

**ВЫБОР АДГЕЗИОННЫХ ДОБАВОК ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТИ БИТУМА**

Канд. техн. наук **А.И. Траутвайн**,
д-р техн. наук, проф. **В.В. Ядыкина**,
аспирант **Д.В. Землякова**
(Белгородский государственный
технологический университет им. В.Г. Шухова)
Контактная информация: trautvain@bk.ru;
d.zemlyakova@beldorstroy.ru;
+7(4722)54-90-44;
+7(920)555-94-07;
+7(904)-085-38-52

В статье приведены результаты изучения влияния процессов старения битума на показатель адгезии в присутствии ряда адгезионных добавок.

Ключевые слова: битум, адгезионная добавка, термостабильность битума, старение.

В асфальтобетоне битум является и вяжущим, и гидроизолирующим материалом. При этом работоспособность битумного вяжущего во многом зависит от прочности при повышенных температурах (теплостойкости), эластичности при отрицательных температурах (морозостойкости), сопротивления сжатию, удару, разрыву под воздействием движущегося транспорта, сохранения в течение длительного времени первоначальных реологических характеристик, а также сцепления с поверхностью минеральных материалов.

Используемые в дорожном строительстве нефтяные битумы характеризуются разнообразием состава и сложностью химической структуры, которые зависят как от природы нефтяного сырья, так и от технологии его переработки. Не редко применяемые в России битумы в силу подверженности процессам окисления при производстве не позволяют обеспечить необходимое качество по показателю сцепления с кислыми каменными материалами. Кроме того, асфальтобетонные покрытия работают в условиях агрессивного воздействия воды (дождь, талый снег), длительность и интенсивность которого зависит от климатических условий региона. Одним из вариантов повышения эксплуатационных свойств асфальтобетона является модификация битума путем увеличения адгезии вяжущего к каменным материалам. Это возможно

за счет использования адгезионных добавок, способствующих усилению адсорбционных и хемосорбционных процессов на границе раздела фаз «битум – минеральный материал».

Адгезия битума – это прочность его прилипания к скелетообразующим материалам органоминерального композита. Показателем величины адгезии является способность битума удерживаться на поверхности каменного материала под воздействием агрессивной среды, имитируемой кипячением в воде в течение определенного периода времени. Важно учесть, что ГОСТом 22245-90 «Битумы нефтяные дорожные вязкие» не предъявляются необходимые требования к оценке качества адгезии битума с каменными материалами.

Приготовление горячей битумо-минеральной смеси на практике производится путем перемешивания битума с каменным материалом при 160-170 °С. При этих температурах происходит взаимодействие тонкого слоя битума с кислородом воздуха, приводящее к интенсивному старению битума. Реологические характеристики битума после кратковременного воздействия высоких температур при объединении с каменным материалом изменяются значительно больше, чем после последующего многолетнего нахождения в составе дорожного покрытия при температурах не более 70 °С. Процесс старения – это результат сложных структурных и химических превращений, происходящих в результате воздействия на материал различных факторов, в том числе механических нагрузок [1].

Недостатком некоторых типов поверхностно-активных веществ (ПАВ) является потеря ими функциональных свойств при высоких температурах [2] в процессе подготовки битума. В связи с этим, авторами статей [3-5] была выполнена оценка термостабильности наиболее часто вводимых в битум ПАВ. Для моделирования технологических условий проводилось стандартное испытание: выдерживание битума в тонком слое при температуре 163 °С в течение 5 ч. Согласно полученным данным, принятый режим приводит к снижению адгезионных свойств чистого битума в 1,8 раз и несущественно снижает интенсивность взаимодействия в системе «модифицированный битум – минеральный материал». При этом наиболее высокие показатели адгезии до и после старения вяжущего с гранитом были получены при его модификации такими добавками, как Дорос АП, Амдор-10, Техпрогресс-1, Секабаз, Амдор-9 и ДАД-1 [4, 5].

Существует несколько методик определения адгезии битума к минеральным материалам. Наиболее распространенным методом является качественный (визуальный) метод определения, согласно ГОСТу 11508-74. В соответствии с его требованиями производили оценку сцеп-

ления исходного и модифицированного битума с каменным материалом. При этом на первом этапе работы выполняли оценку влияния адгезионных поверхностно-активных веществ на показатель адгезии битума, а затем оценивали термостабильность модифицированного вяжущего.

В ходе исследования использовали следующие материалы:

- отсев дробления гранита Павловского карьера фракции 2,5 мм;
- битум марки БНД 60/90 Рязанской нефтеперерабатывающей компании;
- присадки: Амдор-10, Адгезол 3-тд, ДАД-1, Evotherm. На основании паспортных данных производителя вышеперечисленные добавки в битум вводились в количестве, представленном в **табл. 1**.

Таблица 1

Концентрация адгезионных добавок в битуме

<i>Наименование добавки</i>	<i>Амдор-10</i>	<i>Адгезол 3-тд</i>		<i>ДАД-1</i>	<i>Evotherm</i>
<i>Концентрация добавки, % по массе вяжущего</i>	1	1	1,2	0,8	0,4

Адгезионные добавки широко применяются для производства асфальтобетона как модификатор [6-12], улучшающий свойства нефтяного битума и повышающий эффективность его сцепления с каменными материалами различных фракций и происхождения, что положительно влияет на качество асфальтобетонной смеси и конечного композита - асфальтобетона.

