

Чернов Сергей Анатольевич,
Chernov Sergey
Ассистент/ assistant,

Чирва Дмитрий Владимирович,
Chirva Dmitriy
старший преподаватель/ senior lecturer,

Леконцев Евгений Валерьевич
Lekontsev Evgeniy.
аспирант/graduate,

Ростовский государственный строительный университет
Rostov State University of Civil Engineering
E-Mail: S_a_chernov@rambler.ru

Влияние полимерно-битумного вяжущего на процессы колееобразования в верхних слоях покрытий автомобильных дорог

Influence of polymer-bitumen binder rutting on processes
in the upper surfaces of roads

Аннотация: Статья посвящена исследованиям влияния полимерных добавок и полимерно-битумных вяжущих на физико-механические свойства асфальтобетона. Особое внимание уделено процессам колееобразования и способам борьбы с ней.

The Abstract: The article deals with the influence of polymer additives and polymer bitumen binders on the physical and mechanical properties of asphalt concrete. Particular attention is given to rutting and ways to combat it.

Ключевые слова: Автомобильная дорога, полимерные добавки, полимерно-битумное вяжущее, асфальтобетон, битум, колееобразование, остаточная деформация.

Keywords: Road, polymer additives, polymer-bitumen binder, asphalt, bitumen, rutting, permanent deformation.

В последние 10 – 12 лет на автомагистралях крупных городов Российской Федерации с высокой интенсивностью движения транспорта все чаще стала появляться колея в крайних левых полосах покрытия, где в основном двигаются только скоростные легковые автомобили, в том числе с шипованными колесами в зимнее время. Такая колея крайне нежелательна с точки зрения безопасности дорожного движения, и борьба с этим дефектом покрытия превратилась в очень серьезную проблему для дорожной отрасли не только России, но и большинства стран Европы.

Второй серьезной причиной появления колеи на покрытиях российских автомобильных дорог является слабость их конструкций из-за возрастающих осевых нагрузок автомобилей и интенсивностям их движения. Такую колею можно обнаружить чаще всего по полосам перемещения тяжелого грузового транспорта, хотя она возможна и на других полосах

движения как часть общей колеи, возникающей также вследствие абразивного износа покрытия, пластических сдвигов и иных деформаций самого асфальтобетона.

Дорожные специалисты и ученые, разрабатывавшие в свое время теоретические и практические основы методики и инструкции по расчету, проектированию и конструированию нежестких дорожных одежд, полагали или предполагали, что земляное полотно, дорожное основание и покрытие будут работать только в упругой стадии без накопления пластических (остаточных) деформаций. Однако все слои и материалы дорожной конструкции фактически «отказались» от своей упругой участи и в реальной действительности ведут себя, в большинстве случаев, как упруго-вязко-пластические материалы и среды, постепенно накапливая остаточные деформации по законам циклической ползучести, что в итоге и оборачивается локальными неровностями покрытий, а по полосам наката — появлением колеи. Кстати, ведь даже у металла есть предел усталостной выносливости, и он тоже с течением времени накапливает пластические деформации.

Немалая доля остаточных деформаций накапливается непосредственно в верхних слоях асфальтобетонных покрытий и, поскольку, асфальтобетон является наиболее широко применяемым материалом при устройстве покрытий автомобильных дорог, изучению его свойств и поведения при воздействии реальных динамических нагрузок и температурных факторов необходимо уделять большое внимание. По этой причине ведется длительная исследовательская и практическая работа по поиску наиболее колееустойчивых типов и составов асфальтобетонных смесей, в том числе на разных вяжущих материалах.

Асфальтобетон представляет собой один из наиболее сложных строительных материалов. Эта сложность обусловлена, главным образом, особенностями его структуры, а также большой зависимостью свойств от многообразных факторов. Помимо температуры на свойства асфальтобетона большое влияние оказывают гранулометрический состав смеси, тип, сорт и качество битумного или иного вяжущего, качество уплотнения асфальтобетона в покрытии и т. д.

