

ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫЕ ВЯЖУЩИЕ В ДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ РОССИИ: ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ

В условиях, когда транспортные нагрузки и интенсивность движения постоянно растут, способности дорожного битума, традиционно используемого в составе асфальтобетонных смесей, оказывается недостаточно для обеспечения эксплуатационной надежности дорожных покрытий. В число основных видов преждевременного разрушения асфальтобетонных покрытий входят пластическая колея и колея износа шипованной резиной, которые вызваны, при прочих равных условиях, недостаточной когезионной прочностью (низкой вязкостью) дорожного битума.

Повышению сдвигоустойчивости асфальтобетона способствует применение в составе асфальтобетонных смесей битума, модифицированного полимером. В зависимости от химического состава, обуславливающего сродство с нефтяным битумом, полимер распределяется в массе последнего в виде дисперсной фазы, то есть играет роль наполнителя в образующемся композиционном материале, который характеризуется, по сравнению с исходным битумом, более высокой вязкостью, либо растворяется в мальтеновой части битума, придавая композиции в целом не только более высокую вязкость, но и способность к обратимой деформации (эластичность).

За рубежом практика применения полимер-модифицированных битумов в составе дорожных покрытий превышает 50 лет, а наибольшее распространение в модификации дорожных битумов получили полимеры типа стирол-бутадиен-стирол (СБС), характеризующиеся органической совместимостью с битумом, что способствует образованию высоковязкого вяжущего, обладающего эластическими свойствами. Разработаны рамочные нормативные требования к физико-механическим свойствам полимер-модифицированного битума – EN 14023:2005 [1], учитывающие особенности состава и структуры этого уникального композиционного материала и регламентирующие значения показателя «сила сопротивления вяжущего разрыву (при низкой и высокой скорости растяжения)», важного с точки зрения прогнозирования возможности вяжущего обеспечивать повышенную

прочность, сдвигоустойчивость асфальтобетонному покрытию.

К сожалению, несмотря на годы, прошедшие с выхода приказа ФДА № 9 о необходимости использования в России модифицированного битума, на разработанные еще в 2003 году российские технические требования – ГОСТ Р 52056-2003 [2], на устроенные за прошедшие 19 лет в разных регионах нашей страны полимерасфальтобетонные покрытия, до настоящего времени в России нет единого понимания, что такое полимерно-битумное вяжущее, каким комплексом физико-механических свойств оно должно обладать, чтобы достигался максимальный эффект от его применения.

Нельзя не отметить отличия российских и зарубежных нормативных требований к полимерно-битумному вяжущему, о которых неоднократно упоминалось в разных публикациях, и, что, очень важно, различие задач, которые должны быть решены при замене в составе асфальтобетонной смеси дорожного битума на полимерно-битумное вяжущее [3]. Существует мнение, закрепленное отраслевым российским документом, что работоспособность полимерасфальтобетонного покрытия в условиях воздействия низких температур тем выше, чем ниже значение показателя «температура хрупкости» полимерно-битумного вяжущего, использованного для приготовления полимерасфальтобетонной смеси, в частности, значение показателя «температура хрупкости» ПБВ должно быть на уровне значения самой низкой тем-

пературы воздуха в регионе, в котором устраивается дорожное покрытие. Достичь низких значений показателя «температура хрупкости» возможно только при условии дополнительного введения в ПБВ пластификатора, на что указано в требованиях ГОСТ Р. Однако это мнение не подтверждается отечественной и зарубежной практикой устройства дорожных покрытий в различных регионах мира. В результате дорожное покрытие, устроенное с применением трехкомпонентного вяжущего, характеризующегося более низким, по сравнению с двухкомпонентным ПБВ, значением показателя «температура хрупкости», оказывается менее прочным к воздействию пластических деформаций, по сравнению с двухкомпонентным, поскольку необходимый эффект повышения вязкости (когезии) вяжущего в присутствии полимера сводится к минимуму (или даже нулю) [4]. Так, например, безремонтный срок службы полимерасфальтобетонных покрытий, устроенных в Санкт-Петербурге с использованием двухкомпонентного ПБВ, значения показателя «температура хрупкости» которого не были ниже минус 19–22°C, превышает шести-восемь лет, а трехкомпонентного (с пластификатором), характеризующегося температурой хрупкости порядка минус 23–26°C – всего два-три года.

