

УДК 656.025.4:625.855.3

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ СЕГРЕГАЦИИ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ ПРИ ЕЁ ТРАНСПОРТИРОВКЕ НА ДАЛЬНИЕ РАССТОЯНИЯ

Борисюк Никита Владимирович, канд. техн. наук, доц.,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, madi-bnv@mail.ru

Мозолева Наталья Валерьевна, магистр,
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, m.nat-93@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена поиску методов снижения сегрегации асфальтобетонной смеси. При долгой перевозке происходит температурное и фракционное расслоение асфальтобетона, что резко снижает качество устраиваемого слоя дорожной одежды. Перед авторами стояла задача по оценке различных добавок к асфальтобетону и сравнению их воздействия на входящий в состав смеси битум БНД 60/90. Были проведены испытания по оценке влияния энергосберегающих добавок («ДАД-та», «АЗОЛ-1007», «АМДОР») на характеристики битума, а также на физико-механические свойства образцов из щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси (ЩМА-20). Была выбрана наиболее эффективная добавка, которая способствовала максимальному увеличению диапазона рабочих температур битума. Далее проводились испытания кернов, отобранных из слоя стандартной щебеночно-мастичной смеси и смеси с энергосберегающей добавкой, взятых с пробного участка. Экспериментально доказано, что при использовании предлагаемой добавки можно снизить температуру укладки, предупредить негативные последствия температурной сегрегации, а следовательно, увеличить плечо транспортировки смеси без потери ее качества.

Ключевые слова: асфальтобетонная смесь, асфальтобетонное покрытие, фракционная сегрегация, температурная сегрегация, ЩМА, энергосберегающая добавка.

ASPHALT CONCRETE SEGREGATION PREVENTION DURING TRANSPORTATION OVER LONG DISTANCES

Borisjuk Nikita V., Ph.D., associate professor,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, madi-bnv@mail.ru

Mozoleva Natal'ya V., master of engineering sciences,
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, m.nat-93@mail.ru

Abstract. The article is devoted to the search for methods to reduce the asphalt concrete mixture segregation. During long transportation, thermal and fractional asphalt concrete separation occurs, which sharply reduces the pavement layers quality. The authors were faced with the task of various asphalt concrete additives evaluating and comparing effect on the bitumen BND 60/90 mixture component. Tests were carried out to assess energy-saving additives effect ("DAD-ta", "AZOL-1007", "AMDOR") on the bitumen characteristics, as well as on the physical and mechanical properties stone-mastic asphalt mixture samples. In order to increase operating bitumen temperature range the optimal "DAD-ta" additive was chosen. Further tests were carried out on cores taken from standard stone-mastic mixture layer and a mixture with an energy-saving additive taken from a test site. Has been experimentally proved using the proposed additive, it is possible to reduce paving temperature, prevent the temperature segregation negative consequences and, consequently, increase delivery distance without losing quality.

Key words: asphalt concrete mixture, asphalt concrete pavement, fractional segregation, temperature segregation, SMA, energy-saving additive.

Введение

Доставка асфальтобетонной смеси до объекта, является очень важным этапом в сохранении её требуемых свойств, от этого напрямую зависит качество покрытия.

Достаточно часто встречается необходимость в длительной транспортировке смеси в связи с большим расстоянием от АБЗ, особенно в условиях плотной застройки, где на время доставки, кроме дистанции, влияет интенсивность транспортного потока, количество автомобильных пробок на пути движения самосвала. Поэтому время на транспортировку смеси может значительно превышать рекомендуемое.

Основная часть

Длительность транспортирования смеси приводит к температурной (рис. 1, а) и фракционной (рис. 1, б) сегрегации асфальтобетонной смеси, которые влияют на плотность и однородность дорожного покрытия, а это именно те параметры, которые обеспечивают его долговечность.