ЗАО «АМДОР» была осуществлена разработка и организован промышленный выпуск нескольких марок адгезионных присадок. В последние годы наиболее широкое применение нашли адгезионные присадки Амдор-9 и Амдор-10 [13, 14].

По заявлению производителя данных добавок для большинства используемых битумов и минеральных материалов, в том числе тех, поверхность которых заряжена отрицательно, эффективная концентрация присадок по массе битума находится в интервале 0,2-0,5%. При этом обеспечивается сцепление на уровне контрольного образца №1 при испытании по ГОСТу 11508-74.

Адгезионная присадка Амдор-10, являющаяся усовершенствованным аналогом присадки Амдор-9, характеризуется меньшей вязко-

стью и более низкой температурой потери текучести (до $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$), что позволяет использовать ее в условиях пониженных температур. Наиболее важным фактором эффективности адгезионной присадки Амдор-10 является улучшение свойств асфальтобетонных смесей, приготовленных на основе битумов с присадкой.

Кроме того, по мнению разработчиков добавки, адгезионная присадка Амдор-10 отличается технологичностью, сохраняет свои модифицирующие свойства при введении в битум при температуре до $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ и времени смешивания при данной температуре до 72 ч.

Научно-производственное предприятие «БАЗИС», специализирующееся на производстве и поставках материалов для строительства, ремонта и содержания покрытий автомобильных дорог, предлагает продукцию Адгезол 3-тд – добавку для снижения температуры укладки асфальтобетона. Производитель добавки рекомендует применять ее при производстве горячих асфальтобетонных смесей на существующем оборудовании асфальтобетонного завода (АБЗ). При этом использование добавки Адгезол 3-тд позволит снизить температуру уплотнения смеси на $30\text{-}40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Процесс ввода добавки прост и аналогичен процессу введения жидкой адгезионной добавки. Добавка Адгезол 3-тд в количестве 1-1,5% от массы битума может вводиться непосредственно в линию горячего битума АБЗ или в рабочую емкость горячего битума. При этом применение присадки Адгезол 3-тд позволяет не только снизить температуру производства горячих смесей, но и продлить дорожно-строительный сезон, увеличить расстояние перевозки смеси, снизить энергоемкость, улучшить пластичность асфальтобетона при низких температурах.

В 2005 г. компанией «Селена» был организован промышленный выпуск адгезионной добавки ДАД-1. Добавка была разработана в рамках НИОКР, выполнявшихся НПО «Синтез ПАВ» в течение 5 лет путем изучения различных партий адгезива (более 20 вариантов) и варьирования состава сырья и технологических факторов. По утверждению представителей производственной лаборатории компании «Селена», благодаря замене исходного синтетического сырья на возобновляемое натуральное сырье, образующееся при переработке растительных масел, удалось получить универсальную, экологически чистую адгезионную добавку, содержащую анионные и катионные функциональные группы, что позволяет улучшать сцепление битума независимо от состава горной породы и ее происхождения [15].

Рекомендуемая к применению концентрация ДАД-1 составляет 0,3-0,8% по массе битума, в то время как сопоставимые по цене отече-

ственные аналоги применяются в концентрации 0,6-1,2%, зарубежные же аналоги стоят в несколько раз дороже. Сочетание возможности снижения дозировки и низкой рыночной стоимости продукта делают его более привлекательным по сравнению с конкурентами.

Присадка Evotherm (производства Асфальтовой инновационной компании) – эмульсиобразное модифицирующее вещество с химическими добавками в своем составе. Благодаря высокой адгезии эта композиция помогает асфальтобетону образовывать устойчивое сцепление со щебнем даже при наличии влаги. Следует отметить, что Evotherm также способствует смачиванию каменного материала битумом, повышая технологичность и уплотняемость асфальтобетонной смеси.

Использование добавки Evotherm позволяет выпускать асфальтобетон при температуре на 50 С ниже относительно традиционной температуры приготовления горячих асфальтобетонных смесей. Рекомендуемые производителем температуры приготовления асфальтобетона при использовании добавки Evotherm составляют 115-130 °С, укладки – 110-125 °С, уплотнения – 105-115 °С. Допускается снижение указанных температур соответственно до 98, 92 и 90 °С. Рекомендуемое содержание добавки составляет 0,4% от массы битума. При этом ее необходимо вводить в разогретый до 150-165 °С битум и перемешивать в течение 30 мин.

Эффективность применения вышеперечисленных добавок для интенсификации процессов взаимодействия на границе раздела фаз «битум – каменный материал» проиллюстрирована фотоснимками образцов битумоминеральных смесей после кипячения (**рис. 1**).

Согласно представленным фотоснимкам, сцепление исходного битума с минеральным материалом является неудовлетворительным. После кипячения битумоминеральной смеси в течение 30 мин. значительная часть битума отделилась от поверхности каменного материала. По мнению авторов статьи, это вызвано низким качеством исходного битума, что подтверждает необходимость применения адгезионных добавок для получения асфальтобетона с высокими физико-механическими характеристиками.

В соответствии с **рис. 1**, увеличение показателя адгезии наблюдается при использовании таких добавок, как Амдор-10, ДАД-1 и Evotherm. Битумоминеральные смеси с указанными добавками после кипячения соответствуют контрольному образцу №1 согласно ГОСТу 11508-74.

