

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УСТОЙЧИВОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ К ОБРАЗОВАНИЮ КОЛЕЙНОСТИ

Мишутин А.В., д.т.н., профессор,
Заволока М.В., к.т.н., профессор,
Твердохлеб А.Л., аспирант,

Одесская государственная академия строительства и архитектуры
mishutin52@ukr.net

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы повышения устойчивости асфальтобетонного покрытия к образованию колеи. Приведена классификация модифицирующих добавок, которые улучшают свойства битумов и асфальтобетонов для применения в дорожной практике Украины. Кроме отмеченных выше модифицирующих добавок для улучшения свойств асфальтобетонных смесей применяют стабилизирующие и армирующие волокна. Для практического применения предложен асфальтобетон повышенной стойкости к колеи (с максимальной крупностью щебня 20 мм) в качестве покрытия верхних слоев на автомобильных дорогах и мостах.

Ключевые слова: колеи, устойчивость, асфальтобетонное покрытие, полимерные добавки.

ФАКТОРИ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА СТІЙКІСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРИТТЯ ДО УТВОРЕННЯ КОЛІ

Мишутін А.В., д.т.н., професор,
Заволока М.В., к.т.н., професор,
Твердохліб О.Л., аспірант,

Одеська державна академія будівництва і архітектури
mishutin52@ukr.net

Анотація. У статті розглядаються питання підвищення стійкості асфальтобетонного покриття до утворення колійності. Наведена класифікація модифікуючих добавок, які покращують властивості бітумів і асфальтобетонів для застосування в дорожній практиці України. Крім зазначених вище модифікуючих добавок для поліпшення властивостей асфальтобетонних сумішей застосовують стабілізуючі і армуючі волокна. Для практичного застосування запропоновано асфальтобетон підвищеної стійкості до колійності (з максимальною крупністю щебеню 20 мм) в якості покриття верхніх шарів на автомобільних дорогах і мостах.

Ключові слова: колійність, стійкість, асфальтобетонне покриття, полімерні добавки.

INCREASING THE STABILITY OF ASPHALT CONCRETE COATING TO FORMATION OF RUTTING

Mishutin A.V., D.Sc., Professor,
Zavoloka M.V., PhD, Professor,
Tverdohleb A.L., graduate student,

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture
mishutin52@ukr.net

Abstract. The article considers the issues of increasing the stability of the asphalt-concrete coating to the formation of rutting. In recent years, the load on road surfaces has increased. It is

known that the quality of bitumen affects the properties of asphalt concrete, including the formation of rutting. Therefore, the use of additives for bitumen is effective.

The classification of modifying additives to improve the properties of bitumen and asphalt concrete is described. These additives are used in road construction in Ukraine. Also, stabilizing and reinforcing fibers are used to improve the properties of asphalt-concrete mixtures. Cellulose and synthetic fibers are most often used in asphalt concrete.

It was found that the use of asphalt concrete with a polymer modifier significantly increases the resistance of the coating to rutting. Such asphalt concrete most effectively increases the durability of the coating in combination with reinforcing meshes.

Asphalt concrete of increased resistance to rutting is proposed for practical use. This asphalt concrete is produced using crushed stone with a maximum size of 20 mm and can be used as a covering of the upper layers on highways and bridges.

Key words: rutting, stability, asphalt-concrete coating, polymeric additives.

Введение. В последние десятилетия проблема колеобразования на асфальтобетонных покрытиях автомобильных дорог и автодорожных мостов выходит на передний план среди всех остальных дефектов покрытия. Данный вид деформации снижает уровень безопасности движения на автомобильных дорогах, а также наносит значительный ущерб экономике страны. Это увеличивает стоимость автомобильных перевозок, снижает уровень потребительских характеристик, а также вызывает необходимость более частой замены покрытия на автомобильных дорогах. Возникновение колеи на дорогах приводит к снижению эффективности использования финансовых ресурсов, направляемых в дорожную отрасль, так как появляется необходимость проводить ремонт покрытия автомобильной дороги гораздо чаще, чем это предусмотрено нормативными документами. В настоящее время проектирование, строительство и эксплуатация мостовых сооружений должны обеспечивать их проектный срок службы не менее 100 лет [1]. В то же время, практика эксплуатации конструкций дорожной одежды мостового полотна проездной части в условиях Украины свидетельствует, что на дорожном покрытии появляются разрушение и деформации в таком количестве уже через 4..6 лет, когда последующие ремонты экономически нецелесообразны. Наличие повреждений на покрытии создает серьезные проблемы для основных несущих элементов мостовых сооружений. Кроме того, выполнение капитального ремонта конструкции дорожной одежды существенно осложняет условия дорожного движения [2-3].