Отсутствие единой концепции в вопросе оптимизации состава полимерно-битумного вяжущего с целью получения вяжущего, характеризующегося оптимальным комплексом физико-механических свойств, которые требуются для обеспечения долговечности дорожного покрытия, работающего в конкретных климатических и эксплуатационных условиях, является одним из факторов, сдерживающих более широкое использование полимерно-битумного вяжущего в практике строительства и ремонта дорожных покрытий в нашей стране, в частности на территориальных объектах. По этой же причине безремонтный срок

службы полимерасфальтобетонных покрытий, устраиваемых на федеральных объектах с использованием полимерно-битумного вяжущего, соответствующего по качеству требованиям ГОСТ Р 52056-2003, зачастую не превышает срока службы традиционного асфальтобетонного покрытия.

Изготовителями полимерно-битумных вяжущих в нашей стране, наряду с крупными нефтяными компаниями, являются специализированные производства среднего и малого бизнеса, а также непосредственно подрядные дорожные организации, возможности которых в части выбора исходного нефтяного сырья для приготовления ПБВ и поддержания его стабильности принципиально различны. На сегодняшний день главной задачей всех производителей полимерно-битумного вяжущего является обеспечение соответствия качества товарной продукции требованиям действующего российского стандарта, что понятно и правильно. Но как обеспечить эксплуатационную надежность полимерасфальтобетонного покрытия, если в этих требованиях отсутствуют показатели, позволяющие прогнозировать фактическое качество вяжущего, находящегося непосредственно в составе дорожного покрытия, и уж тем более характеризующие его прочность при воздействии сдвиговых деформаций?

Физико-механические свойства полимерно-битумного вяжущего как композиционного материала определяются качеством исходного битума, маркой полимера, содержанием его в вяжущем. В настоящее время на дорожном рынке России представлены полимеры типа СБС, как зарубежного, так и отечественного производства, марок KRATON, LG, АСТ-30 и других. Появление в линейке известных полимеров новой марки полимера типа СБС обостряет конкуренцию, что, по законам рыночной экономики, приводит к снижению цены на товарную продукцию. Корейской компанией LG Chem. Ltd разработан и рекомендован к широкому применению полимер типа СБС новой марки – LG 512 S, который использован в данном исследовании для демонстрации зависимости свойств полимерно-битумного вяжущего от качества и марки исходного битума и возможности получения ПБВ, отвечающих требованиям ГОСТ Р



52056 по значению всех регламентируемых показателей физико-механических свойств, но при этом характеризующихся разными значениями показателя «динамическая вязкость при 60°C» (после прогрева в динамических условиях), от величины которого зависит сдвигустойчивость полимерасфальтобетона. Учитывая негативное влияние пластификаторов на эксплуатационные свойства полимерасфальтобетонных покрытий, лабораторные образцы полимерно-битумного вяжущего готовились с использованием только товарного дорожного битума марок БНД 90/130 и БНД 60/90 разных отечественных производителей при содержании полимера в количестве 4% масс.

Результаты комплексных испытаний по стандартным методикам ГОСТ и EN исходных битумов, выбранных для проведения исследования, представлены в табл. 1 и 2.

Установлено, что по значению показателей физико-механических свойств битумы отвечают требованиям ГОСТ 22245-90. Как и следовало ожидать, прогрев битумов в динамических условиях метода EN 12607-1 привел к существенному изменению их свойств: повышению, по сравнению с исходным битумом, значений одних показателей («температура размягчения», «кинематическая вязкость при 135°C», «динамическая вязкость при 60°C») и снижению других («глубина проникания иглы при 25°C», «растяжимость при 25°C»). По значению показателей физико-механических

свойств, в частности, «глубина проникания иглы при 25°C», битумы марки БНД 90/130 производства ОАО «Газпромнефть – Московский НПЗ» и ОАО «Славнефть-ЯНОС» стали соответствовать марке БНД 60/90, а битум марки БНД 60/90 – марке БНД 40/60. Идентичные изменения в свойствах битума происходят при смешении его с горячим каменным материалом в процессе изготовления горячих асфальтобетонных смесей, поэтому в составе асфальтобетонного покрытия пребывает дорожный битум другой марки, характеризующийся иными значениями физико-механических свойств, чем исходный битум, использованный для приготовления горячей асфальтобетонной смеси.

Результаты комплексных испытаний по стандартным методикам ГОСТ и EN лабораторных образцов полимерно-битумного вяжущего, приготовленных с использованием вышеуказанных битумов и 4% масс полимера СБС марки LG 512 S, представлены в табл. 3, 4.