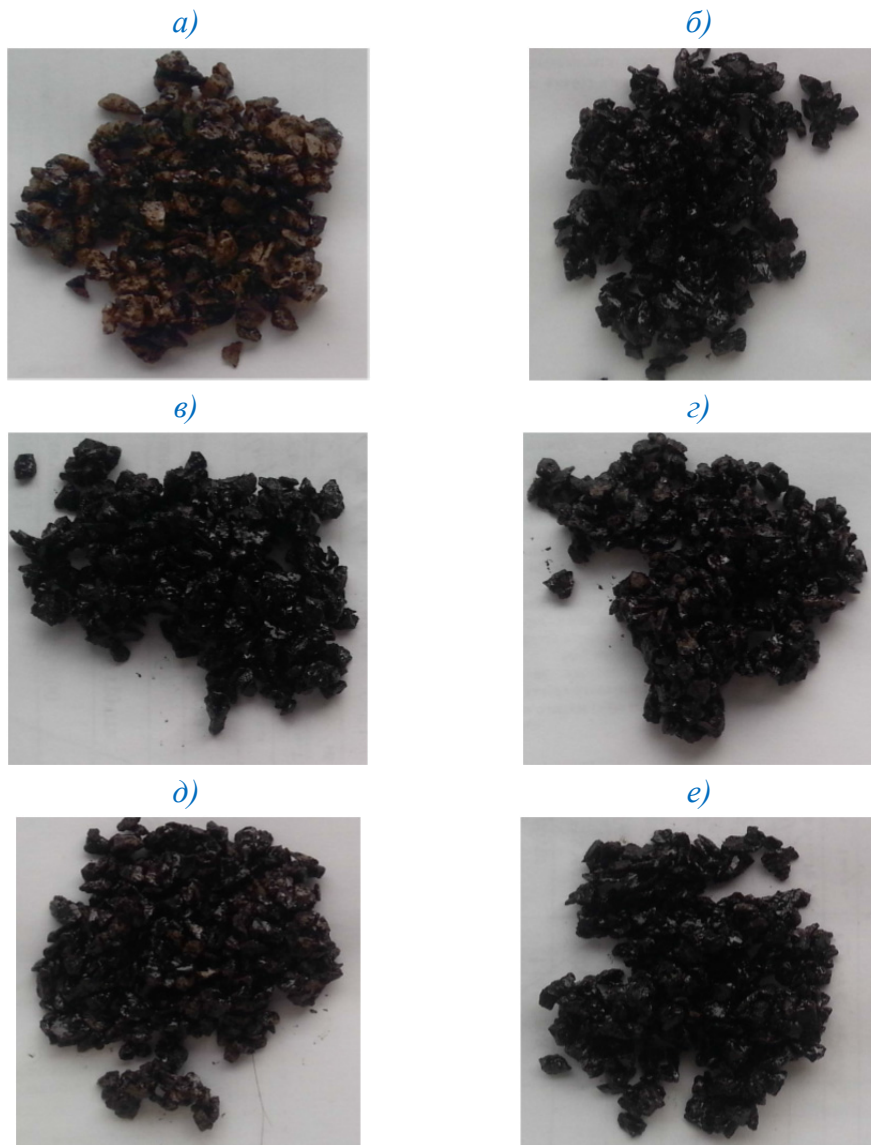


Рис. 1. Влияние исследуемых добавок на показатель адгезии битума:

- а) исходный битум;*
- б) битум, модифицированный добавкой ДАД-1;*
- в) – «– Амдор-10;*
- г) – «– Адгезол 3-тд (1%);*
- д) – «– Адгезол 3-тд (1,2%);*
- е) – «– Evotherm*

Применение Адгезола 3-тд при различной концентрации не привело к значительному увеличению показателя сцепления битума с минеральным материалом по сравнению с другими добавками. Вероятно, это может быть связано с недостаточным количеством в их составе активных полярных групп в результате использования некачественного сырья для их производства.

Одним из основных условий применения адгезионных ПАВ является улучшение смачиваемости минерального материала битумным вяжущим и увеличение сцепления битума с минеральным материалом. Однако с технологической точки зрения их применение требует тщательного соблюдения температурного режима и однородности перемешивания.

Известно, что смешение компонентов асфальтобетонной смеси на практике производится путем перемешивания битума с каменным материалом при температурах 160-170 °С. При этом происходит взаимодействие тонкого слоя битума с кислородом воздуха, приводящее к интенсивному старению битума. Реологические характеристики битума после кратковременного воздействия высоких температур при объединении его с каменным материалом изменяются значительно, чем после 19-ти лет эксплуатации в составе материала дорожного покрытия, температура которого не превышает 70 °С [1]. Кроме того, известно, что недостатком некоторых типов ПАВ является их низкая термостабильность [16]. Поэтому было целесообразно изучить склонность исходного битума к старению, а также влияние адгезионных добавок на температурную деградацию модифицированного вяжущего.

Оценку склонности битумов к старению осуществляли по ГОСТу 18180 [17]. Принятые интервалы определения изменений показателя адгезии битума в процессе старения составили 5, 10 и 15 ч термостатирования образцов вяжущего. Результаты представлены на **рис. 2-4**.

По полученным результатам можно сделать следующие выводы. В процессе состаривания исходного битума не наблюдается существенного изменения показателя адгезии (**рис. 2-4**).