Если сегодня довериться огромному количеству экспериментальных данных, полученных при испытаниях разных гранулометрических типов асфальтобетонов на колееустойчивость, то своё явное преимущество демонстрируют многощелебнистые асфальтобетоны, которым и следует всегда отдавать предпочтение в практическом плане. Чем больше щебня в составе асфальтобетона, тем выше его колееустойчивость и сдвигоустойчивость.

Немецкие разработчики грансостава ЩМА вряд ли могли предположить несколько десятков лет назад, что их детище получит такое распространение в мировой практике XXI века и всеобщую дорожную славу. В России изначально ЩМА воспринимали как специальный асфальтобетонный материал, который предназначен в отдельных случаях устройства верхних слоев покрытия главным образом для борьбы с колеей [1].

Но по мере накопления опыта применения ЩМА на российских объектах отношение к нему становилось все более позитивным [2.3]. И сегодня многие дорожные специалисты считают его уже рядовым асфальтобетонным материалом с набором прекрасных показателей свойств и качеств, обеспечиваемых повышенным содержанием щебня и битума.

Однако, возможность образования на покрытии пластической колеи, во многом определяется не только гранулометрическим составом его минеральных материалов, но и битумным вяжущим, входящим неотъемлемой частью в полный состав асфальтобетона. Как правило, качество выпускаемых нефтеперерабатывающими заводами нефтяных дорожных вязких битумов не гарантирует их надежную работу в асфальтобетонных смесях и не отвечает современным требованиям строительства и эксплуатации дорог в России. По этой причине, для повышения прочностных, реологических и пластических свойств асфальтобетона вместо

вязкого дорожного битума целесообразней использовать полимерно-битумное вяжущее (ПБВ).

Основная цель введения полимера в битум – это понижение температурной чувствительности вяжущего, т.е. увеличение его жесткости летом и уменьшение зимой. Не менее важно, что при введении полимера в битум вяжущее приобретает эластичность – способность к восстановлению первоначальных размеров и формы после снятия нагрузки. Если эти цели достигнуты, то дорожно-строительный материал на основе ПБВ будет обладать повышенной устойчивостью против образования остаточных деформаций (колеи) летом, поперечных температурных трещин зимой и усталостной трещиностойкостью (выносливостью) при повторном изгибе [4,5].

За счет применения ПБВ в США и Канаде доля дорог в хорошем состоянии возросла с 40 – 43 до 75 – 80 %. Дорожники Австрии и Германии экспериментально зафиксировали сохранение основных прочностных и эксплуатационных качеств некоторых покрытий на ПБВ даже через 15 лет после их устройства. Особенно большой эксплуатационный эффект показывают асфальтобетоны на ПБВ в покрытиях тяжело и интенсивно нагруженных дорог типа автобанов. И неудивительно, что государственные органы стандартов стран Евросоюза обязали своих дорожников использовать ПБВ при устройстве на таких трассах как верхних, так и нижних слоев покрытий.

В настоящее время государственная компания «Российские автомобильные дороги» на объектах федеральных дорог, находящихся в ее подчинении, широко применяет асфальтобетонные смеси, содержащие в своем составе полимерно-битумные вяжущие или различного рода полимерные добавки [6,7].

В научно-исследовательской лаборатории был проведен анализ влияния различного рода полимерно-битумных вяжущих и полимерных добавок на физико-механические свойства горячих асфальтобетонных смесей (таблица 1 и 2).

Исходя из анализа полученных результатов можно сделать вывод о положительном влиянии полимерных добавок и полимерно-битумных вяжущих на физико-механические свойства щебенистых асфальтобетонных смесей. При этом повышается предел прочности при температуре 20 и 50 °С в среднем на 25-35 %, увеличивается коэффициент водостойкости и ряд других показателей.

