

УДК 691.162

ОБОСНОВАНИЕ ВЯЗКОСТИ РЕЗИНОБИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО

С. А. Иванов, старший преподаватель
кафедры автомобильных дорог и городского кадастра
Е. М. Вахьянов, старший преподаватель
кафедры автомобильных дорог и городского кадастра
Научный руководитель: С.Н. Шабаев, к.т.н., доцент, заведующий кафедрой
автомобильных дорог и городского кадастра
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В мировой практике существуют различные технологии модификации битумов: Asphalt Rubber [1-9], Terminal Blended [10-12] и их комбинации [13-17]. Наиболее распространенным методом определения их вязкости служит ротационный [16]. При этом нормируется наибольшая кинематическая вязкость, которая должна составлять $8,65 \text{ мм}^2/\text{с}$ при $100 \text{ }^\circ\text{C}$. В то же время приборы, предназначенные для определения кинематической вязкости резинобитумных вяжущих, рассчитаны для определения вязкости достаточно густых материалов, какими являются резинобитумные вяжущие, при этом они практически не способны оценить вязкость битумов при рабочей температуре. Однако резинобитумные вяжущие, полученные при двухстадийной технологии, имеют значительно меньшую вязкость, чем резинобитумные вяжущие, полученные по другим технологиям, следовательно, актуальной является задача сравнения их вязкости с исходным битумом.

При выполнении исследований оценивалась условная вязкость нефтяного битума марки БНД 60/90 с Омского нефтеперерабатывающего завода и полученного на основе него по следующей двухстадийной технологии композиционного резинобитумного вяжущего:

- в дисперсионную среду битума в количестве 50 % и нефтяного масла в количестве 12.5 % нагретую при постоянном перемешивании до температуры $230 \pm 5^\circ\text{C}$, добавляли резиновую крошку в количестве 37.5 %, имеющую комнатную температуру;

- смесь при постоянном перемешивании выдерживали при температуре $230 \pm 5^\circ\text{C}$ в течении 2.5 часов с получением концентрированной суспензии резинобитумного композита;

- отключали нагревательные элементы и в концентрированную суспензию резинобитумного композита в количестве 52.5 % добавляли битум, имеющий температуру $105 \pm 5^\circ\text{C}$, в количестве 47.5 % и смесь выдерживали в течение 0.25-0.50 часа с получением композиционного резинобитумного вяжущего.

Для оценки рабочей температуры оценивалось время истечения 50 см^3 вяжущего через отверстие диаметром 5 мм на приборе ВУБ-1 в соответствии

с методикой испытания [19]. Матрица планирования эксперимента представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Матрица планирования эксперимента по определению рабочей температуры композиционного резинобитумного вяжущего

Наименование вяжущего	Время истечения 50 см ³ вяжущего, с, при температуре испытания, °С				
	100	120	140	160	180
Исходный битум марки БНД 60/90	Opt ₁	Opt ₂	Opt ₃	Opt ₄	Opt ₅
Композиционное резинобитумное вяжущее	Opt ₆	Opt ₇	Opt ₈	Opt ₉	Opt ₁₀

Примечание: Opt_i – параметр оптимизации.

Результаты эксперимента по определению рабочей температуры композиционного резинобитумного вяжущего, полученного при двухстадийной технологии, представлены в таблице 2. Графический вид полученных зависимостей представлен на рисунке.

Таблица 2 - Результаты эксперимента по определению рабочей температуры композиционного резинобитумного вяжущего

Наименование вяжущего	Время истечения 50 см ³ вяжущего, с, при температуре испытания, °С				
	100	120	140	160	180
Исходный битум марки БНД 60/90	100	50	15	15	15
Композиционное резинобитумное вяжущее	-	180	60	17	15

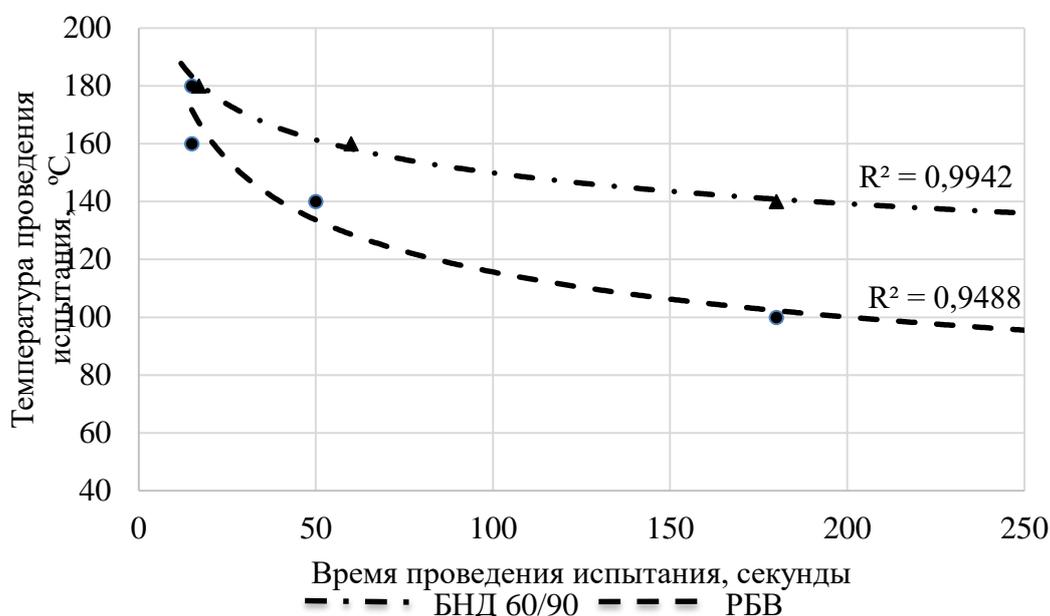


Рисунок – Зависимости условной вязкости исходного битума и композиционного резинобитумного вяжущего, полученного на основе него при двухстадийной технологии