Прогрев битума с адгезионными присадками Адгезола 3-тд различных концентраций (**рис. 2-4 г**), а также Evotherm (**рис. 2-4 е**) в течение 5, 10 и 15 ч способствовал постепенному снижению величины адгезии по отношению к гранитному отсеvu. Однако даже после 15 ч термостатирования образцов модифицированного битума не зафиксировано существенного снижения адгезионных свойств вяжущего вещества по сравнению с исходным битумом.

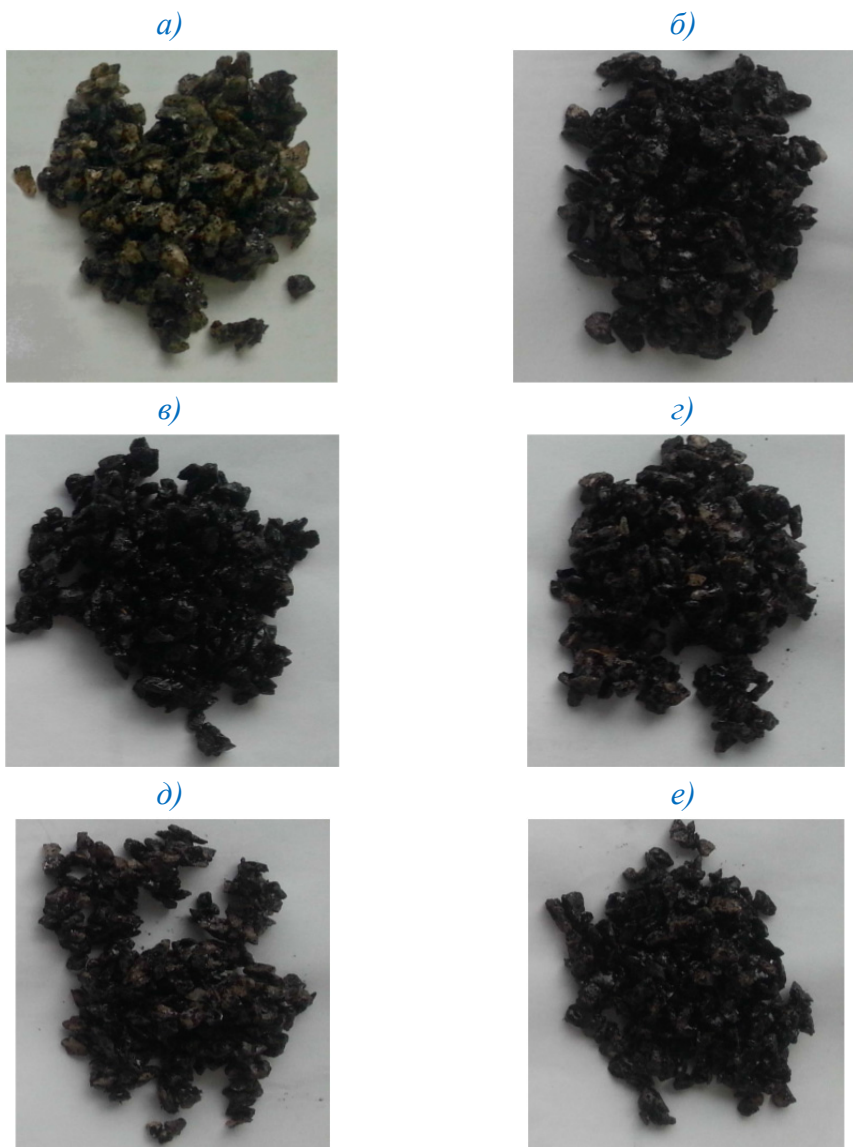


Рис. 2. Интенсивность сцепления вяжущего с каменным материалом после 5 ч старения:

- а) исходный битум;*
- б) битум, модифицированный добавкой ДАД-1;*
- в) – «– Амдор-10;*
- г) – «– Адгезол 3-тд (1%);*
- д) – «– Адгезол 3-тд (1,2%);*
- е) – «– Evotherm*

