

Обеспечение стабильности свойств битумов в асфальтобетоне

Д-р техн. наук И. И. ЛЕОНОВИЧ, канд. техн. наук К. Ф. ШУМЧИК, канд. хим. наук Я. В. КОЛОСКОВА
(Белорусский политехнический институт)

Эксплуатационные качества асфальтобетонных покрытий во многом зависят от стабильности свойств битума, так как при его старении изменяются и физико-механические свойства асфальтобетона. В результате этого хрупкость покрытия повышается, а трещиностойкость и износостойкость уменьшаются. Это приводит к значительному сокращению срока службы асфальтобетонных покрытий, следовательно, выяснение причин и факторов, способствующих интенсивному старению вяжущего, а также разработка способов замедления этого процесса являются актуальной задачей.

При эксплуатации дорожных покрытий старению битума способствуют погодные-климатические и другие факторы. Однако больше влияют на процессы старения битума высокие технологические температуры как при подготовке битума для приготовления асфальтобетона, так и при перемешивании его с горячими каменными материалами, а также при перевозке, укладке и уплотнении асфальтобетонной смеси [1—4]. Поэтому для изучения стабильности свойств битума был выбран метод теплового старения. Исследовали вязкие дорожные битумы без добавок и с добавками антистарителя (продукт переработки торфа), а также две разновидности минерального материала: гранитный щебень и щебень из шлака Белорусского металлургического завода.

Испытание на старение проводили ускоренным методом, выдерживая смесь в термостате при температуре $+150^{\circ}\text{C}$ в течение 3, 6, 9 и 12 ч, затем из них экстрагировали битум в аппарате Сокслета бензолом.

Изменения физико-механических и химических свойств экстрагированных битумов изучали по стандартным показателям и по групповому химическому составу.

Результаты исследований показали, что после прогрева битумов без добавки антистарителя значительно уменьшилась глубина проникания иглы при 25°C и при 0°C и растяжимость, а температура размягчения возросла. Изменения этих свойств имеют четко выраженную закономерность и зависят от длительности действия высокой температуры на битумы, обволакивающие частицы минеральных материалов и находящиеся в пленочном состоянии. Битумы с добавками антистарителя менее интенсивно изменяют свои свойства (рис. 1).

Полученные данные свидетельствуют о том, что битумы интенсивнее стареют при взаимодействии со щебнем из металлургических шлаков, причем наиболее интенсивно в первые шесть часов.

Анализ группового химического состава битумов, который определяли методом адсорбционной хроматографии,

показывает, что в процессе старения существенно изменяется качественное и количественное содержание компонентов битума. Увеличение содержания асфальтенов при использовании плотного гранитного и пористого шлакового щебня сопровождается уменьшением смол и масел. При этом более интенсивно сокращается количество масел, так как часть их превращается в смолы, а часть поглощается минеральным материалом, и чем большей пористостью он обладает, тем интенсивнее этот процесс.

При старении в смолах и углеводородах (маслах) мальтеновой части битума уменьшается содержание парафино-нафтеновых и ароматических углеводородов, за исключением полициклических ароматических, содержащихся в маслах незначительно. Содержание бензольных смол уменьшается, а более высокомолекулярных спиртобензольных возрастает, т. е. бензольные смолы из масел образуются менее интенсивно, чем бензольные смолы превращаются в спиртобензольные. Общее содержание смол в битуме снижается за счет интенсивного уменьшения содержания бензольных смол.

Изучение кинетики изменения группового химического состава битума БНД 40/60 (рис. 2) показывает, что изменение содержания компонентов, как и показателей физико-механических свойств битумов, более интенсивное в первые 6 ч, а затем замедляется.

Уменьшение общего количества ароматических углеводородов, способствующих растворению асфальтенов и повышающих устойчивость битумов к старению, а также увеличение количества асфальтенов, ведущее к развитию пространственной сетки, и уменьшение смол с высоким содержанием высокомолекулярной спиртообразной части приводят к ухудшению физико-механических свойств битума. С увеличением соотношения асфальтеновой и мальтеновой (смолы + масла) частей после воздействия высокой температуры уменьшаются глубина проникания иглы при 25°C и 0°C , растяжимость при 25°C и повышается температура размягчения (рис. 3).

Результаты исследований позволяют сделать вывод, что изменения физико-механических свойств и группового химического состава битумов происходят интенсивнее в первоначальный период действия на них высокой температуры, причем наибольшим качественным изменениям подвергается мальтеновая часть битума.