Наиболее распространенным материалом дорожного покрытия является асфальтобетон. Поэтому для автодорожных мостов уже давно является актуальным задание по созданию таких составов асфальтобетонов, которые могли бы приближаться к проектной долговечности мостовых сооружений. Прежде всего, это связано с уменьшением расходов на ремонты, а также с необходимостью повышения безопасности и комфортности движения транспортных средств и уменьшением ремонтных вмешательств, которые часто приводят к заторам и авариям.

Анализ последних публикаций. Механические свойства асфальтобетонов характеризуют их способность обеспечивать долговечность материала дорожных покрытий под действием механических нагрузок от транспортных средств. В эксплуатационных условиях материал дорожного покрытия подвергается воздействию сжимающих, растягивающих, оползневых нагрузок. Обзор технической литературы Мозгового В.В., Кожушко В.П., Маляра В.В., Нечитайло Н.О., Гаркуша М.В., Петровича И.В. [3-8] показывает, что показатели прочности характеризуются граничными нагрузками, выше которых образец теряет свойство оказывать сопротивление внешним нагрузкам. При низких температурах образцы, достигшие минимальной прочности, изменяют структуру материала. При высоких температурах в материале образца под действием нагрузки появляются значительные пластические деформации без заметного трещинообразования на первом этапе разрушения.

Цель работы. Повышение стойкости (долговечности) асфальтобетонного покрытия и колееустойчивости на автодорогах и мостах за счёт применения стабилизирующих и армирующих добавок.

Основная часть. Образование колеи на автомобильных дорогах в большинстве случаев происходит по правой крайней полосе, где движение грузового транспорта наиболее

значительное. Это объясняется тем, что общая прочность дорожной одежды не соответствует современным осевым нагрузкам, так как большинство автомобильных дорог было запроектировано и построено в 50-60-е годы. Эти дороги были рассчитаны на осевую нагрузку в 6 т.с. на ось, что не соответствует современному составу движения, когда осевая нагрузка грузовых автомобилей достигает 11,5-13,0 тонн. В результате сложившейся ситуации на многих участках автомобильных дорог дорожная одежда не способна должным образом воспринимать и распределять нагрузку от воздействия современных грузовых автомобилей, в результате чего происходит деформация дорожной одежды в целом, которая на поверхности проявляется в виде колеи.

В тех же случаях, когда автомобильная дорога рассчитана на осевые нагрузки, приближенные к реальным, деформация основания происходит в незначительной степени или не происходит вовсе. Однако и в этом случае возможно колеобразование, но причиной уже являются деформации, происходящие в верхних слоях асфальтобетонного покрытия. Это отмечается и на участках дорог, где движение автомобильного потока транзитное и без участков резких остановок, колея здесь появляется за счет образования пластических деформаций от многократного приложения нагрузки. В статьях зарубежных ученых так же производится разделение процесса колеобразования на 3 типа колеи: абразивная, пластическая и колея по всей толщине. Как уже отмечалось ранее, колея образуется по всей толщине, если общая прочность дорожной одежды не соответствует фактическим нагрузкам, воздействующим на дорогу. В случае соответствия общей прочности дорожной одежды возникает проблема пластических деформаций на покрытии, а частным случаем образования колеи является абразивная или колея истирания.

Зная факторы, влияющие на образование того или иного типа колеи, можно воздействовать на них с целью сокращения колеобразования. Так, например, в случае образования абразивной колеи бороться с ней возможно применяя более износостойкий материал или административные меры, вводя штрафы за использование шипованной резины вне устанавливаемого разрешенного сезона их применения. Кроме того, при проектировании ремонта покрытия с укладкой новых слоев, рекомендуется применять асфальтобетон на каменных материалах с высокими показателями по истираемости и применение дополнительных слоев износа.

Для устранения пластической колеи различными исследователями рекомендуется применение многощебенистых плотных асфальтобетонов, а так же других видов асфальтобетона, обладающими высокими показателями сдвигоустойчивости и способностью сопротивляться накоплению остаточных деформаций. Так же для сокращения образования пластической колеи в ряде стран применяется армирование асфальтобетонного покрытия геосетками. Во многих странах Европы и Америки в качестве дополнительной меры при проектировании асфальтобетона для автомобильных дорог с высокой интенсивностью движения применяют так называемые методы испытания колесной нагрузкой. Упомянутые методы позволяют воссоздавать условия работы асфальтобетона в покрытии наиболее точно, тем самым эффективно оценивая его способность сопротивляться образованию колеи. В странах Евросоюза эти методы включены в Европейские нормы на проектирование асфальтобетона.

Многочисленными исследованиями было подтверждено, что применение таких методов позволяет прогнозировать поведение асфальтобетонов в реальных условиях эксплуатации и оценить свойства материала, которые затруднительно оценить при испытании однократной разрушающей нагрузкой. Таким образом, появляется возможность подобрать такой тип асфальтобетона, который будет наиболее устойчив к образованию колеи.