Таблица 1

Физико-механические показатели щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей «ЩМА-15», содержащих в своем составе различного рода стабилизирующие и полимерные добавки

№ п/п	Наименование показателей	Требования ГОСТ 31015-2002 к ЩМА-15 для II, III ДКЗ	Требования ГОСТ 31015-2002 к ЩМА-15 для IV, V ДКЗ	Фактические показатели с добавкой			
				«Viatop 66» 0,45 % от массы мин. части	«КМА» 0,8-1,0 % от массы мин. части	«УНИРЕМ 001» 0,5-0,7 % от массы мин. части	«РТЭП» 0,3 % от массы мин. части
1	Плотность г/см ³	-	-	2,380	2,370	2,374	2,383
4	Водонасыщение, % по объему	1,0-4,0	1,5-4,0	1,98	3,0	2,96	2,48
5	Предел прочности при температуре 20 °С, не менее	2,2	2,5	3,77	4,20	4,18	4,55
6	Предел прочности при температуре 50 °С, не менее	0,65	0,70	1,07	1,80	1,41	1,51
7	Трещиностойкость- предел прочности на растяжение при расколе при 0°С	2,5-6,0	3,0-6,5	4,26	4,4	3,90	4,56
8	Сдвигоустойчивость по коэффициенту внутреннего трения, не менее:	0,93	0,94	0,94	0,94	0,95	0,94
9	Сдвигоустойчивость по сцеплению при сдвиге при температуре 50 °С, Мпа, не менее:	0,18	0,20	0,22	0,30	0,23	0,32
10	Коэффициент длительной водостойкости, не менее	0,85	0,75	0,89	0,82	0,87	0,89
11	Показатель стекания, не более	0,20	0,20	0,08	0,10	0,12	0,15

Таблица 2

Физико-механические показатели горячих плотных мелкозернистых асфальтобетонных смесей, типа А, I марки, содержащих в своем составе полимерные добавки

№ п/п	Наименование показателей	Требования ГОСТ 9128-2009 к а/б м/з типа А марки I для II,III ДКЗ	Требования ГОСТ 9128-2009 к а/б м/з типа А марки I для IV,V ДКЗ	Фактические показатели с добавкой			
				ТИП А, без добавок	«КМА» 0,3-1,0 % от массы мин. части	«УНИРЕМ-001» 0,5-0,7 % от массы мин. части	«РТЭП» 0,3 % от массы мин. части
1	Средняя плотность образца асфальтобетона, г/см ³	не норм.	не норм.	2,389	2,362	2,390	2,397
2	Предел прочности при сжатии при температуре 50 °С, Мпа, не менее:	1,00	1,10	1,27	2,60	2,56	2,64
3	Предел прочности при сжатии при температуре 20 °С, Мпа, не менее:	2,5	2,5	3,62	5,2	5,87	6,32
4	Предел прочности при сжатии при температуре 0 °С, Мпа, не более:	11,0	13,0	6,40	6,7	7,10	7,25
5	Водостойкость, не менее:	0,90	0,85	0,96	0,95	0,96	0,96
7	Сдвигоустойчивость по коэффициенту внутреннего трения, не менее:	0,87	0,89	0,90	0,92	0,92	0,92
8	Сдвигоустойчивость по сцеплению при сдвиге при температуре 50 °С, Мпа, не менее:	0,25	0,26	0,26	0,30	0,36	0,40
9	Трещиностойкость по пределу прочности на растяжение при расколе при температуре 0 °С и скорости деформирования 50 мм/мин, Мпа, не менее:	3,5-6,0	4,0-6,5	4,72	4,20	4,51	4,87
10	Водонасыщение, % по объему:	2,0-5,0	от 2,0 до 5,0	2,78	3,0	2,78	2,90

Для более детального изучения воздействия полимеров на щебенистые асфальтобетонные смеси были проведены исследования их влияния на процесс накопления остаточных деформаций в различных типах асфальтобетонов, результаты которых представлены на рисунках 1-6. Испытания проводились на специально разработанном лабораторном оборудовании под воздействием циклических нагрузок величиной 0,65 МПа с частотой приложения 15 Гц при температуре 60 °С. Количество приложений нагрузки в каждом из экспериментов составило порядка 700000.