Для уменьшения интенсивности старения битумов в асфальтобетоне при действии на них погодных-климатических факторов и технологических температур следует применять щебень из плотных горных пород или вводить антистарители, особенно при использовании шлаковых минеральных материалов.

В Союздорнии проведены работы по изучению влияния температуры и времени на процесс старения битума в асфальтобетоне и установлено допустимое время хранения асфальтобетона в бункерах-накопителях [5, 6]. Полученные нами результаты исследований соответствуют указанным данным.

Однако, учитывая катализирующее действие шлаковых материалов, вследствие которого старение битума резко возрастает, асфальтобетонную смесь в этом случае следует как можно быстрее доставлять к месту использования, максимально возможно сократив время хранения ее в бункерах-накопителях.

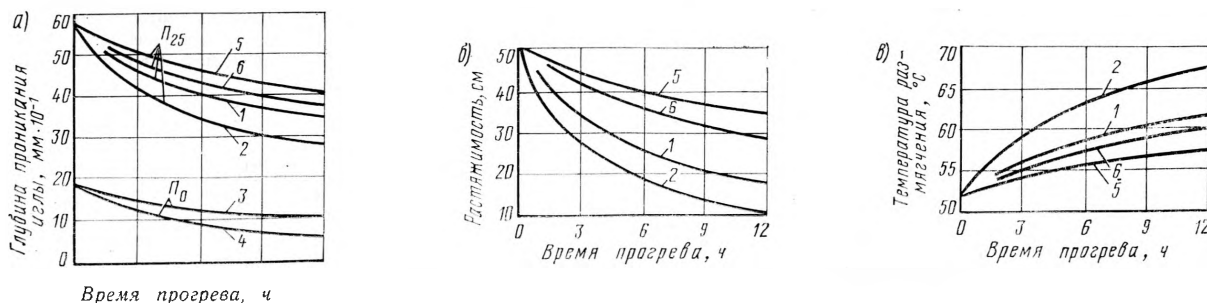


Рис. 1. Кинетика изменения глубины проникания иглы при 25°C и 0°C (а), растяжимости при 25°C (б) и температуры размягчения (в) битума БНД 40/60 в зависимости от времени прогрева:

1, 3, 5 — с гранитным щебнем; 2, 4, 6 — со шлаковым (кривые 5 и 6 для битума с добавками антистарителя)

«Мягкий» тепловой режим приготовления асфальтобетонных смесей

(В порядке обсуждения)

В. Д. ПОРТНЯГИН (НИИ Минивтодора РСФСР)

Асфальтобетонную смесь из смесителей в бункера нужно выгружать только в крайнем случае, так как, находясь в бункере длительное время при высокой температуре, битум стареет. Запасы смеси в бункерах должны быть минимальными — только для того, чтобы обеспечить ритмичную работу автомобильного транспорта и свести к минимуму старение асфальтобетона.

Битум в асфальтобетонной смеси с температурой 150—160°C в течение 1 ч претерпевает примерно такие же изменения свойств, как за год в покрытии. Чтобы уменьшить его старение, горячие асфальтобетонные смеси нужно готовить при минимально допустимых технологических температурах, так как строгое соблюдение температурного режима подготовки битумов и технологии приготовления асфальтобетонной смеси, а также четкая организация работ при ее транспортировании и укладке повышают долговечность покрытий. Как показывают лабораторные исследования и натурные наблюдения, срок службы дорожных покрытий может быть увеличен на 3—5 лет.

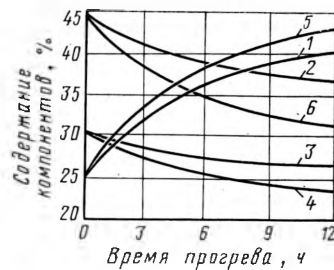


Рис. 2. Изменение группового состава битума в зависимости от времени прогрева с гранитным щебнем (1, 2, 3) и со шлаковым (4, 5, 6): 1, 5 — асфальтены; 3, 4 — смолы; 2, 6 — масла

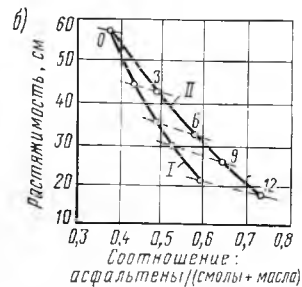
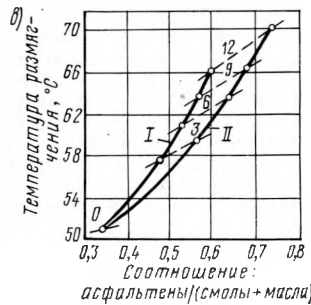
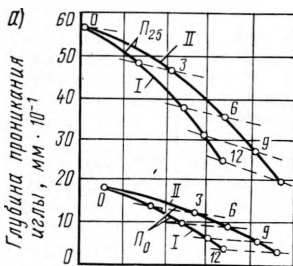