Результаты сопоставительного анализа свидетельствуют о том, что введение полимера в битум приводит к получению композиционного материала, характеризующегося высокой когезионной прочностью: более высокими значениями показателей «температура размягчения», «динамическая вязкость при 60°C», более низкими значениями показателей «глубина проникания иглы при 25 и 0°C» и «растяжимость при 25 и 0°C», чем у исходного битума. Кроме того, полу-

Наименование показателя	Требования ГОСТ 22245-90 к БНД 90/130	Фактические значения для битума марки БНД 90/130 производства:	
		ОАО «Газпромнефть – Московский НПЗ»	ОАО «Славнефть- ЯНОС»
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при: 25°C 0°C	91-130 Не менее 28	106 29	111 44
Температура размягчения, °C	Не ниже 43	44	45
Растяжимость, см, при: 25°C 0°C	Не менее 65 Не менее 4,0	Более 140 4,5	107 5,5
Температура хрупкости, °C	Не выше –17	–17	–21
Температура вспышки, °C	Не ниже 230	Более 300	Более 300
Изменение температуры размягчения после прогрева*, °C	Не более 5	3	4
Индекс пенетрации	От –1 до +1	–0,8	–0,4
Кинематическая вязкость при 135°C, сСт	–	342,1	292,8
Динамическая вязкость при 60°C, Па·с	–	102	104
После прогрева по методике EN 12607-1:			
Изменение массы, %	–	–0,21	–0,63
Глубина проникания иглы при 25°C, % от первоначальной величины	–	66 ($\Pi_{25} = 70 \text{ мм } 10^{-1}$)	60 ($\Pi_{25} = 67 \text{ мм } 10^{-1}$)
Кинематическая вязкость при 135°C, сСт	–	480,2	502,0
Динамическая вязкость при 60°C, Па·с	–	278	345
Растяжимость при 25°C, см	–	Более 140	104
Температура размягчения, °C	–	49	51
Температура хрупкости, °C	–	–15	–18

Табл. 1. Результаты комплексных испытаний дорожных битумов марки БНД 90/130, выбранных для проведения исследований
* – по методике ГОСТ 18180

ченное полимерно-битумное вяжущее обладает высокой эластичностью.

Следует отметить, что влияние полимера на показатель «температура хрупкости» незначительно, а значение его для полимерно-битумного вяжущего при таком содержании полимера типа СБС определяется уровнем значения этого показателя для исходного битума. При прочих равных условиях, наиболее важным фактором с точки зрения обеспечения эксплуатационной надежности асфальтобетонного или полимерасфальтобетонного покрытия является когезия вяжущего, будь то битум или ПБВ.

Введение полимера типа СБС в битум марки БНД 90/130 или БНД 60/90 позволяет увеличить сдвигоустойчивость асфальтобетонного покрытия за счет более высокой вязкости ПБВ, по сравнению с исходными битумами. Подбирая исходный битум и концентрацию полимера, можно на стадии разработки рецептуры ПБВ не только прогнозировать, но и обеспечивать эксплуатационную надежность его в покрытии.

Тенденция изменения свойств полимерно-битумных вяжущих в условиях метода EN 12607-1 такая же, как и у дорожных битумов: если свежеприготовленные вяжущие по значению показателей физико-механических свойств

удовлетворяют требованиям отечественного стандарта, предъявляемым к ПБВ 60, то после прогрева в динамических условиях – требованиям к полимерно-битумному вяжущему марки ПБВ 40, сохраняя при этом высокий уровень значений показателя «эластичность при 25°C». Свежеприготовленное полимерно-битумное вяжущее марки ПБВ 40 после воздействия высокой температуры в динамических условиях, несмотря на повышение когезии, может сохранить соответствие качества требованиям этой же марки, но только в случае более высоких значений показателя «глубина проникания иглы при 25°C» исходного битума в пределах марки 60/90. Таким образом, в отсутствие результатов