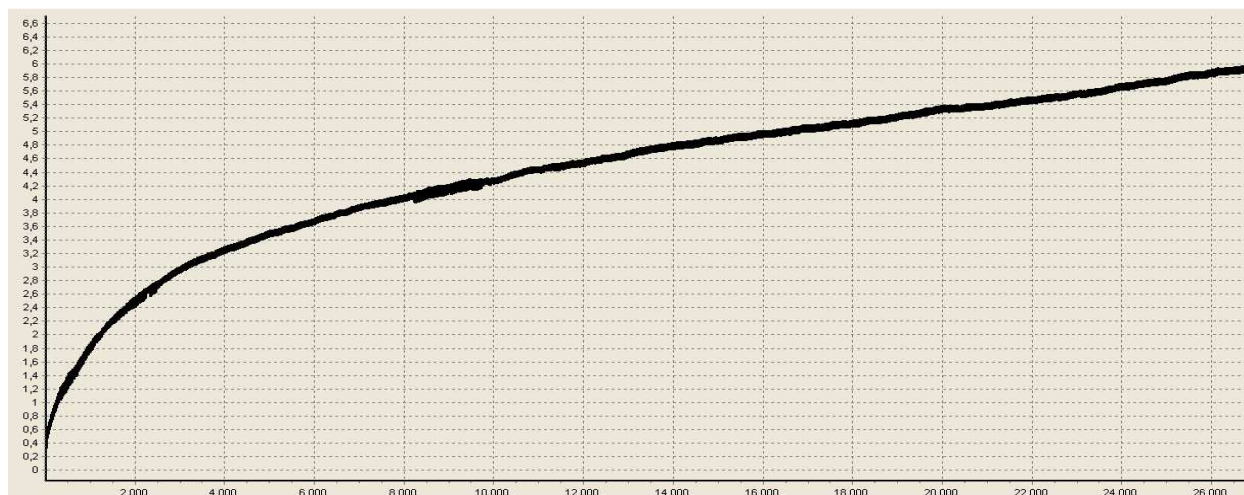


Рис. 1. График накопления остаточных деформаций в образце горячего плотного мелкозернистого асфальтобетона типа А, I марки

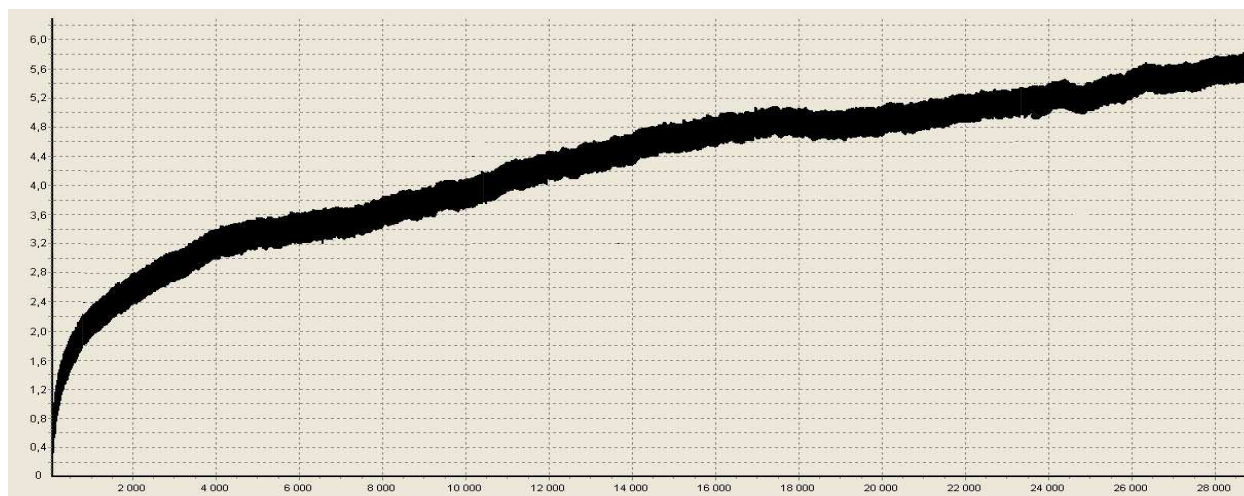


Рис. 2. График накопления остаточных деформаций в образце горячего плотного мелкозернистого асфальтобетона типа А, I марки с добавкой РТЭП