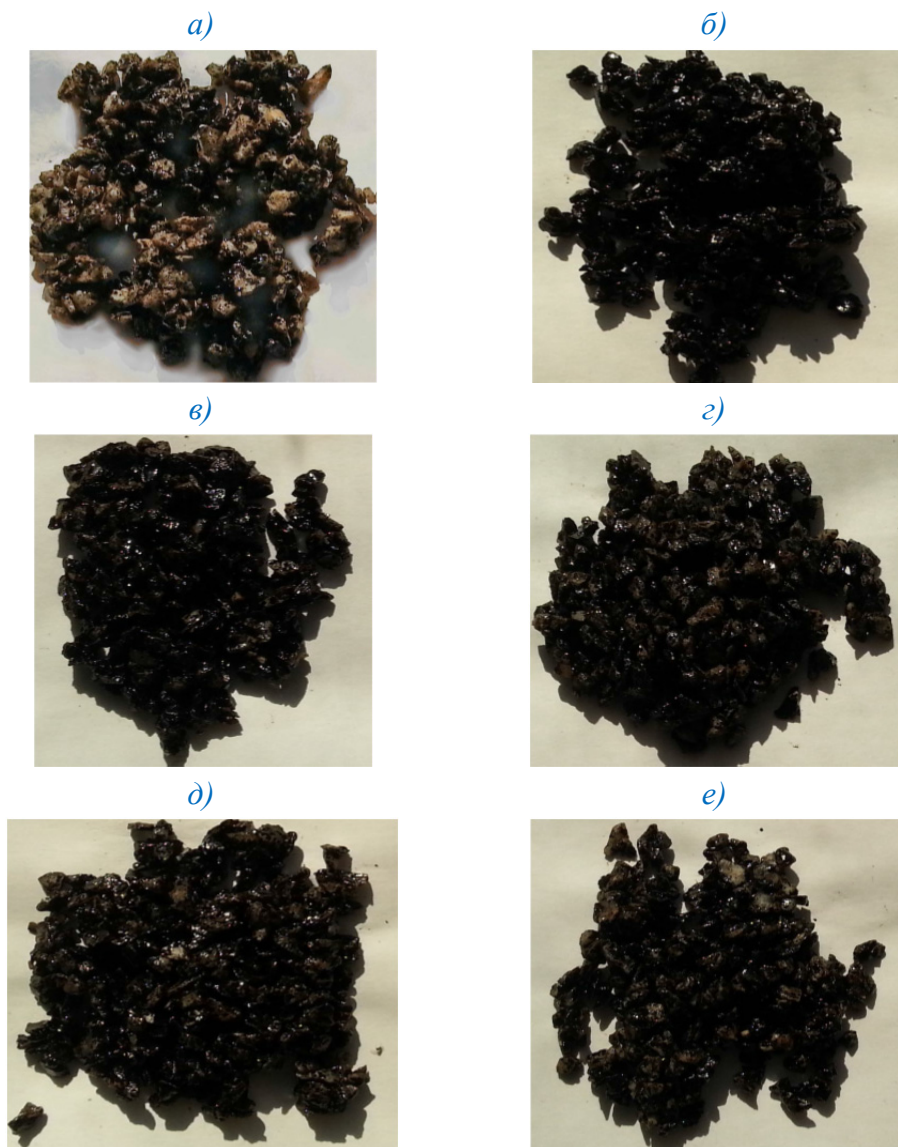


Рис. 3. Интенсивность сцепления вяжущего с каменным материалом после 10 ч старения:

- а) исходный битум;*
- б) битум, модифицированный добавкой ДАД-1;*
- в) – «– Амдор-10;*
- г) – «– Адгезол 3-тд (1%);*
- д) – «– Адгезол 3-тд (1,2%);*
- е) – «– Evotherm*

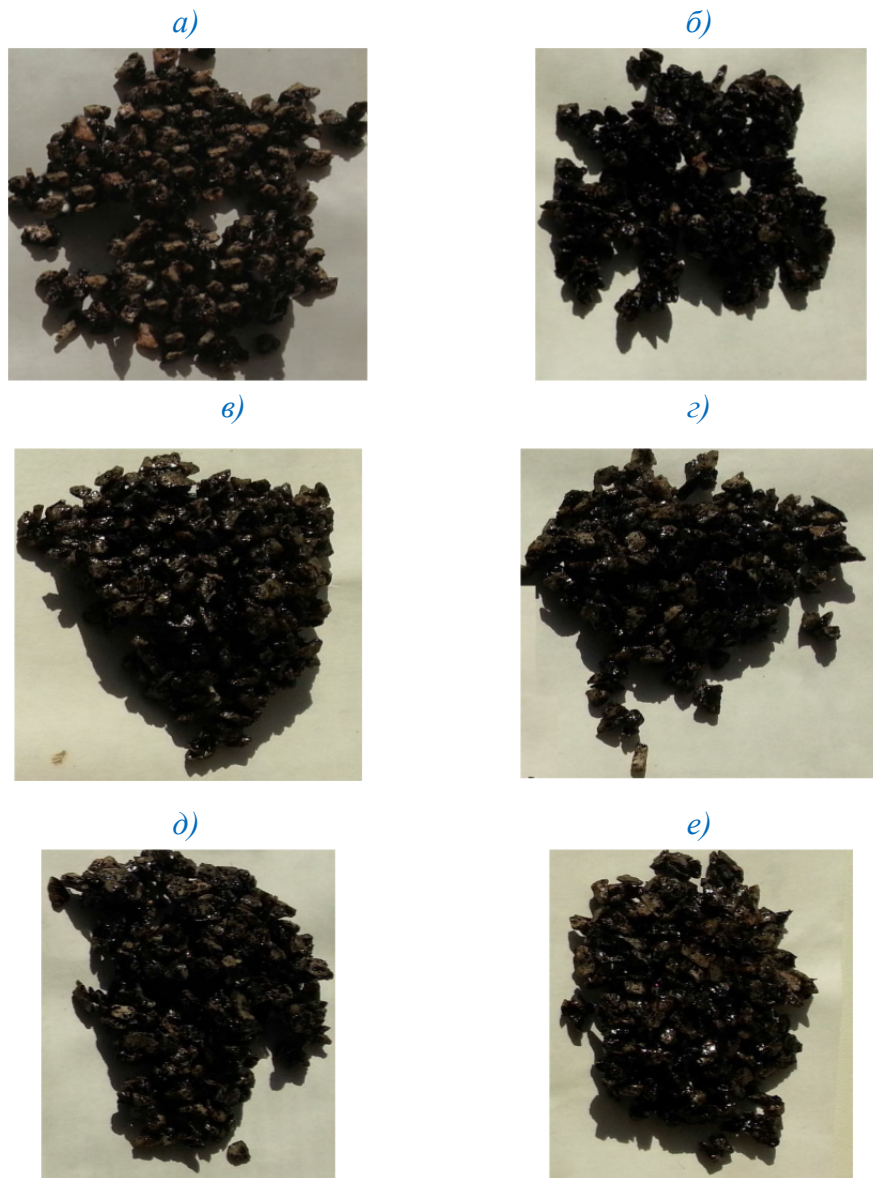


Рис. 4. Интенсивность сцепления вяжущего с каменным материалом после 15 ч старения:

- а) исходный битум;*
- б) битум, модифицированный добавкой ДАД-1;*
- в) – «– Амдор-10;*
- г) – «– Адгезол 3-тд (1%);*
- д) – «– Адгезол 3-тд (1,2%);*
- е) – «– Evotherm*

Важно отметить, что Evotherm относится к добавкам комплексного действия: во-первых, она повышает адгезию вяжущего к каменному материалу; во-вторых, позволяет снижать температуру приготовления асфальтобетонной смеси на 20-30 °С. Поэтому производитель этой добавки рекомендует уменьшать температуру асфальтобетонной смеси с 145-155 °С до 115-135 °С. Выдерживание присадки Evotherm в битумном котле при рабочей температуре (115-135 °С) не привело к снижению ее адгезионных свойств [18]. Исходя из этого, можно сделать вывод, что изучение устойчивости битума в присутствии данной добавки при температуре 163 °С является нецелесообразным.

Битум с добавкой Амдор-10 не претерпел существенных изменений при прогреве в тонком слое в течение 10 ч и обладал наибольшей термостабильностью. Показатель адгезии может быть охарактеризован контрольным образцом №1 (рис. 3 в). Дальнейшее выдерживание образца при температуре 163 °С привело к снижению адгезии (рис. 4 в).

Битум, модифицированный добавкой ДАД-1, заметно теряет адгезионные свойства после 10 ч прогрева при температуре 163 °С (рис. 3 б), дальнейшее выдерживание образца в сушильном шкафу не привело к изменению данного показателя.

Таким образом, можно заключить, что использование рассматриваемых адгезионных добавок, приводит к более интенсивному взаимодействию битума с каменным материалом. Это проявляется в улучшении показателя адгезии всех образцов модифицированного битума и подтверждает эффективность использования исследуемых адгезионных присадок. По результатам определения устойчивости модифицированного битума к длительному воздействию высоких температур исследуемые добавки можно расположить в следующей последовательности, начиная с наиболее термоустойчивой: Амдор-10, ДАД-1, Адгезол 3-тд и Evotherm.

Необходимо также обратить внимание на то, что при прогреве в статичном состоянии, согласно российскому стандарту – ГОСТ 18180, на поверхности пробы может возникать тонкий слой битума, значительно изменившего свои свойства, в то время как основной объем пробы из-за отсутствия взаимодействия с воздушной средой не отразит влияние процессов старения.

В рамках программы «Superpave» (США) было разработано два метода определения старения битума. Первый из них – метод RTFOT (Rolling Thin Film Oven Test, т.е. «вращение тонкой пленки в печи») предназначен для моделирования процессов старения битума на технологических этапах (в США метод нормирован стандартами AASHTO T420 и ASTM D2872), а второй – PAV (Pressure Aging Vessel,

т.е. «сосуд для старения под давлением») – для моделирования старения битума в период эксплуатации покрытия автомобильной дороги. Этот метод нормируется в США стандартом AASHTO R28. В странах ЕС и в РФ метод не применяется [19].

Главной особенностью этих методик является то, что при испытании вяжущий материал непрерывно нагревается и обдувается воздухом, что препятствует образованию поверхностной пленки, замедляющей старение. При прогреве же в статическом положении по ГОСТу 18180 на поверхности пробы может возникать тонкий слой битума, значительно изменившего свои свойства, в то время как основной объем пробы не претерпит заметных изменений из-за отсутствия взаимодействия с воздушной средой.

Поэтому, по мнению авторов, методики RTFOT и PAV позволяют получать более объективную картину влияния негативных процессов старения битума на его показатели свойств во время приготовления горячих асфальтобетонных смесей и укладки их в покрытие.