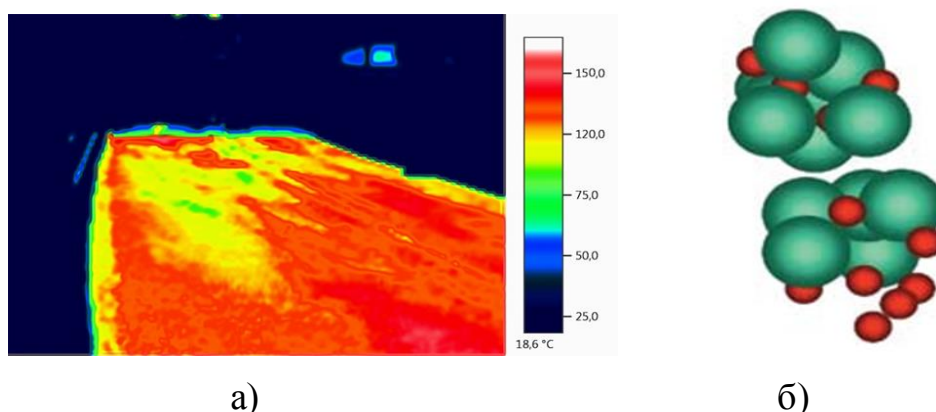


Рис. 1. Виды сегрегации: а - температурная сегрегация; б - фракционная сегрегация

Для качественного устройства асфальтобетонного покрытия требуется, чтобы температура смеси была однородной и достаточной по всему объёму для достижения требуемой плотности асфальта. Если это правило не будет соблюдаться, то в результате укладки асфальтобетонной смеси, которая подверглась температурной и фракционной сегрегации, в покрытии сформируется множество неоднородных по свойствам участков. Чем ниже температура смеси, тем сложнее достичь требуемой плотности, вследствие чего появляются различные дефекты. В связи с этим необходимо соблюдать правила всех технологических операций (рис. 2).

Важным фактором по обеспечению качества асфальтобетонного покрытия является соблюдение рационально подобранного зернового состава а/б смеси. Как описывает Б.С. Радовский [7], несоблюдение этого правила влечёт за собой возникновение фракционной сегрегации. Это явление возникает при прохождении мелких частиц минерального заполнителя сквозь промежутки между крупными. Данное явление происходит под действием силы тяжести при воздействии колебаний и вибраций (рис. 1. б).

Для придания асфальтобетонной смеси однородности, как по температуре, так и по зерновому составу, при укладке слоев покрытия применяются машины-перегрузатели. Например, компанией Roadtec

(США) выпускается машина «Шаттл-Багги». Бесконтактная и равномерная загрузка бункера асфальтоукладчика позволяет ему проводить работы без остановок и с большей производительностью, так как у него отпадает необходимость толкать перед собой груженные автосамосвалы.