Рис. 3. Изменение свойств битума в зависимости от соотношения асфальтеновой и мальтеновой частей: I — с гранитным щебнем; II — со шлаковым (цифры на штриховых линиях — время прогрева смесей, ч)

Технология производства горячих асфальтобетонных смесей предусматривает следующие рабочие температуры основных операций: нагрев минеральных материалов до 165—185°C, вяжущего до 130—150°C, причем независимо от того П₂₅=40/60 или 90/130; выпуск готовой смеси 140—160°C; укладку и уплотнение не ниже 120°C. При переработке битум подвергается воздействию тепла, кислорода, поверхностей минерального материала. Под влиянием этих факторов в битумах происходят испарение, фильтрация в поры каменных материалов наиболее легких и маловязких компонентов битума (абсорбция) — масел, низкомолекулярных смол; окисление; полимеризация, конденсация, приводящие к необратимому изменению свойств вяжущего — повышению прочности, вязкости, температуры хрупкости, потере эластичности.

Велики ли изменения исходных свойств вяжущего за время технологического цикла?

Исследования и практический опыт показывают, что величина изменений зависит от температуры и длительности ее воздействия на битум, толщины слоя (пленки) битума; интенсивности омыwania поверхности битума воздухом; количества и размера пор в материалах, входящих в состав смеси; химической природы поверхности минеральных материалов.

Толщина слоя битума в котлах при обезвоживании и нагреве составляет около 1,5 м. Предполагалось, что температура 130—150°C одинакова в любой точке рабочего пространства котла, т. е. не происходит локального перегрева вяжущего. Однако обследование АБЗ показало, что из-за высокой температуры стенок жаровых труб и электронагревателей в зоне контакта с ними через 15—20 мин после начала разогрева температура битума поднимается до 220—240°C.

Как долго битум подвержен воздействию таких температур? Выпаривание 5% воды в котлах периодического действия длится 10—12 ч, время нахождения битума в нагретом состоянии в расходных котлах составляет 7—19 ч. В течение всего этого периода, составляющего 17—30 ч, битум в зоне теплоотдающей поверхности подвержен воздействию температуры в 1,5—2,0 раза выше нормативной. В результате даже при большой толщине слоя и ограниченном доступе воздуха к его поверхности глубина проникания иглы понижается на 9—65%, температура размягчения увеличивается на 5—30%, прочность — на 25—35%.

Скорость старения резко возрастает с уменьшением толщины слоя битума (табл. 1). Толщина битумной пленки на поверхности щебня, песка, минерального порошка в смеси на несколько порядков меньше толщины, указанной в таблице: в зависимости от размера частиц, природы поверхности минеральных материалов, вязкости битума она колеблется от 0,2 до 80 мкм.

Литература

1. Давыдова А. Р. Влияние температуры на необратимые изменения свойств (старение) и методы их оценки. Труды Союздорни, Вып. 34. — М.: Транспорт, 1969, с. 11—15.
2. Колбановская А. С., Михайлов В. В. Дорожные битумы. — М.: Транспорт, 1973, с. 262.
3. Руденская И. М., Руденский А. В. Органические вяжущие для дорожного строительства. — М.: Транспорт, 1984, с. 229.
4. Тулаев А. Я., Королев И. В., Исаев В. С., Юмашев В. М. Дорожные оджды с использованием шлаков. — М.: Транспорт, 1986, с. 222.
5. Методические рекомендации по оптимальным режимам хранения в накопительных бункерах и транспортирование асфальтобетонных смесей. — М., Союздорни, 1985.
6. Гохран Л. М., Амосова Н. В. Исследование влияния качества битума на процессы его старения в тонких слоях // Нефтепереработка и нефтехимия № 2, 1988, с. 6—8.

Таблица 1

Условия нагрева			П ₂₅	Температура размягчения по кольцу и шару	Содержание асфальтенов, %
T, °C	τ, ч	Толщина слоя, мм			
175—180	15	8	116	45	10,52
		5	42	53	16,16
		3	36	55	16,48
			25	64	19,09