ВЫВОДЫ

1. Анализ результатов, свидетельствует о положительном влиянии исследуемых добавок на показатель сцепления битума с каменным материалом, причем наибольший эффект достигается при использовании ДАД-1, Амдор-1, Evotherm.
2. Анализ склонности битумов к старению в соответствии с ГОСТом 18180 показал, что в присутствии Адгезола 3-тд различных концентраций, а также Evotherm при термостатировании модифицированного вяжущего в течение 5, 10 и 15 ч наблюдается постепенное снижение величины адгезии к каменному материалу. Битум, модифицированный добавкой ДАД-1, заметно теряет адгезионные свойства уже после 10 ч прогрева при температуре 163 °С. Наиболее термостабильным является битум с добавкой Амдор-10, поскольку не происходит его существенных изменений при прогреве в тонком слое.
3. В настоящее время назрела необходимость в гармонизации нормативной документации, регламентирующей методики оценки старения битумов, с зарубежными аналогами, позволяющими полностью имитировать процессы, происходящие в дорожном покрытии при определенных климатических условиях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колбановская А.С. Дорожные битумы / А.С. Колбановская, В.В. Михайлов. – М.: Транспорт, 1973. – 264 с.
2. Худякова Т.С. Сравнительный анализ эффективности адгезионных добавок разных марок / Т.С. Худякова // Дорожная держава. – 2008. – №6. – С. 66-69.
3. Соломенцев А.Б. Использование азотосодержащих адгезионных ПАВ в органических вяжущих и в асфальтобетоне / А.Б. Соломенцев // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2002. – №2. – С. 24-26.
4. Ядыкина В.В. Изменение сцепления битума с минеральным материалом при старении в присутствии адгезионных добавок / В.В. Ядыкина, А.И. Траутвайн, Е.А. Лукаш, З.Д. Черкашина // Сборник статей и докладов ежегодной научной сессии Ассоциации исследователей асфальтобетона. – М.: Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2012. – С. 30-35.
5. Кудряшов П.А. Исследование термостабильности адгезионных добавок / П.А. Кудряшов, В.Г. Гермашев, В.А. Мартынов // Сборник докладов ежегодной научной сессии Ассоциации Исследователей Асфальтобетона МАДИ (ГТУ). – М., 2011. – С. 23-31.
6. Порадек С.В. Вопросы технологической обработки битума / С.В. Порадек // Мир дорог. – 2010. – № 46. – С. 74-75.
7. Ворожейкин В.М. У каждой добавки свой характер / В.М. Ворожейкин // Автомобильные дороги. – 2009. – №12. – С. 58-61.
8. Руденский А.В. Битумное вяжущее улучшенного качества, модифицированные, комплексные, композиционные / А.В. Руденский: Научно-технический информационный сборник // Информационный центр по автомобильным дорогам. – М., 2008. – №5. – С. 47-51.
9. Ядыкина В.В. Эффективность применения адгезионной добавки ДАД-1 / В.В. Ядыкина, А.М. Гридчин, М.А. Высоцкая, И.В. Якимович // Строительные материалы. – 2009. – №5. – С. 2-4.
10. Мардиросова И.В. Комплексное модифицированное вяжущее для холодных асфальтобетонных смесей / И.В. Мардиросова, С.А. Чернов // ДОРОГИ И МОСТЫ: сб. статей / ФГУП «РОСДОРНИИ». – М., 2010. – Вып. 23/1. – С. 228-237.

11. Опанасенко О. Как улучшить битум? Влияние добавок на устойчивость битума к термоокислению / О. Опанасенко, О. Лукаша // *Автомобильные дороги*. – 2008. – № 6. – С. 122-124.
12. Василенко Н.А. Присадка улучшает битум / Н.А. Василенко // *Автомобильные дороги*. – 2010. – № 1. – С. 62.
13. Повышение сцепных свойств нефтяного дорожного битума с поверхностью минеральных материалов за счет применения поверхностно-активного вещества «Амдор-9» // *Каталог эффективных технологий, новых материалов и современного оборудования дорожного хозяйства*. – М., 2009. – С. 99.
14. *Руководство по применению поверхностно-активных веществ при устройстве асфальтобетонных покрытий*. – Взамен ВСН 59-68. – М., 2003. – 40 с.
15. Улучшаем битум: круглый стол / А.В. Данилов, Э. А. Сандлер, П.А. Кудряшов, О.Н. Киндеев, С.И. Дубина // *Мир дорог*. – 2011. – Май. – №54. – С. 2-8.
16. Худякова Т.С. Влияние аминных адгезионных добавок на товарные характеристики дорожных битумов / Т.С. Худякова, Д.А. Розенталь, И.А. Машкова // *Химия и технология топлива и масел*. – 1990. – №12. – С. 28-29.
17. ГОСТ 18180-72* Битумы нефтяные. Метод определения изменения массы после прогрева. – Введ. с 01.01.74. – Москва: Изд-во стандартов, 1980. – 4 с.
18. Чернов С.А. Вопросы энергосбережения при использовании щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси повышенной долговечности / С.А. Чернов, А.В. Каклюгин, М.В.Максименко // *ДОРОГИ И МОСТЫ: сб. статей / ФГУП «РОСДОРНИИ»*. – М., 2013. – Вып. 29/1. – С. 268-276.
19. Быстров Н.В. Методы испытаний дорожных битумов / Н.В. Быстров. – М.: Авторская книга, 2012. – 160 с.

L I T E R A T U R A

1. Kolbanovskaya, A.S. *Dorozhnyie bitumyi* / A.S. Kolbanovskaya, V.V. Mihaylov. – М.: Transport, 1973. – 264 с.
2. Hudyakova, T.S. *Sravnitelnyiy analiz effektivnosti adgezionnyih dobavok raznyih marok* / T.S. Hudyakova // *Dorozhnaya derzhava*. – 2008. – #6. – С. 66-69.
3. Solomentsev, A.B. *Ispolzovanie azotosoderzhaschih adgezionnyih PAV v organicheskikh vyazhuschih i v asfaltobetone* /