Во избежание образования колеи по всей толщине дорожной одежды необходимо ограничивать движение грузового транспорта с осевыми нагрузками, превышающими расчетные, а также при проектировании капитального ремонта или реконструкции проводить изыскания, направленные на установление реальной интенсивности и состава движения, помимо того, закладывать расчетные нагрузки, способные обеспечить работоспособность конструкции дорожной одежды наилучшим образом.

Однако, как правило, причина образования колеи является комплексной и можно

выделить лишь преобладающий фактор в процессе образования колеи. Для эффективной борьбы с колееобразованием необходимо учитывать все факторы и применять комплексные меры для предотвращения образования колеи. К ним относятся как совершенствование методов проектирования асфальтобетона и дорожной конструкции в целом, так и ограничение на движение транспорта с высокими осевыми нагрузками, а так же на использование шипованной резины.

Проблема применения традиционного дорожного битума для устройства асфальтобетонного покрытия, прежде всего, связанная с плохими показателями физико-механических свойств как битума, так и асфальтобетона, что влияют на долговечность дорожных покрытий по сравнению с битумами и асфальтобетоном, в составе которых используют модифицирующие добавки, улучшающие их свойства. К основным негативным особенностям поведения и характеристик дорожных битумов, которые требуют улучшения, специалисты относят:

- повышенная жесткость и хрупкость при низких температурах, что приводит к преждевременному образованию температурных трещин при колебаниях температуры и к трещинам от усталости при действии транспортных нагрузок;
- сниженная жесткость при высоких температурах, что приводит к накоплению остаточных деформаций при действии транспорта в виде колеи, сдвигов, наплывов;
- старение битума за счет окисления и полимеризации при действии кислорода воздуха и солнечной радиации, которая приводит к повышению жесткости, хрупкости и усадке и сопровождается интенсивным растрескиванием. Кроме того, при окислении битума часто образуются водорастворимые соединения, которые смываются водой из поверхности минеральных частиц асфальтобетона, обнажая их поверхность, которая непременно сопровождается лущением и выкрашиванием асфальтобетона;
- недостаточная прочность сцепления битума с поверхностью минеральных частиц асфальтобетона, который сопровождается ухудшением его водо- и морозоустойчивости с образованием на поверхности асфальтобетонного покрытия лущения, выкрашивания, ямочности, выбоин;
- значительная затрата дорожно-строительных материалов и других ресурсов на ремонты и устранения дефектов на асфальтобетонном покрытии, которое часто не приводит к позитивным результатам, ухудшая ровность и эстетичный вид дорожного покрытия.

Практика последних лет показала, что все эти недостатки дорожного битума и асфальтобетона помогает устранять улучшение их свойств полимерами в сочетании с другими видами модификаторов в виде адгезионных добавок, пластификаторов, антиоксидантов, армирующих материалов в виде микроволокон, макросеток и др.

С целью систематизации данных о модифицируемых добавках (руководитель ГОСДОРНИИ С.В. Кищинский) при сотрудничестве с ХНАДУ (руководитель В.А. Золотарев) и НТУ (руководитель В.В. Мозговой) разработан справочно-методический документ «Классификация модифицирующих добавок, улучшающих свойства битумов и асфальтобетонов» для применения в дорожной практике Украины. В нем приведены модификаторы для улучшения свойств битумов и асфальтобетонов, наиболее эффективно направлено изменяющие структуру и (или) физические и механические (адгезионные, когезионные, реологические, прочностные, деформативные и тому подобное) их свойства. Они классифицируются по таким признакам, как: назначение, химический состав, структурные особенности, физико-механические и технологические свойства, особенности влияния на дорожные материалы, производительность и тому подобное. Классификация включает такие структурные единицы: классы, группы, типы, виды, разновидности, марки. Классификация модифицирующих добавок представлена следующими классами: адгезионные, полимерные, структурирующие и ингибиторы старения. Кроме модифицирующих добавок в классификации представлены также стабилизирующие и армирующие волокна.

К адгезионным добавкам отнесены такие добавки, которые влияют на процессы взаимодействия битума с каменными материалами и обеспечивают крепкую связь (сцепление) между ними. Они повышают водостойкость асфальтобетона, уменьшают опасность образования на покрытиях лущения, выбоин и ям.

Сегодня в дорожном строительстве в роли адгезионных добавок применяют определенные виды поверхностно-активных веществ (ПАВ). ПАВ адсорбируются на границы деления двух фаз битума и каменного материала, влияют на физико-механические свойства их поверхностей и тем самым обеспечивают прочное сцепление между двумя материалами. Схема классификации адгезионных добавок (ПАВ) приведена на рис. 1. (табл. 1).