Наименование показателя	Требования ГОСТ 22245-90 к БНД 60/90	Фактические значения для битума марки БНД 60/90 производства ОАО «Газпромнефть – Московский НПЗ»
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при: 25°C 0°C	61–90 Не менее 20	79 24
Температура размягчения, °C	Не ниже 47	49
Растяжимость, см, при: 25°C 0°C	Не менее 55 Не менее 3,5	Более 140 3,5
Температура хрупкости, °C	Не выше –15	–15
Температура вспышки, °C	Не ниже 230	Более 300
Изменение температуры размягчения после про- грева*, °C	Не более 5	3
Индекс пенетрации	От –1 до +1	–0,3
Кинематическая вязкость при 135°C, сСт	–	435,2
Динамическая вязкость при 60°C, Па·с		227
После прогрева по методике EN 12607-1:		
Изменение массы, %	–	–0,15
Глубина проникания иглы при 25°C, % от первоначальной величины	–	71 ($P_{25}=56 \text{ мм } 10^{-1}$)
Кинематическая вязкость при 135°C, сСт	–	661,4
Динамическая вязкость при 60°C, Па·с	–	505
Растяжимость при 25°C, см	–	Более 140
Температура размягчения, °C	–	54
Температура хрупкости, °C	–	–14

Табл. 2. Результаты комплексных испытаний дорожного битума марки БНД 60/90, выбранного для проведения исследований
* – по методике ГОСТ 18180

комплексных испытаний полимерно-битумного вяжущего не представляется возможным дать объективную оценку фактического качества вяжущего, находящегося в составе полимерасфальтобетонного покрытия, а следовательно, и дать прогноз его работоспособности в реальных условиях эксплуатации.

Еще одним заблуждением является мнение о том, что полимерно-битумные вяжущие характеризуются более высокой, по сравнению с дорожными битумами, прочностью сцепления с минеральными материалами. Истоки такого мнения кроются в некорректности метода оценки этого показателя – ГОСТ 11508-74, предписывающего проведение испы-

тания смеси вяжущего с минеральным материалом кипячением в режиме не бурного кипения воды. Вследствие более высокой когезии полимерно-битумного вяжущего, по сравнению с битумом, тридцати минут кипячения смеси в шалаше режиме оказывается недостаточно для получения объективной информации о способности компонентов смеси образовывать прочные, устойчивые к разрушающему воздействию воды связи на границе раздела фаз. По этой причине одним из видов разрушений не только асфальтобетонных, но и полимерасфальтобетонных покрытий является эрозия: отслоение пленки битума с поверхности каменного материала с последующим выносом щебня из покрытия.

Это характерно для покрытий, устраиваемых с применением смесей, в составе которых используются минеральные материалы кислых пород.

С целью определения прочности сцепления полимерно-битумного вяжущего, приготовленного с использованием полимера марки «LG 512S», с минеральными материалами разной химической природы, применяемыми в практике дорожного строительства северо-западного региона России, в лабораторных условиях были наработаны и испытаны по методике ГОСТ 11508-74 (в режиме бурного кипения воды) образцы смесей с гранитным и габбро-диорито-

Наименование показателя	Требования ГОСТ Р 52056-2003 к ПБВ 60	Фактические значения для полимерно-битумного вяжущего, приготовленного с использованием битума производства:	
		ОАО «Газпромнефть – Московский НПЗ»	ОАО «Славнефть- ЯНОС»
Визуальная оценка при комнатной температуре	–	Однородная масса	Однородная масса
Визуальная оценка при температуре 175°C	–	Гомогенная текучая масса	Гомогенная текучая масса
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при: 25°C 0°C	Не менее 60 Не менее 32	71 28	75 32
Температура размягчения, °C	Не ниже 54	58	62
Растяжимость, см, при: 25°C 0°C	Не менее 25 Не менее 11	71 16	58 17
Эластичность, %, при: 25°C 0°C	Не менее 80 Не менее 70	82 70	82 70
Температура хрупкости, °C	Не выше –20	–18	–23
Температура вспышки, °C	Не ниже 230	Более 300	Более 300
Изменение температуры размягчения после прогрева*, °C	Не более 5	5	1
Сцепление с мрамором или песком	Выдерживает по контрольному образцу №2	Контрольный образец №2	Контрольный образец №2
Однородность	Однородно	Однородно	Однородно
Кинематическая вязкость при 135°C, сСт	–	973,1	1 252,3
Динамическая вязкость при 60°C, Па·с	–	767	852
После прогрева по методике EN 12607-1:			
Глубина проникания иглы при 25°C, 0,1 мм	–	57	56
Кинематическая вязкость при 135°C, сСт	–	1 113,5	1 415,3
Динамическая вязкость при 60°C, Па·с	–	1 043	1 949
Растяжимость при 25°C, см	–	48	23
Эластичность при 25°C, %	–	83	74
Температура размягчения, °C	–	60	64
Температура хрупкости, °C	–	–16	–22

Табл. 3. Результаты комплексных испытаний полимерно-битумного вяжущего, приготовленного на основе битума марки БНД 90/130 и 4% масс полимера марки «LG 512S», на соответствие требованиям ГОСТ Р 52 056-2003

* – в статических условиях метода ГОСТ 18180 при 163°C

вым щебнем. Результаты испытаний представлены в табл. 5.