- A.B. Solomentsev // Nauka i tehnika v dorozhnoy otrasli. – 2002. – #2. – S. 24-26.*
4. *Yadyikina, V.V. Izmenenie stsepleniya bituma s mineralnyim materialov pri starenii v prisutstvii adgezionnykh dobavok / V.V. Yadyikina, A.I. Trautvain, E.A. Lukash, Z.D. Cherkashina // Sbornik statey i dokladov ezhegodnoy nauchnoy sessii Assotsiatsii issledovateley asfaltobetona. – M.: Moskovskiy avtomobilno-dorozhniy gosudarstvenniy tekhnicheskii universitet (MADI), 2012. – S. 30-35.*
 5. *Kudryashov, P.A. Issledovanie termostabilnosti adgezionnykh dobavok / P.A. Kudryashov, V.G. Germashev, V.A. Martynov // Sbornik dokladov ezhegodnoy nauchnoy sessii Assotsiatsii Issledovateley Asfaltobetona MADI(GTU). – M., 2011. – S. 23-31.*
 6. *Poradek, S.V. Voprosy tekhnologicheskoy obrabotki bituma / S.V. Poradek // Mir dorog. – 2010. – # 46. – S. 74-75.*
 7. *Vorozheykin, V.M. U kazhdoy dobavki svoyy harakter / V.M. Vorozheykin // Avtomobilnyye dorogi. – 2009. – #12. – S. 58-61.*
 8. *Rudenskiy, A.V. Bitumnoe vyazhushee uluchshennogo kachestva, modifitsirovannyye, kompleksnyye, kompozitsionnyye / A.V. Rudenskiy: Nauchno-tekhnicheskii informatsionniy sbornik // Informatsionniy tsentr po avtomobilnyim dorogam. – M., 2008. – # 5. – S. 47-51.*
 9. *Yadyikina, B.B. Effektivnost primeneniya adgezionnoy dobavki DAD-1 / B.V. Yadyikina, A.M. Gridchin, M.A. Vyisotskaya, I.V. Yakimovich // Stroitelnyye materialy. – 2009. – #5. – S. 2-4.*
 10. *Mardirosova, I.V. Kompleksnoe modifitsirovanoe vyazhushee dlya holodnykh asfaltobetonnykh smesey / I.V. Mardirosova, S.A. Chernov // DOROGI I MOSTYi: sb. statey / FGUP «ROSDORNII». – M., 2010. – Vyip. 23/1. – S. 228-237.*
 11. *Opanasenko O. Kak uluchshit bitum? Vliyaniye dobavok na ustoychivost bituma k termookisleniyu / O. Opanasenko, O. Luksha // Avtomobilnyye dorogi. – 2008. – # 6. – S. 122-124.*
 12. *Vasilenko, N.A. Prasadka uluchshaet bitum / N.A. Vasilenko // Avtomobilnyye dorogi. – 2010. – # 1. – S. 62.*
 13. *Povyisheniye stsepnnykh svoystv neftyanogo dorozhnogo bituma s poverhnostyu mineralnykh materialov za schet primeneniya poverhnostno-aktivnogo veschestva «Amdor-9» // Katalog effektivnykh tekhnologiy, novyykh materialov i sovremennogo oborudovaniya dorozhnogo hozyaystva. – M., 2009. – S. 99.*
 14. *Rukovodstvo po primeneniyu poverhnostno-aktivnykh veschestv pri ustroystve asfaltobetonnykh pokrytiy. – Vzamen VSN 59-68. – M., 2003. – 40 s.*

15. *Uluchshaem bitum: kruglyiy stol* / A.V. Danilov, E. A. Sandler, P.A. Kudryashov, O.N. Kindeev, S.I. Dubina // *Mir dorog.* – 2011. – May. – #54. – S. 2-8.
16. *Hudyakova, T.S. Vliyanie aminnyih adgezionnyih dobavok na tovarnyie karakteristiki dorozhnyih bitumov* / T.S. Hudyakova, D.A. Rozental, I.A. Mashkova // *Himiya i tehnologiya topliva i masel.* – 1990. – #12. – S. 28-29.
17. *GOST 18180-72* Bitumyi neftyanyie. Metod opredeleniya izmeneniya massyi posle progreva.* – Vved. s 01.01.74. – Moskva: Izd-vo standartov, 1980. – 4 s.
18. *Chernov, S.A. Voprosyi energosberezheniya pri ispolzovanii shchenochno-mastichnoy asfaltobetonnoy smesi povyishennoy dolgovechnosti* / S.A. Chernov, A.V. Kaklyugin, M.V. Maksimenko // *DOROGI I MOSTYi: sb. statey / FGUP «ROSDORNII».* – M., 2013. – Vyip. 29/1. – S. 268-276.
19. *Byistrov, N.V. Metodyi ispyitaniy dorozhnyih bitumov* / N.V. Byistrov. – M.: Avtorskaya kniga, 2012. – 160 s.

.....

**CHOICE OF THE ADHESION ADDITIVES FOR BITUMEN
THERMAL STABILITY IMPROVEMENT**

*Ph. D. (Tech.) A.I. Trautvain,
Doctor of Engineering, Professor V. V. Yadykina,
Postgraduate Student D.V. Zemlyakova
(Belgorod State Technological University
named after V. G. Shoukhov)
Contact information: trautvain@bk.ru;
d.zemlyakova@beldorstroy.ru;
+ (4722) 54-90-44;
+7(920) 555-94-07;
+7(904) 085-38-52*

The paper presents the research results on the effect of bitumen aging on adhesion index in the presence of some adhesive additives.

Key words: *bitumen, adhesive additive, thermostability of bitumen, aging.*

Рецензент: д-р техн. наук А.В. Руденский (ГУП «НИИМосстрой»).
Статья поступила в редакцию 10.12.2013 г.