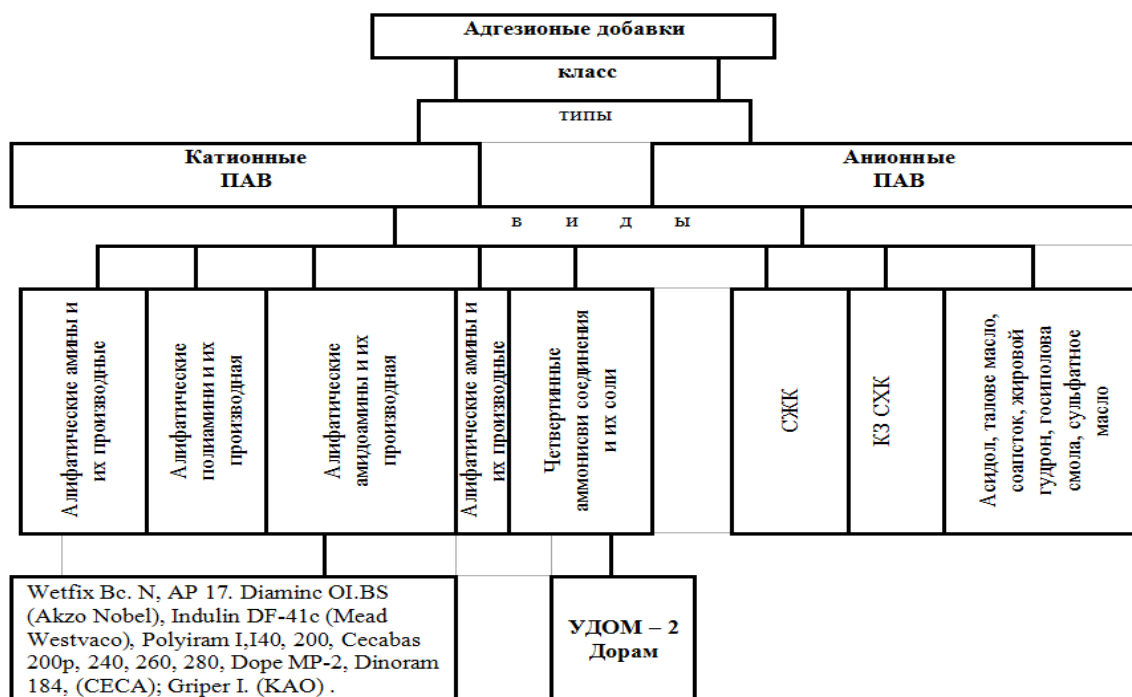


Рис. 1. Схема классификации адгезионных добавок

Модификация битумов катионными поверхностно-активными веществами обеспечивает рост их адгезионной активности по отношению к поверхности минеральных материалов с кислых горных пород. Основным критерием выбора эффективных поверхностно-активных веществ и их оптимального содержания в битуме является показатель сцепления пленки модифицированного битума с поверхностью минерального материала, который будет использоваться для приготовления асфальтобетонных смесей или устройства поверхностной обработки. Индекс термостабильности является важным критерием, который необходимо учитывать при выборе ПАВ, поскольку битумы из ПАВ разных производителей могут иметь одинаково высокие значения показателя сцепления с поверхностью стеклянных пластин и минеральных материалов и, одновременно, быть недостаточно термостабильными. Результаты экспериментальных исследований подтверждают, что при одинаковых значениях показателя сцепления с поверхностью стеклянных пластин, битум с исследованными ПАВ отличается по значению индекса термостабильности в 1,4-4,5 раза, и в 1,02-1,50 раза по величине показателя адгезионной активности. Среди исследованных добавок высокие значения показателя сцепления с поверхностью стеклянных пластин, индекса термостабильности и показателя адгезионной активности свойственны битуму из ПАВ «Адбит-Р» и «Stardop», что свидетельствует об их высокой эффективности. Другие исследованные ПАВ являются менее эффективными по критерию термостабильности. При этом им свойственны высокие значения показателя сцепления с поверхностью стеклянных пластин.

К полимерным добавкам относятся вещества, которые состоят из макромолекул, в которых многократно и структурно разнообразно повторяются звенья одного и того же мономера или разных мономеров. Применение добавок этого класса повышает сопротивление асфальтобетонов действию транспортных нагрузок, уменьшает их температурную чувствительность и, как следствие, предотвращает образование на покрытиях колеи, сдвигов. Кишинским С.В. [3] была предложена схема классификации