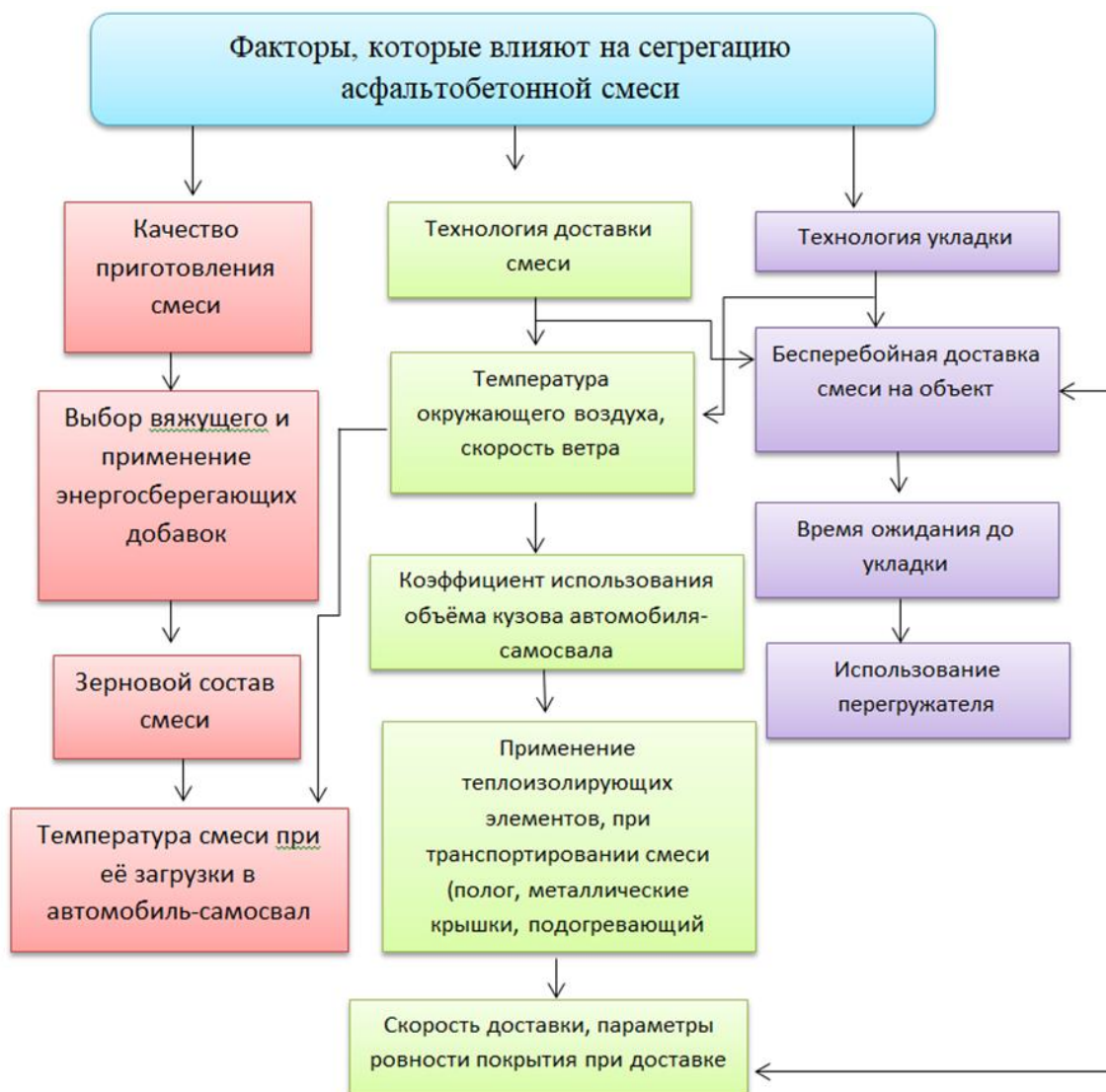


Рис. 2. Факторы, которые влияют на сегрегацию асфальтобетонной смеси

На уплотнение смеси напрямую влияет вязкость битума. Чем меньше фактическая температура, тем выше сопротивление частиц при уплотнении.

Для того, чтобы избежать недоуплотнения смеси и для предупреждения негативных последствий от температурной сегрегации,

мною совместно с сотрудниками строительной лаборатории ПК АБЗ «Дмитровка» в городе Москва было принято решение применить энергосберегающую добавку и проследить за изменением свойств ЩМА-20.

Опираясь на опыт предыдущих исследований [1], было принято решение вводить энергосберегающую добавку одновременно с введением в асфальтобетонную смесь битумного вяжущего.

Данная добавка незначительно влияет на начальную вязкость битума, но способствует увеличению скорости ориентации молекул ПАВ и вяжущего при меньшей сдвиговой нагрузке. При этом не будет происходить уменьшение толщины пленок битума на зернах минерального материала.

Молекула поверхностно-активных веществ (ПАВ) состоит из длинного гидрофобного углеводородного хвоста и полярной функциональной группы. Полярные части гидрофильны, они вытесняют воду и тем самым улучшают адгезионные свойства (рис. 3).

