАС, поскольку при транспортировании на большие дистанции ЩМАС поддается влиянию вибраций и встряхиваний от автомобиля самосвала. Вследствии при транспортировании некоторая часть мастичной части перемещается в нижнюю часть смеси, этим самым образуя неоднородную смесь по количеству вяжущего, что может привести к образованию локальных мест с битумными пятнами на поверхности покрытия. Анализируя данные результаты можно сделать заключение, что основная масса битума вытекает за 30 - 60 минут при стандартном способе проведения испытания, а потом скорость изменения стекания по времени значительно уменьшается.

Также с полученных результатов видно, что время транспортирования влияет более существенно на показатель вытекания, чем время выдерживания. Поэтому при транспортировании на большие дистанции нужно устанавливать более жесткие требования к показателю вытекания.

Использование энергосберегающих добавок Sasobit, Rediset WMX, WarmMix влияет на увеличение показателя вытекания ЩМАС при высоких рабочих температурах, поэтому такие добавки можно использовать без вреда для свойств асфальтобетона при условии уточнения экспериментальным путем технологических температур приготовления и транспортирования. А добавка Iterlow-T существенно не влияет на изменение показателя стекания ЩМАС и может использоваться как для расширения строительного сезона, опуская рабочие температуры, так и для улучшения удобоукладываемости смеси, достижения лучшего уплотнения, улучшения характеристик асфальтобетона.

Данная методика была использована для имитации более жестких и неблагоприятных условий транспортирования для смеси. Соответственно если смесь при подборе будет отвечать более жестким требованиям, то вероятно, что

эта смесь после транспортирования будет отвечать нормативным требованиям по показателю вытекания. Это в свою очередь обеспечит необходимый уровень качества покрытия.

Результаты данных исследований не могут быть использованы для однозначного выбора той или иной энергосберегающей добавки для ЩМА. Данные исследования были проведены с целью проверки влияния энергосберегающих добавок в ЩМА лишь по одному показателю – вытеканию вяжущего. Поэтому для окончательного выбора энергосберегающей добавки для использования в щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесях в целях расширения строительного сезона при устройстве поверхностного водоотвода на мостах необходимо проводить испытания по всему ряду показателей соответственно с нормативными документами [1, 5, 12].

### Литература

1. ГБН В.2.3-218-547:2010 «Устройство асфальтобетонных слоев дорожной одежды при низких температурах» - К.:2010.
2. СОУ 45.2-00018112-068:2011 Будівельні матеріали. Бітуми дорожні в'язкі, модифіковані добавками на основі синтетичних восків. Технічні умови – К.:2011/
3. Р В.2.7-218-02071168-740:2008 Рекомендації по використанню в бітумних в'язучих енергосберігаючих добавок для виготовлення та ущільнення асфальтобетонних сумішей. – К.:2008.
4. Радовский Б.С. Прогресс технологий производства теплого асфальтобетона в США// Автомоб. дороги. - 2011. - №8. - С. 29-39.
5. ДСТУ Б В.2.7–127:2006 «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия» - К.:2006.
6. Blazejowski K. SMA. Teoria i praktyka. Rettenmaier Polska sp. z o.o. – Warszawa, 2007, 620 p.
7. The asphalt handbook. MS-4 7<sup>th</sup> edition, Asphalt institute, Lexington, 2007, 788 p.
8. ДСТУ Б В.2.7-75-98 «Будівельні матеріали. Щебінь та гравій щільні природні для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та робіт. Технічні умови» - К.:1998.
9. ДСТУ Б В.2.7-32-95 «Будівельні матеріали. Пісок щільний природний для будівельних матеріалів, виробів, конструкцій і робіт. Технічні умови» - К.:1995.
10. ДСТУ Б В 2.7-121-2003 «Будівельні матеріали. Споруди транспорту. Порошок мінеральний для асфальтобетонних сумішей. Технічні умови» - К.:2003.
11. ДСТУ 4044-2001 «Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови» - К.:2001.
12. ДСТУ Б В.2.7-89-99 (ГОСТ 12801) «Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний» - К.:1999.