Таблица 1 – Свойства битума с добавками ПАВ

№	Название и содержание ПАВ	Свойства битума				
		Пенетрация при температуре 25 °С, мм ⁻¹	Температура размягчения, °С	Дуктильность при температуре 25 °С, см	Показатель сцепления %	Температура хрупкости, °С
1	БНД 60/90	71	50	61	17	-19
2	БНД 60/90+0,1% Stardop	71	51	>100	34	-19
3	БНД 60/90+0,2% Stardop	66	51	>100	78	-19
4	БНД 60/90+0,3% Stardop	64	51	>100	88	-19
5	БНД 60/90+0,4% Stardop	63	51	>100	100	-19
6	БНД 60/90+0,1% Wetfix	77	50	>100	78	-20
7	БНД 60/90+0,2% Wetfix	78	51	>100	82	-20
8	БНД 60/90+0,3% Wetfix	77	51	>100	90	-19
9	БНД 60/90+0,4% Wetfix	77	51	>100	100	-19
10	БНД 60/90+0,1% Interlene in 400-S	66	51	>100	66	-21
11	БНД 60/90+0,2% Interlene in 400-S	66	51	>100	68	-21
12	БНД 60/90+0,3% Interlene in 400-S	65	51	>100	72	-21
13	БНД 60/90+0,4% Interlene in 400-S	65	51	>100	87	-21
14	БНД 60/90+0,1% Interlene in 400-S1	62	50	>100	93	-20
15	БНД 60/90+0,2% Interlene in 400-S1	62	50	>100	96	-20
16	БНД 60/90+0,3% Interlene in 400-S1	61	50	>100	98	-21
17	БНД 60/90+0,4% Interlene in 400-S1	61	50	>100	100	-21
18	БНД 60/90+ 0,1% Interlene PE-31	63	50	>100	31	-18
19	БНД 60/90+ 0,2% Interlene PE-31	63	50	>100	80	-19
20	БНД 60/90+0,3% Interlene PE-31	62	50	>100	98	-19
21	БНД 60/90+0,4% Interlene PE-31	62	51	>100	100	-19
22	БНД 60/90+0,1% Адбит-Р	66	50	>100	50	-18
23	БНД 60/90+0,2% Адбит-Р	66	50	>100	76	-18
24	БНД 60/90+0,3% Адбит-Р	65	50	>100	98	-18
25	БНД 60/90+0,4% Адбит-Р	65	50	>100	100	-18

полимерных добавок и схема классификации структурирующих добавок (рис. 2, 3, табл. 2).

Исследованные щебеночно-мастичные асфальтобетоны (ЩМА) на основе БНД60/90 отличаются по показателям колееустойчивости. Модификация битума термопластичным эластомером «Kraton D 1101», катионов латексом «Butonal NS 198» и низкомолекулярной структурирующей добавкой «Licomont BS100» обеспечивает рост его температуры размягчения и, соответственно, прочности и устойчивости ЩМА к накоплению пластических деформаций. По уровню повышения путей устойчивости ЩМА низкомолекулярной структурирующей добавкой «Licomont BS100» и катионов латексом «Butonal NS 198» характеризуются практически одинаковой эффективностью. По критериям устойчивости ЩМА к кругу образования из всех исследований наиболее эффективным является термоэластопласт «Kraton D 1101». При 2% содержании исследованных добавок в составе битума обеспечивается практически одинаковая колееустойчивость ЩМА-20. Увеличение в составе битума содержания любой исследованной добавки до 3% достаточно умеренно сказывается на росте колееустойчивости ЩМА.