Установлено, что так же, как и нефтяной дорожный битум, полимерно-битумное вяжущее, приготовленное с использованием полимера марки «LG 512S», характеризуется низкой прочностью сцепления с минеральным материалом

кислой природы – гранитным щебнем. В этом случае для обеспечения устойчивости дорожного полимерасфальтобетона к отслаивающему воздействию воды необходимо дополнительно вводить в полимерасфальтобетонную смесь адгезионную присадку. В то же время вяжущее, приготовленное на полимере новой марки, образует с минеральным

материалом основной породы (габбро-диоритовым щебнем) более прочные связи, по сравнению с дорожным битумом, что обусловлено более высокой, по сравнению с дорожным битумом, вязкостью (когезией) ПБВ.

В связи с тем, что в практике дорожного строительства (не только на северо-

Наименование показателя	Требования ГОСТ Р 52056-2003 к ПБВ 40	Фактические значения для полимерно-битумного вяжущего, приго- товленного с использованием битума произ- водства: ОАО «Газпромнефть – Московский НПЗ»
Визуальная оценка при комнатной температуре	–	Однородная масса
Визуальная оценка при температуре 175°C	–	Гомогенная текучая масса
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при: 25°C 0°C	Не менее 40 Не менее 25	51 23
Температура размягчения, °C	Не ниже 56	67
Растяжимость, см, при: 25°C 0°C	Не менее 15 Не менее 8	43 8
Эластичность, %, при: 25°C 0°C	Не менее 80 Не менее 70	90 70
Температура хрупкости, °C	Не выше –15	–17
Температура вспышки, °C	Не ниже 230	Более 300
Изменение температуры размягчения после прогрева*, °C	Не более 5	1
Сцепление с мрамором или песком	Выдерживает по контрольному образцу № 2	Контрольный образец № 2
Однородность	Однородно	Однородно
Кинематическая вязкость при 135°C, сСт	–	1 636,9
Динамическая вязкость при 60°C, Па·с	–	1 746
После прогрева по методике EN 12607-1:		
Глубина проникания иглы при 25°C, 0,1 мм	–	39
Кинематическая вязкость при 135°C, сСт	–	2 246,8
Динамическая вязкость при 60°C, Па·с	–	3 602
Растяжимость при 25°, см	–	28
Эластичность при 25°C, %	–	83
Температура размягчения, °C	–	69
Температура хрупкости, °C	–	–16

Табл. 4. Результаты комплексных испытаний полимерно-битумного вяжущего, приготовленного на основе битума марки БНД 60/90 и 4% масс полимера марки «LG 5125», на соответствие требованиям ГОСТ Р 52 056-2003

* – в статических условиях метода ГОСТ 18180 при 163°C

западе, но и в других регионах нашей страны) используются минеральные материалы, различные по химическому и минералогическому составу, необходимо на каждом асфальтобетонном заводе проводить лабораторную оценку прочности сцепления компонентов асфальтобетонной или полимерасфальтобетонной смеси. По результатам же

проведенных испытаний важно принимать решение о необходимости принятия соответствующих мер для обеспечения адгезионной прочности дорожного покрытия: дополнительного ввода в битум или полимер-битумное вяжущее адгезионной присадки или замены минерального материала кислой породы на основную (габбро-диабаз).

Следует помнить, что адгезионные присадки аминного типа, традиционно применяемые для повышения прочности сцепления с минеральными материалами дорожных битумов, следует вводить непосредственно в горячий битум (или ПБВ) при подаче последнего в асфальтосмеситель, поскольку они теряют эффективность модифицирующего дей-

Изготовитель битума	Вид вяжущего	Прочность сцепления со щебнем:	
		гранитным	габбро-диоритовым
ОАО «Газпромнефть – Московский НПЗ»	БНД 90/130	Не соответствует	Не соответствует Контрольный образец № 3
	Полимерно-битумное вяжущее ПБВ 60	Не соответствует	Контрольный образец № 2
ОАО «Славнефть-ЯНОС»	БНД 90/130	Не соответствует	Не соответствует Контрольный образец № 3
	Полимерно-битумное вяжущее ПБВ 60	Не соответствует	Контрольный образец № 2
ОАО «Газпромнефть – Московский НПЗ»	БНД 60/90	Не соответствует	Не соответствует Контрольный образец № 3
	Полимерно-битумное вяжущее ПБВ 40	Не соответствует	Контрольный образец № 2–1