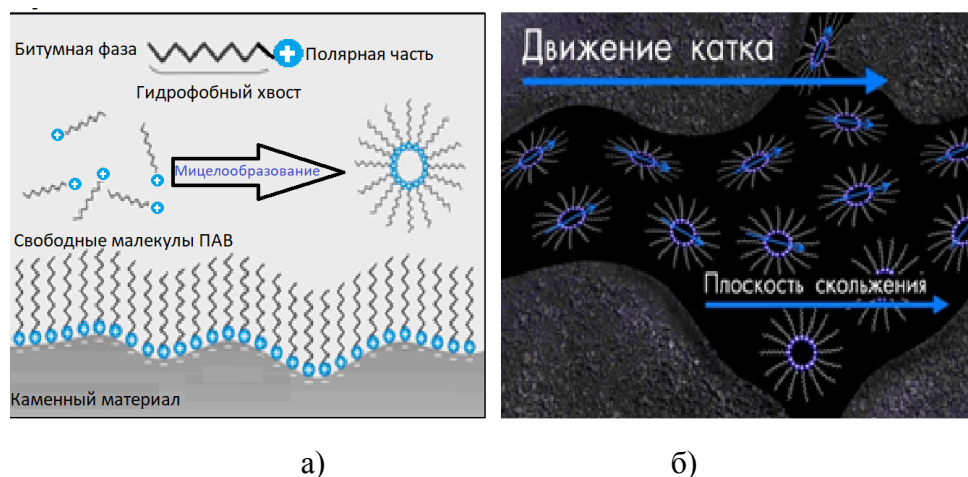


Рис. 3. Принцип работы молекул ПАВ: а - граница раздела фаз «битум-каменный материал»; б - работа мицелл при уплотнении (при увеличении концентрации ПАВ происходит самопроизвольное объединение молекул ПАВ в битуме)

Введение добавки придаёт битуму тиксотропные свойства. Данные свойства позволяют уплотнять асфальтобетонные смеси при температуре

на 30-50°C ниже нормативной, без изменения свойств самого вяжущего и без негативного влияния на качество устраиваемого слоя [8].

Нами были проведены испытания по оценке влияния энергосберегающих добавок («ДАД-та», «АЗОЛ-1007», «АМДОР») на характеристики битума, а также на физико-механические свойства образцов из щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси (ЩМА-20).

В процессе исследования был определен требуемый объем добавок, при котором интервал пластичности битума максимальный. После этого мы выбрали добавку, при введении которой битум показал наилучшие результаты – это добавка «ДАД-та» (табл. 1).

Таблица 1

Качество сцепления битума с гранитным щебнем (розовым)
по ГОСТ 12801-98

БНД 60/90		2 балла
БНД 60/90 +«ДАД-та» (0,4%)		5 баллов

Далее требовалось составить два схожих по зерновому составу рецепта ЩМА-20 по ГОСТ 31015-2002 [3], но в один из них включить энергосберегающую добавку.

Для проведения эксперимента, на установке BENNINGHOVEN 3000, было произведено 20 тонн ЩМА-20 без добавки и 20 тонн ЩМА-20+0,4% энергосберегающей добавкой «ДАД-та». Далее смеси загрузили в два автомобиля-самосвала грузоподъемностью 20 тонн.

После погрузки смеси в самосвалы, были отобраны лабораторные пробы ЩМА-20 и ЩМА-20+ «ДАД-та» и заформованы образцы при температуре 165°C и 100°C. Проведены испытания на соответствие данных

смесей ГОСТ 31015-2002. По результатам испытаний выявлено, что ЩМА-20 без добавки (при 100°C) не удовлетворяет требованиям ГОСТ 31015-2002, а ЩМА-20+«ДАД-та» полностью им соответствует.

Далее смесь транспортировалась на 190 км со средней скоростью 50 км/ч. После транспортировки ЩМА-20 производилась её укладка на пробный участок дороги.

Результаты испытаний кернов, взятых из слоев покрытия ЩМА-20 и ЩМА-20 + «ДАД-та» на пробном участке указаны в табл. 2.

Таблица 2

Параметры кернов, отобранных из готового покрытия

№ п/п	Образцы из покрытия	
	Средняя плотность г/см ³	Водонасыщение, %
	Не нормируется	от 1,0 до 3.5
	Без «ДАД-та»/с «ДАД-та»	
1	2	3
1	2,55/2,62	4,8/2,5
2	2,54/2,64	4,4/2,2
3	2,54/2,63	5,1/2,4
4	2,54/2,63	4,8/2,4

Заключение

По результатам проведенных исследований можно сформулировать следующие выводы:

- используя при приготовлении асфальтобетона энергосберегающую добавку «ДАД-та» становится возможным

значительно увеличить дальность возки асфальтобетонной смеси. Это происходит за счет влияния добавки на битумное вяжущее.