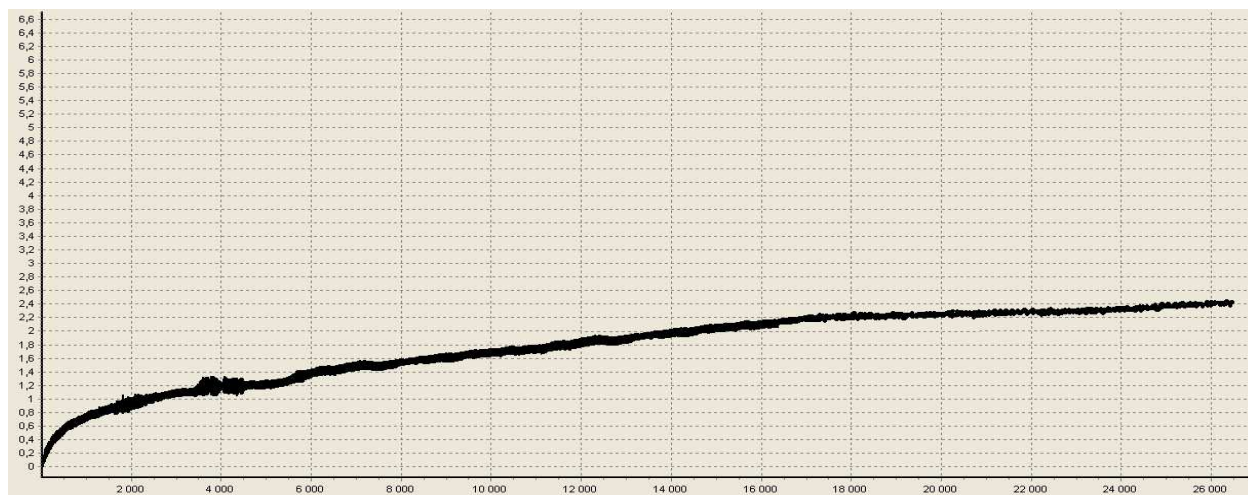


Рис. 3. График накопления остаточных деформаций в образце горячего плотного мелкозернистого асфальтобетона типа А, I марки с добавкой Унирем