Табл. 5. Результаты оценки прочности сцепления с минеральными материалами разной химической природы дорожного битума (марок БНД 90/130 и БНД 60/90) и полимерно-битумного вяжущего, приготовленного на его основе с использованием 4% масс полимера типа СБС марки «LG 512S»

Щебень	Прочность сцепления с минеральным материалом полимерно-битумного вяжущего при содержании адгезионной присадки в количестве, % масс:		
	0	0,3	0,5
Гранитный	Не соответствует	Контрольный образец № 1	Контрольный образец № 1
Габбро-диоритовый	Не соответствует Контрольный образец № 3	Контрольный образец № 1	Контрольный образец № 1

Табл. 6. Результаты оценки прочности сцепления с минеральными материалами разной химической природы полимерно-битумного вяжущего, приготовленного с использованием битума производства марки БНД 90/130 производства ОАО «Славнефть-ЯНОС», 4% масс полимера типа СБС марки «LG 512S» и адгезионной присадки «Амдор 20Т»

Вяжущее	Показатель	Фактические значения для массы в слое:	
		верхнем	нижнем
БНД 90/130 производства ОАО «Газпромнефть – Московский НПЗ»	Температура размягчения, °С	45	45
	Глубина проникания иглы при 25°С	94	93
ПБВ 60 на основе БНД 90/130 производства ОАО «Газпромнефть – Московский НПЗ» с 4% масс полимера марки «LG 512S»	Температура размягчения, °С	83	56
	Глубина проникания иглы при 25°С	120	52
БНД 90/130 производства ОАО «Славнефть-ЯНОС» с 4% масс полимера марки «LG 512S»	Температура размягчения, °С	47	47
	Глубина проникания иглы при 25°С	98	98
ПБВ 60 на основе БНД 90/130 производства ОАО «Славнефть-ЯНОС» с 4% масс полимера марки «LG 512S»	Температура размягчения, °С	78	67
	Глубина проникания иглы при 25°С	131	29

Табл. 7. Результаты оценки устойчивости к расслаиванию при прогреве в статических условиях битума нефтяного дорожного вязкого марки БНД 90/130 и полимерно-битумного вяжущего, приготовленного на его основе с использованием 4% масс полимера типа СБС марки «LG 512S»

ствия при длительном пребывании в массе вяжущего при высоких температурах.

Наиболее технологичной адгезионной присадкой для полимерно-битумных вяжущих марок (подтверждено на прак-

тике) является присадка «Амдор 20Т», которая становится эффективной только спустя 3–4 часа пребывания в массе вяжущего, что позволяет вводить ее непосредственно в процессе приготовления ПБВ. Содержание адгезионной

присадки в вяжущем должно быть оптимизировано с учетом особенностей минерального материала, предназначенного к использованию в качестве компонента полимерасфальтобетонной смеси, планируемой к промышленному выпуску.

Для оценки возможности применения адгезионной присадки «АМДОР 20Т» в целях обеспечения высокой прочности сцепления с кислыми минеральными материалами битума, модифицированного полимером марки «LG 512S», в лабораторных условиях были приготовлены образцы полимерно-битумного вяжущего, модифицированного присадкой «Амдор 20Т», которая вводилась в битум одновременно с полимером. Результаты оценки прочности сцепления с гранитным щебнем полученного полимерно-битумного вяжущего при содержании адгезионной присадки в количестве 0,3% масс и 0,5% масс представлены в табл. 6.

Установлено, что присадка «Амдор 20Т» способна обеспечивать высокую прочность сцепления (как с габбро-диабазовым, так и с гранитным щебнем) полимерно-битумных вяжущих, изготавливаемых с использованием полимеров типа СБС известных марок, в том числе и новой марки «LG 512S».