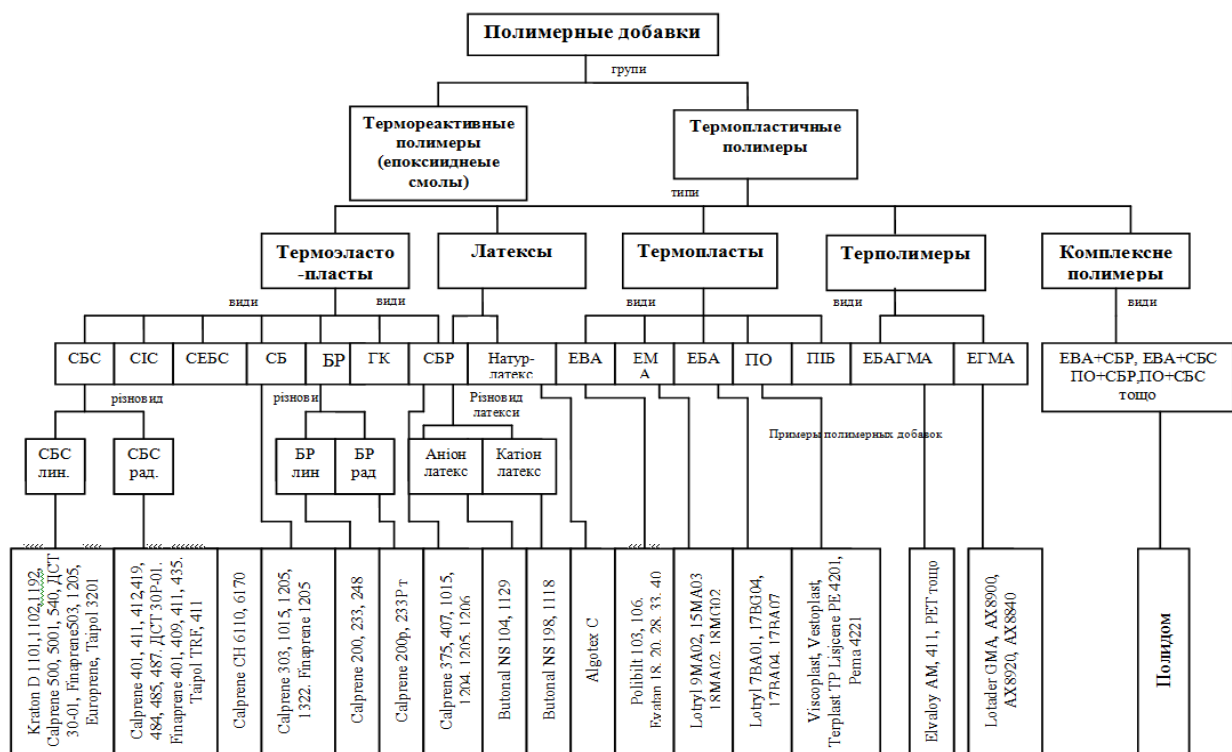


Рис. 2. Схема классификации полимерных добавок



Рис. 3. Схема классификации структурирующих добавок

Полимерные добавки разделяются на две группы: термореактивные и полимеры термопласты.

Термореактивные полимеры – это полимеры, которые необратимо отвердевают при определенных условиях (нагревании, смешивании с реагентами-твердения). Их макромолекулы имеют трехмерную структуру, которая обуславливает неизменность свойств материала под воздействием температуры.

Полимеры термопласты – это полимеры, которые способны многократно переходить от твердого к текущему состоянию и наоборот под действием температуры. Их применение нуждается в повышении температуры приготовления и укладки асфальтобетонных смесей на 10-20 °С. Выпускаются в виде гранул, крошек, порошка и жидких латексов.

Таблица 2 – Физико-механические свойства ЩМА-20 на основе битума, модифицированного Licomont BS100, Butonal NS 198 и Kraton D 1101

Наименование показателя	ЩМА-20 на БНД 60/90	ЩМА-20 на БНД 60/90 +2% Licomont BS100	ЩМА-20 на БНД 60/90 +3% Licomont BS100	ЩМА-20 на БНД 60/90 +2% Butonal NS 198	ЩМА-20 на БНД 60/90 +3% Butonal NS 198	ЩМА-20 на БНД 60/90 +2% Kraton D 1101	ЩМА-20 на БНД 60/90 +3% Kraton D 1101
Водонасыщения, % по объему	2,5	2,0	2,0	2,3	2,2	2,2	2,1
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре: 20 °С, 50 °С,	2,2 0,7	2,9 0,8	3,0 0,9	3,0 0,8	3,60 0,9	3,0 0,9	3,5 1,0
Коэффициент внутреннего трения	0,94	0,94	0,94	0,94	0,95	0,94	0,94
Сцепление при сдвиге при температуре 50 °С, МПа	0,16	0,24	0,26	0,19	0,21	0,18	0,21
Предел прочности на растяжение при расколе при температуре 0 °С, МПа	4,4	4,6	5,0	4,7	5,0	4,8	5,0
Водостойкость при длительном водонасыщении	0,90	0,91	0,95	0,91	0,95	0,93	0,94
Показатель стока вяжущего	0,06	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04
Содержание вяжущего, %	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5

К структурирующим добавкам отнесены низкомолекулярные органические соединения и химические реагенты. Они повышают вязкость и теплостойкость битумов при сохранении их низкотемпературных характеристик и расширяют температурный интервал работоспособности битумов. К ингибиторам старения отнесены добавки, которые замедляют процессы старения битумов, то есть способствуют сохранению стабильности химического состава и физико-механических свойств вяжущего под воздействием технологических температур и погодноклиматических факторов.

Ингибиторы старения разделяются на группы: антиоксиданты, пластификаторы.

Антиоксиданты замедляют или блокируют реакции окисления, которые протекают при нагревании и (или) контакте вяжущего с воздухом, и является основной причиной старения битума. Пластификаторы снижают вязкость дисперсионной среды (масел и смол), снижают количество структурных элементов в единице объема битума асфальтенов и, таким образом, “омолаживают” вяжущее. Схема классификации ингибиторов старения приведена на рис. 4. Кроме отмеченных выше модифицирующих добавок для улучшения свойств асфальтобетонных смесей применяют стабилизирующие и армирующие волокна. Они выполняют двойную функцию: благодаря способности удерживать битум они предотвращают стекание вяжущего с поверхности минерального материала и, таким образом, препятствуют расслоению смеси во время хранения и транспортировки, повышают прочность, колеестойкость и жесткость асфальтобетонных покрытий.