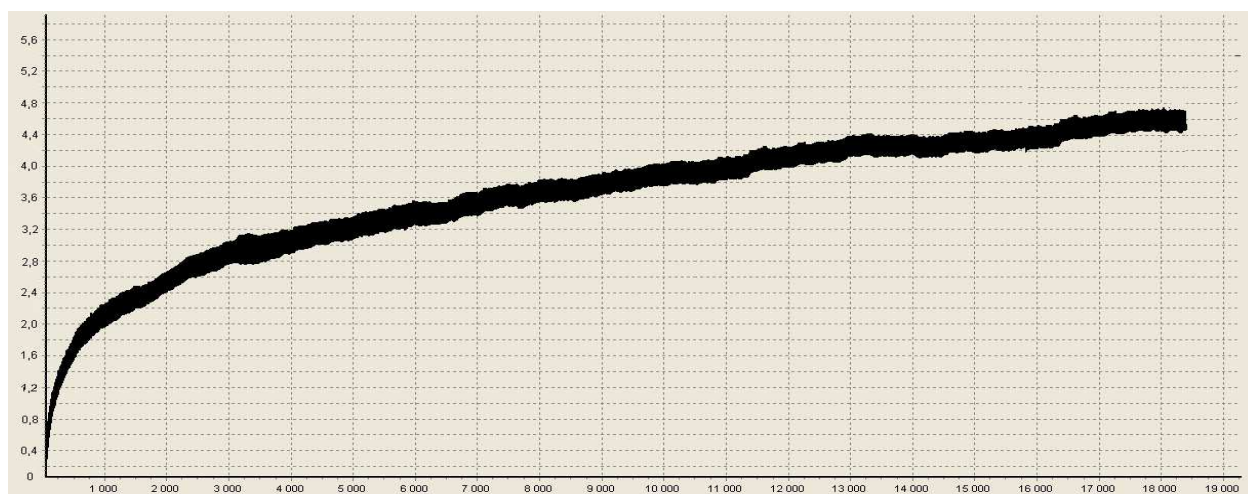


Рис. 4. График накопления остаточных деформаций в образце щебеночно-мастичного асфальтобетона с добавкой Viator

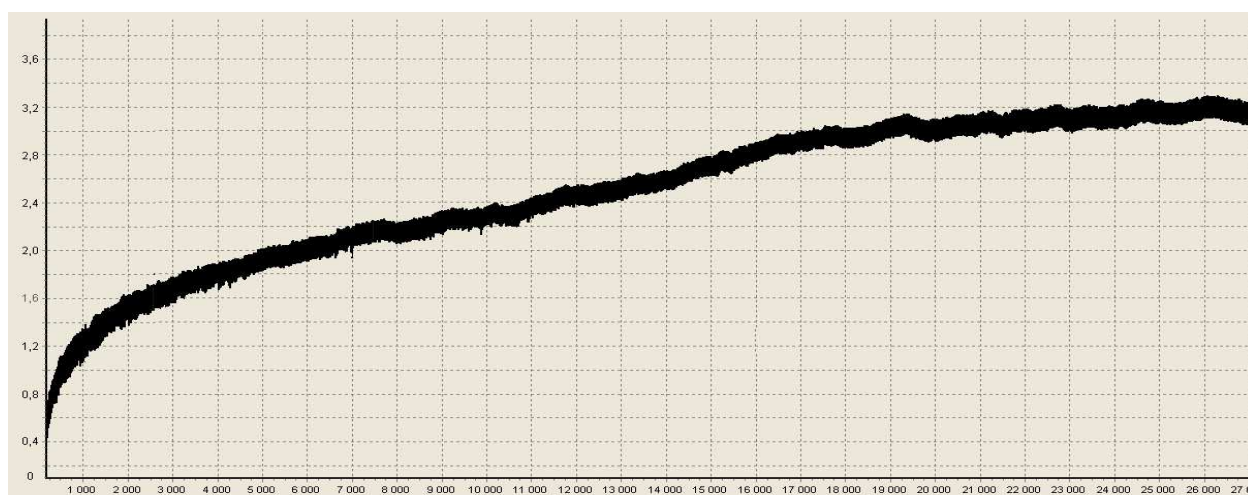


Рис. 5. График накопления остаточных деформаций в образце щебеночно-мастичного асфальтобетона с добавкой РТЭП