Одной из особенностей полимерно-битумных вяжущих, изготавливаемых с использованием полимеров типа СБС, является их термодинамическая неустойчивость – склонность к расслаиванию (разделению фаз). Как правило, при повышенной температуре в отсутствие перемешивания в массе вяжущего начинается процесс синерезиса – отделения от полимера мальтеновой части битума, в которой растворен полимер путем интенсивного принудительного механического перемешивания компонентов. В зависимости от времени пребывания полимерно-битумного вяжущего в этих условиях, от химического сродства полимера и битума, время, в течение которого происходит указанное разрушение структуры полимерно-битумного вяжущего, может быть различным. Пренебрегать этим фактом недопустимо. К сожалению, в отличие от зарубежных норм, российский стандарт ГОСТ Р 52056-2003 не предусматривает регламентацию показателя «устойчивость к расслаиванию» полимерно-битумного вяжущего, изготавливаемого с использованием полимера типа СБС. Расслаивание полимерно-битумного вяжущего на стадии его хранения в товарных емкостях изготовителя ПБВ, а также при перевозке и хранении на складе



у потребителя, зачастую приводит к невозможности обеспечить выпуск качественных, стабильных по составу (в части содержания полимера) полимерасфальтобетонных смесей и, как следствие, добиться ожидаемого результата, а именно: повышения долговечности дорожного покрытия, устроенного на дорогостоящем вяжущем.

Для оценки устойчивости к расслаиванию в лабораторных условиях были приготовлены и испытаны по методике EN 13399 образцы полимерно-битумного вяжущего на битуме дорожном вязком марки БНД 90/130 и полимере марки «LG 512S», а также исходные битумы. Результаты оценки устойчивости к расслаиванию исходных битумов и их композиций с полимером представлены в табл. 7.

Установлено, что пребывание битума в течение 72 часов при высокой температуре в отсутствие перемешивания не приводит к различию значений показателей физико-механических свойств, таких как «глубина проникания иглы при 25°C» и «температура размягчения», для массы, находящейся в верхнем и нижнем слоях образца вяжущего. Следует отметить, что значения показателя «глубина проникания иглы при 25°C» битумов в образцах, подвергнутых прогреву, на 12–13 единиц ниже, по сравнению с исходными битумами, что обусловлено процессами уплотнения, конденсации, происходящими в массе

битума под воздействием повышенной температуры. Подтверждением тому являются идентичные результаты, полученные для битумов, подвергнутых прогреву в статических условиях метода EN 13399, но масса которых по окончании прогрева была механически перемешана (усреднена).

Битумы марки БНД 90/130, модифицированные 4% масс полимера марки «LG 512S», расслаиваются при испытании в этих условиях. В результате различие показателей «температура размягчения» и «глубина проникания иглы при 25°» для массы композиции, накапливающейся в верхней части образца (из трех равных) и в нижней, составляет, соответственно, 27°C и 68 мм 10–1 для ПБВ, приготовленного на битуме производства ОАО «Газпромнефть – Московский НПЗ», и 11°C и 102 мм 10–1 для битума ОАО «Славнефть-ЯНОС».

Устойчивость полимерно-битумного вяжущего к расслоению зависит, при прочих равных условиях, от совместности компонентов вяжущего, от их химического сродства, от технологии приготовления ПБВ. Результаты сопоставительного анализа полученных экспериментальных данных свидетельствуют о том, что полимерно-битумные вяжущие, приготовленные в одинаковых технологических условиях на битумах разных отечественных производителей при одной и той же концентрации полимера марки «LG 512S», будучи визуально гомогенны-

ми сразу после приготовления, склонны к расслаиванию при повышенной температуре в отсутствие перемешивания, что характерно и для полимерно-битумных вяжущих, приготавливаемых на основе дорожных битумов отечественного производства с полимерами типа СБС других марок. Применение более мощных смесителей, в частности коллоидных мельниц, при промышленном изготовлении полимерно-битумного вяжущего приведет к более тонкому распределению полимера типа СБС в битуме, некоторому повышению стабильности структуры во времени, но не позволит полностью избежать расслаивания вяжущего при хранении. Причиной термодинамической неустойчивости полимерно-битумных вяжущих, изготавливаемых на основе дорожных битумов отечественного производства, является особенность химического и группового состава легких и средних по вязкости нефтей, перерабатываемых российскими НПЗ. Уместно напомнить, что за рубежом дорожные битумы (так называемые остаточные) являются продуктом прямой перегонки тяжелых высокосмолистых нефтей, а потому являются наиболее приемлемым сырьем для приготовления устойчивых к расслаиванию полимерно-битумных вяжущих на основе полимеров типа СБС.