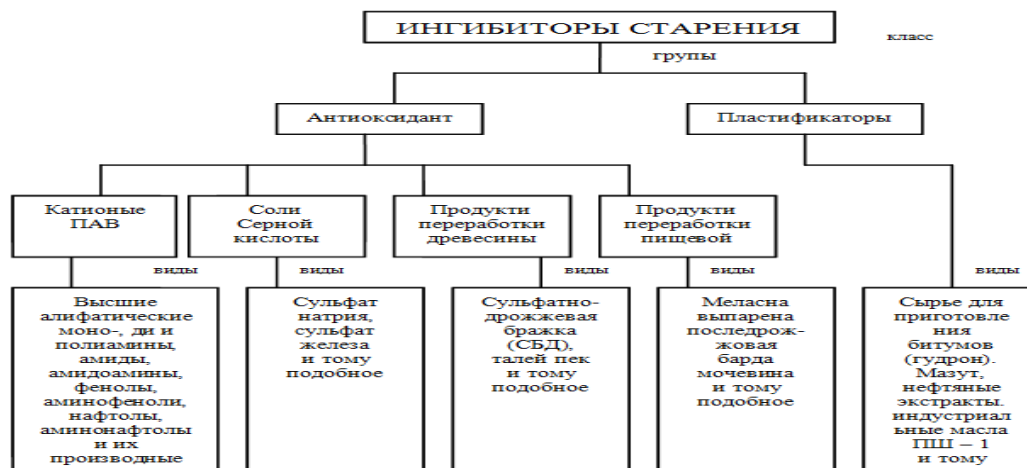


Рис. 4. Схема классификации ингибиторов старения

Волокна применяют в технологиях устройства верхних слоев дорожных одежд из асфальтобетонных смесей: дернующих, холодных литых, щебеночно-мастиковых (ЩМА), а также для устройства ультратонких слоев из асфальтобетона. Схема классификации волокон приведена на рис. 5 [3].

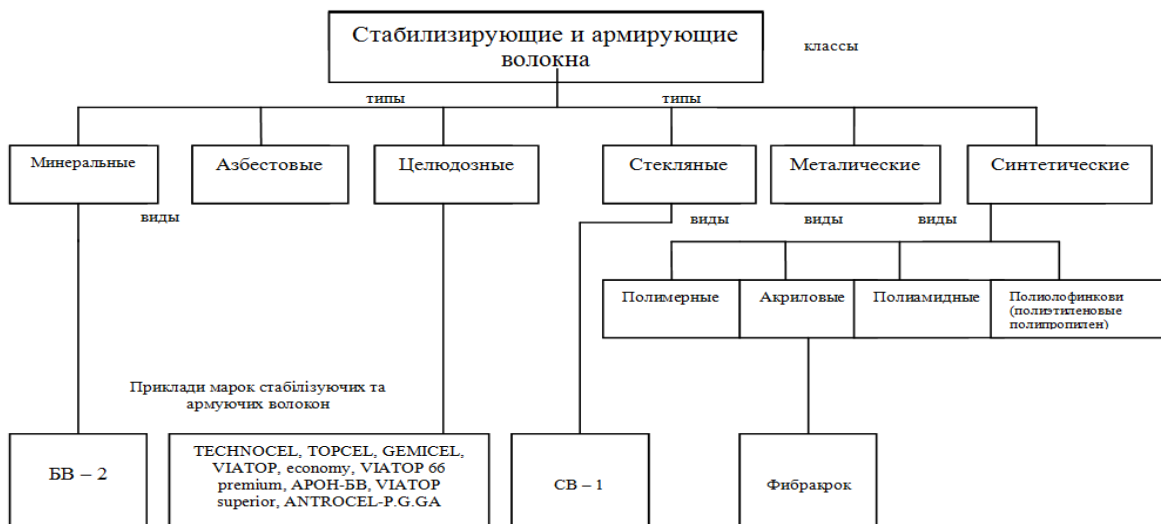


Рис. 5. Схема классификации стабилизирующих и армирующих добавок

Наиболее распространены целлюлозные и некоторые синтетические волокна, которые имеют наивысшую битумоудерживающую способность. Минеральные и целлюлозные волокна выполняют главным образом стабилизирующую роль; стеклянные и синтетические стабилизирующие и армирующие; металлические – преимущественно армирующие [3].

Эффективность применения для повышения стойкости (долговечности) асфальтобетонного покрытия к колебаниям на автомобильных дорогах и мостах как отдельных добавок, так и их комплексного использования и, особенно, в комбинации с армированием макросетками, необходимо проверять лабораторными испытаниями и результатами расчетов оценки долговечности дорожного покрытия. Исследования показали, что применение теоретических положений оценки поврежденности асфальтобетонного покрытия одновременно от действия транспорта и колебаний температуры с учетом термовязкоупругих свойств материалов дает возможность количественно и качественно оценивать влияние современных материалов и технологий на долговечность покрытия [9-14].