Анализ результатов проведенного эксперимента показывает, что условная вязкость исходного нефтяного битума марки БНД 60/90 при рабочей температуре асфальтобетонных смесей 145-155°C [20] составляет 15 с. Такую же условную вязкость имеет композиционное резинобитумное вяжущее при температуре 165-175°C, соответственно для обеспечения сопоставимой удобоукладываемости асфальтобетонных смесей на основе композиционных резинобитумных вяжущих с асфальтобетонными смесями на основе битума, их рабочая температура должна быть увеличена на 20°C.

Рабочая температура композиционных резинобитумных вяжущих, полученных при двухстадийной технологии, на 20°C выше, чем рабочая температура исходного нефтяного битума.

Список литературы

1. Abdulwarith B., Norhidayah H., Hanif M., Jahangir M. Effects of mixture design variables on rubber-bitumen interaction: properties of dry mixed rubberized asphalt mixture // [Materials and Structures](#). – 2016.
2. Mull M. A., Stuart K., Yehia A. Fracture resistance characterization of chemically modified crumb rubber asphalt pavement // *Journal of Materials Science*. – 2002. – Vol. 37. – P. 557-566.
3. Kim H., Lee S., Amirkhanian S., Rheology investigation of crumb rubber modified asphalt binders // *KSCE Journal of Civil Engineering*. – 2010. – Vol. 14. – P. 839-843.
4. Morrison G. R., Hesp S. A. M. A new look at rubber-modified asphalt binders // *Journal of Materials Science*. – 1995. Vol. 30. – P. 2584-2590.
5. Chuan X., Tianqing L., Yanjun Q., Optimization of technical measures for improving high-temperature performance of asphalt-rubber mixture // *Journal of Modern Transportation*. – 2013. Vol. 21. – P. 273-280.
6. Shakir S., Jorge P., Manuel M., Asphalt Rubber Interlayer Benefits in Minimizing Reflective Cracking of Overlays over Rigid Pavements // [7th RILEM International Conference on Cracking in Pavements](#). – 2012. Vol. 4. – P. 1157-1167.
7. Tao M., Yongli Z., Xiaoming H., Yao Z., Characteristics of desulfurized rubber asphalt and mixture // *KSCE Journal of Civil Engineering*. – 2016. Vol. 20. – P. 1347-1355.
8. Hicks R.G., Cheng D., Duffy T., Evaluation of Terminal Blend Rubberized Asphalt in Paving Applications // *Clifornia Pavement Preservation Center*. – 2010.
9. Zhu H., Liu C., Tom K., Norasit T., Crumb rubber blends in noise absorption study // *Materials and Structures*. – 2008. Vol. 41. – P. 383-390.

10. Juan G., Ana A., Felice G., Black curves and creep behaviour of crumb rubber modified binders containing warm mix asphalt additives // *Mechanics of Time-Dependent Materials*. – 2016. Vol. 20. – P. 389-403.
11. Г.И. Горшенина, Н.В. Михайлов Полимер-битумные изоляционные материалы. - Москва: НЕДРА, 1967. - 235 с.
12. И.М. Руденская, А.В. Руденский Органические вяжущие для дорожного строительства. - Москва: Транспорт, 1984. - 226 с.
13. Патент РФ № 2006145263/04, 19.12.2006. Мастика резинобитумная // Патент России № 2323231 С1, кл. [C08L19/00](#). Бюл. № 12. / Корнейчук Г.К., Дзюбанов С.П., Реутов В.А., Стибло Г.К.
14. Афиногенов, О. П. Оценка свойств, модифицированных вяжущих и асфальтобетонов на из основе / О. П. Афиногенов, Д. З. Молодых. // *Техника и технологии дорожного хозяйства*. – 2015. – 2. – С. 1-27.
15. Шилакадзе, Т. А. Резино-асфальтобетон в Грузии / Т. А. Шилакадзе, Е. А. Суренян. // *Автомобильные дороги*. – 1965. – № 9. – С. 12-14.
16. Khristoforova A.A., Sokolova M.D., Filippov S.E., Zarovnyaev V.N., Davydova M.L. Rubber-modified bitumen materials for open-pit enterprises // *International Polymer Science and Technology*, 2015, Vol. 42, Issue 9, pp. 27-29.
17. Khristoforova A.A., Sokolova M.D., Zarovnyaev V.N., Akishev A.N. Prospects for modified bitumen in construction of semi-steep pit roads // *Gornyi Zhurnal (Mining Journal)* – 2016. – Issue 3. – Pp. 47-49.
18. ПНСТ 6-2012. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения динамической вязкости ротационным вискозиметром. — Москва: Стандартинформ, 2012. — 7с.
19. ГОСТ 11503-74. Битумы нефтяные. Метод определения условной вязкости. — Москва: Стандартинформ, 2007. — 5с.
20. СП 78.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 3.06.03-85 [Текст] / Минрегион России. – М., 2012.