Проведенные исследования показали, что:

■ полимер типа СБС марки «LG 512S» характеризуется хорошей совместимостью с нефтяными дорожными битумами разных марок отечественных производителей с образованием полимерно-битумного вяжущего, визуально гомогенного при температуре смешения компонентов и визуально однородного после охлаждения;

■ введение в битум марок БНД 90/130 и БНД 60/90 полимера типа СБС марки «LG 512S» позволяет получать полимерно-битумные вяжущие, по значению всех показателей физико-механических свойств отвечающие требованиям ГОСТ Р 52056-2003, предъявляемым к ПБВ 60 и ПБВ 40, характеризующиеся при этом

более высокими, по сравнению с регламентируемыми стандартом, значениями показателей:

– «температура размягчения»;

– «динамическая вязкость при 60°C», в 3–7 раз превышающими значения этого показателя для исходного битума, что является залогом более высокой сдвиговой прочности полимерасфальтобетонного покрытия, по сравнению с традиционным асфальтобетонным;

■ полимер марки «LG 512S», введенный в битум, так же как и полимеры типа СБС других марок, не обеспечивает прочность сцепления полимерно-битумного вяжущего с кислыми минеральными материалами;

■ адгезионная присадка «Амдор 20Т» при условии введения ее в массу битума одновременно с полимером «LG 512S» на стадии приготовления полимерно-битумного вяжущего позволяет обеспечивать высокую адгезионную прочность полимерасфальтобетонной смеси, изготавливаемой даже с использованием кислых минеральных материалов;

■ полимерно-битумное вяжущее, приготовленное с использованием полимера типа СБС марки «LG 512S», склонно к расслаиванию при повышенной температуре в отсутствие перемешивания аналогично вяжущим, изготавливаемым на полимерах типа СБС других марок;

■ полимер марки «LG 512S», наряду с полимерами типа СБС других марок, может применяться для изготовления промышленных партий полимерно-битумного вяжущего на основе дорожных битумов разных марок, полученных путем переработки различного нефтяного сырья.

РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для повышения долговечности полимерасфальтобетонных покрытий в России необходимо откорректировать требования ГОСТ Р 52056-2003 путем внесения в перечень регламентируемых показателей физико-механических свойств полимерно-битумных вяжущих на основе полимеров типа СБС, показателя, обеспечивающего эксплуатационную надежность вяжущего в составе дорожного покрытия, например, «дина-

мическая вязкость при 60°C» или «сила сопротивления разрыву при растяжении». Следует опытным путем установить, а в последующем регламентировать оптимальные значения этого показателя для ПБВ разных марок (или одной марки), предназначенных для устройства дорожных покрытий на объектах, различающихся по грузонапряженности и интенсивности движения автотранспорта.

2. В связи с отсутствием целесообразности необходимо отказаться от использования пластификаторов в составе полимерно-битумных вяжущих, а также от стремления обеспечить ПБВ наиболее низкие значения показателя «температура хрупкости по Фраасу».

3. Перед выпуском промышленных партий полимерно-битумного вяжущего на основе полимеров типа СБС для устройства дорожного полимерасфальтобетонного покрытия на конкретном дорожном адресе необходимо оптимизировать рецептуру ПБВ по виду и качеству исходного нефтяного сырья, в частности – дорожного битума, а также по содержанию полимера.

4. В связи с низкой устойчивостью к расслаиванию полимерно-битумные вяжущие, изготавливаемые на основе полимеров типа СБС разных марок и нефтяных дорожных битумов российского производства, не подлежат хранению при повышенной температуре в отсутствие перемешивания.

5. Поскольку полимерно-битумные вяжущие на основе полимеров типа СБС не способны образовывать прочные, устойчивые к отслаивающему воздействию воды связи с кислыми минеральными материалами, необходимо использовать в рецептуре ПБВ адгезионные добавки.

Т.С. Хулякова,

канд. техн. наук,

заместитель генерального директора
ООО «ИЦ «Дорсервис»,
руководитель лаборатории
органических вяжущих

Литература:

1. EN 14023:2005. Bitumen and bituminous binders – Framework specification for polymer modified bitumens.
2. ГОСТ Р 52056. Технические требования к полимерно-битумным вяжущим на основе полимеров типа стирол-бутадиен-стирол.
3. ОАМ 218.3.007-2011. Нормирование свойств органических вяжущих в зависимости от климатических условий и условий эксплуатации покрытий.
4. Хулякова Т.С. О роли российских нормативных требований к полимерно-битумным вяжущим в обеспечении долговечности полимер-асфальтобетонных покрытий // Мир дорог. – 2013. – № 67. – С. 2–9.