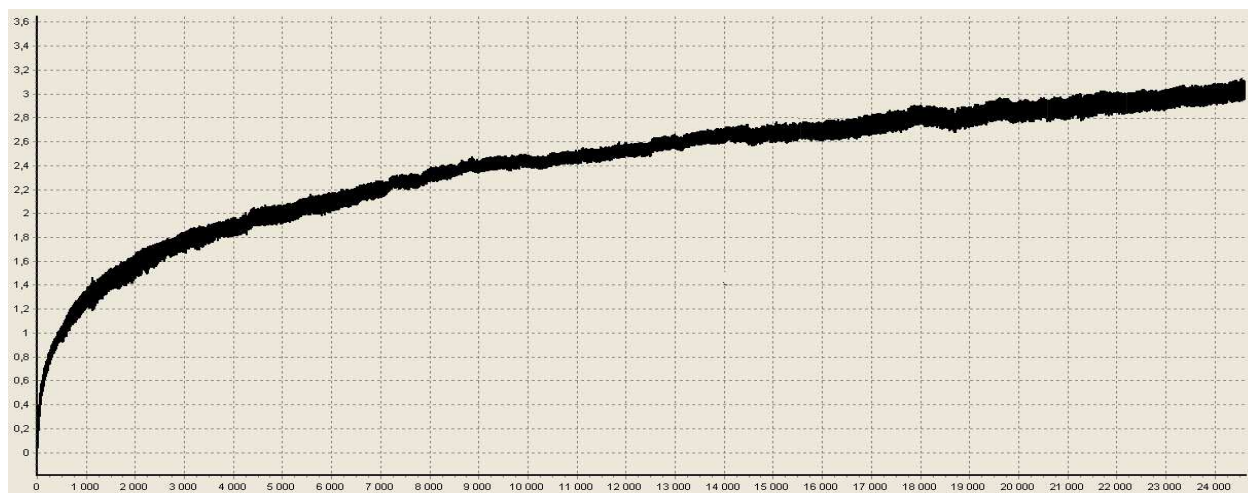


Рис. 6. График накопления остаточных деформаций в образце щебеночно-мастичного асфальтобетона с добавкой РТЭП+Форте

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

- применение ПБВ или полимерных модификаторов в составе щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесей, применяемых при устройстве верхних слоев покрытия, позволяет уменьшить глубину колеи в среднем в 1,5-1,6 раза по сравнению с асфальтобетоном на рядовом битуме (без ПБВ);
- в случае применения полимерных модификаторов в составе асфальтобетонов типа А их влияние на колееустойчивость еще более заметно (рис. 1-3) – величина остаточных деформаций уменьшается, в некоторых случаях, в 2,5 раза;
- кроме всего прочего, применение ПБВ или полимерных добавок в асфальтобетонных слоях дорожных конструкций, позволяет увеличить интервал их работоспособности, за счет повышения деформативной жесткости летом и усталостной выносливости при отрицательных температурах.

Подводя итог необходимо отметить, что применение полимерных добавок или вяжущих в составе асфальтобетонных смесей, позволяет уменьшить образование дефектов на покрытии и продлить срок «жизненного цикла» асфальтобетонных слоев. Однако, пока не будут повышены требования к исходным дорожно-строительным материалам, применяемым вяжущим и получаемым асфальтобетонам, учитывая не только действующие нормативные документы, но и зарубежный опыт, существенных улучшений ожидать не стоит. Для увеличения срока службы дорожных конструкций и улучшения качества строительства необходимо серьезно заняться разработкой новой нормативной базы на этапе проектирования дорожной конструкции, приготовления и укладки асфальтобетонных слоев, а также контроля качества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические рекомендации по устройству верхних слоев дорожных покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА) / ФГУП «Союздорнии». – М., 2002. – 36 с.
2. Арутюнов В., Кирюхин Г., Юмашев В. Первый опыт строительства покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона в России//Дороги РоссииXXI века. – 2002. – № 3. – С. 58-61.
3. Райнхольд Дитер. Щебеночно-мастичный асфальт // Автомоб. дороги. – 2002. – № 3. – С. 80.
4. Бонченко Г.А. Асфальтобетон. Сдвигоустойчивость и технология модифицирования полимером. –М. Машиностроение, 1994. -176 с.
5. Ковалев Я.Н. Капсулирование битума химически совместимой полимерной добавкой, свойства модифицированного вяжущего и асфальтобетона на его основе / Я.Н. Ковалев, В.Н. Романюк // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2007. – №1. – С. 29 – 31.
6. Дополнительные требования к минеральным материалам и асфальтобетонным смесям, применяемым при строительстве, реконструкции и ремонте автомобильных дорог Государственной компании «Автодор» – Утв. Распоряжением Государственной компании «Автодор» 22.12.2011 – № ИУ-69-р – 2 с.
7. Всемирная дорожная ассоциация. Технический комитет «Нежесткие дороги» (С8). Модифицированные битумные вяжущие, специальные битумы и битумы с добавками в дорожном строительстве / Пер. с франц. д.т.н. В.А. Золотарева, инж. Л.А. Беспаловой; Под общей ред. д.т.н. В.А. Золотарева, д.т.н. В.И. Братчуна. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2003. – 229 с.