Технологическая температура материала снижается, однако это не влияет на качество уплотнения смеси;

- согласно проведенным исследованиям определено, что ПАВ добавка (например, «ДАД-та») позволяет снизить негативный эффект от возможной термической сегрегации, поскольку даже при снижении рабочей температуры материала на 20-40⁰С по сравнению с требуемой, участки смеси уплотняются достаточно эффективно и последствия температурной сегрегации компенсируются. Физико-механические показатели ЦМА-20 способны сохранять свои значения в нормируемых пределах.

Список литературы

1. Лупанов, А.П. Тёплые асфальтобетонные смеси с добавлением асфальтового гранулята / А.П. Лупанов, Н.В. Гладышев, В.В. Силкин, С.М. Дмитриев, И.О. Козиков // Дороги и мосты. – 2018. - № 39/1. - С. 298-308.
2. Шеховцова, С.Ю. Особенности технологии теплого асфальтобетона / С.Ю. Шеховцова, М.А. Высоцкая, В.С. Холопов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2017. - №2. - С.43-48.
3. ГОСТ 31015-2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия. М.: ГУП ЦПП, 2003. – 23 с.
4. ВСН 19-89. Правила приемки работ при строительстве и ремонте автомобильных дорог. Введ. 01.01.1991. – М.: Транспорт, 1990.
5. Справочная энциклопедия дорожника. Том 3. Дорожно-строительные материалы / под ред. Н.В. Быстрова. М.: Информавтодор. 2003, 1182 с.
6. Справочная энциклопедия дорожника. Том 9. Средства измерений и испытаний при строительстве, ремонте и содержании автомобильных дорог / под ред. Д.Г. Мепуришвили. М.: Информавтодор, 2009. 528 с.
7. Радовский, Б.С. Победа над сегрегацией. Прогресс технологии укладки асфальтобетона в США благодаря мобильным перегрузчикам смеси / Б.С. Радовский // Автомобильные Дороги. – 2012. - №9. - С. 48-56.
8. О применении тёплых асфальтобетонных смесей при минусовых температурах в дорожном строительстве [Электронный ресурс] // Федеральное

управление автомобильных дорог «Большая Волга» Федерального дорожного агентства. URL: <http://m5-ural.ru/?p=3112> (дата обращения: 06.05.2020).

References

1. Lupanov A.P., Gladyshev N.V., Silkin V.V., Dmitriev S.M., Kozikov I.O., *Dorogi i mosty*, 2018, no. 39/1, pp. 298-308.
2. Shekhovcova S.YU., Vysockaya M.A., Holopov V.S., *Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shuhova*, 2017, no.2, pp. 43-48.
3. Smesi asfal'tobetonnye i asfal'tobeton shchebenochno-mastichnye. Tekhnicheskie usloviya, GOST 31015-2002 (Bituminous stone mastic mixtures and stone mastic asphalt, Interstate Standart 31015-2002), Moscow, GUP CPP, 2003, 23 p.
4. Pravila priemki rabot pri stroitel'stve i remonte avtomobil'nyh dorog, VSN 19-89 (Acceptance rules of works during the highways construction and repair, Departmental Building Standards 19-89) Moscow, Transport, 1990, 49 p.
5. Bystrov N.V. *Spravochnaya enciklopediya dorozhnika. Tom 3. Dorozhno-stroitel'nye materialy* (Road builder reference encyclopedia. Volume 3. Road construction materials), Moscow, Informavtodor, 2003, 1182 p.
6. Mepurishvili D. G. *Spravochnaya enciklopediya dorozhnika. Tom 9. Sredstva izmerenij i ispytanij pri stroitel'stve, remonte i soderzhanii avtomobil'nyh dorog* (Measuring and testing instruments during highways construction, repair and maintenance), Moscow, Informavtodor, 2009, 528 p.
7. Radovskij, B.S. *Avtomobil'nye Dorogi*, 2012, no. 9, pp. 48-56
8. Using warm asphalt concrete mixtures at subzero temperatures in road construction, Federal Highway Administration "Big Volga" of the Federal Road Agency, available at: <http://m5-ural.ru/?p=3112>.

Рецензент: В.В. Силкин, канд. техн. наук, проф., МАДИ