Выводы и перспективы дальнейших исследований. На основании проведенного анализа можно делать выводы, что использование полимерасфальтобетона приводит к существенному увеличению стойкости покрытия к колебаниям. Особенно ощутимой эффект увеличения долговечности дает применение полимер-асфальтобетонного покрытия в

комбинации с армирующими сетками [14-15]. Таким образом, существует целесообразность и возможность применения материалов и технологий, направленных на повышение долговечности и колееустойкости асфальтобетонного покрытия. Как показывает практика, для повышения стойкости асфальтобетонного покрытия к образованию колеи на автомобильных дорогах и мостах, рекомендовано использовать в верхних слоях асфальтобетон с максимальной крупностью щебня 20 мм, а также применять ЩМА. Однако, остается много еще неизученных вопросов относительно количественных данных о влиянии технологии приготовления материалов и выполнения работ, конструктивных решений, вида и состава конкретных модифицирующих добавок. Также не полностью исследовано, как на колееустойкость асфальтобетонного покрытия будет влиять реакционная способность многих полимеров, используемых в качестве модификаторов для битумов.

Литература

1. ДБН В.2.3-14:2006 Мости та труби. Правила проектування (Частина 1). – Київ, 2006. – 217 с.
2. Лукин Н.П. Проблемы строительства и эксплуатации автодорожных мостов Украины / Н.П. Лукин // Вестник ХГАДТУ (ХАДИ). – Харьков. – 1995. – №2. – С. 52-54.
3. Мозговой В.В. Пути обеспечения сдвигоустойчивости асфальтобетонного покрытия мостов и путепроводов / В.В. Мозговой, А.Н. Онищенко, С.В. Кищинский // Ассоциация исследователей асфальтобетона. – 2010. – С. 129-143.
4. Аксьонов С.Ю. Теоретичні аспекти проектування асфальтобетонних шарів дорожнього одягу заданої довговічності / С.Ю. Аксьонов, М.В. Гаркуша // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – Київ, НТУ, 2013. – Випуск №90. – С. 57-63.
5. Петрович І.В. Армування дорожніх одягів при реконструкції автомобільних доріг у м. Дніпропетровськ / І.В. Петрович // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – Київ, НТУ, 2013. – Випуск №90. – С. 66-73.
6. Нечитайло Н.О. Основні принципи оцінки зсувостійкості асфальтобетонних шарів / Н.О. Нечитайло // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – Київ, НТУ, 2013. – Випуск №89. – С. 87-92.
7. Кожушко В.П. Химико-технологические аспекты добавок системы «Релаксол» на грунтоминеральную композицию / В.П. Кожушко, Н.В. Грано // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – Київ, НТУ, 2013. – Випуск №84. – С. 64-71.
8. Маляр В.В. Прогнозирование модуля упругости асфальтобетона с использованием реологической модели Виткача / В.В. Маляр // Автомобільні дороги і дорожнє. – Київ, НТУ, 2013. – Випуск №84. – С. 72-79.
9. Дворкін Л.Й. Гідротехнічні та дорожні бетони. Навчальний посібник / Л.Й. Дворкін, О.Л. Дворкін, В.С. Дорофеев, А.В. Мішутін // Одеса: Евен, 2012. – 214 с.
10. Онищенко А.М. Теоретичні та практичні дослідження ресурсу асфальтобетонного покриття на залізобетонних транспортних спорудах: монографія / А.М. Онищенко, М.П. Кузьмінець, В.Ф. Невінгловський, М.В. Гаркуша // К.:НТУ, 2015. – 341 с.
11. Радовский Б.С. Проблемы механики дорожно-строительных материалов и дорожных одежд / Б.С. Радовский // ООО «ПолиграфКонсалтинг». – Киев, 2003. – 259 с.
12. Мозговой В.В. Научные основы обеспечения температурной трещиностойкости асфальтобетонных покрытий: Дис. ... докт. техн. наук: 05.22.11. – К., 1996. – 406 с.
13. Радовский Б.С. Вязкоупругие характеристики битума и их оценка по стандартным показателям / Б.С. Радовский, Б.Б. Телтаев // Алматы: «Білім», 2013. – 152 с.
14. Золотарев В.А. Дорожные асфальтобетоны. Избранные труды. Том 3 / 1-е изд. – Санкт – Петербург: Славутич, 2015. – 184 с.
15. Жданюк В.К. Підвищення колієстійкості асфальтобетонних покриттів нежорсткого дорожніх одягів / В.К. Жданюк, С.А. Чугуєнко, О.О. Воловик, Д.Ю. Костін // Автошляховик України. – 2010. – Випуск №5. – С. 29-32.

Стаття надійшла 16.10.2017