

УДК 625.768.6 : 624.144.5

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ РЕЗИНОВОЙ КРОШКОЙ

Е.М. Вахьянов, ассистент кафедры автомобильных дорог;

М.А. Лукьянова, студент гр. СД-101, V курс

Научный руководитель: С.Н. Шабает, к.т.н. доцент, зав. кафедрой автомо-
бильных дорог

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В последние годы Российская Федерация активно инвестирует строительство автомобильных дорог. В 2015 году государственная корпорация «Автодор», планирует построить в России свыше 12 тысяч километров новых скоростных автомобильных дорог, качество которых должно быть максимально приближено к европейским стандартам [1].

Структурообразующим компонентом асфальтобетонной смеси является битумное вяжущее, которое в значительной мере определяет эксплуатационные свойства конечного продукта – асфальтобетона. Вяжущее должно выбираться в зависимости от температуры нагрева покрытия в наиболее жаркий (летний) период года и температуры воздуха наиболее холодных суток с обеспеченностью 0,92 или 0,98. Для Кузбасса это $+61^{\circ}\text{C}$ и минус 42°C , т.е. интервал пластичности вяжущего должен быть более 100°C [2]. Так как в подавляющем большинстве в качестве вяжущего применялись битумы нефтяные дорожные вязкие по ГОСТ 22245-90 [3], имеющие интервал пластичности, как правило, не превышающий 70°C [4], то вопрос об их модификации является актуальным.

Для модификации битумных вяжущих в их состав вводятся полимеры, которые позволяют изменить одно или несколько свойств [5]. У полимерно-битумных вяжущих (ПБВ) в сравнении с обычными битумами выше интервал пластичности, что позволяет сохранять эксплуатационные свойства как при низких, так и при высоких температурах. Применение ПБВ обеспечивает увеличение межремонтных сроков службы покрытия автомобильных дорог с 3–4 до 7–10 лет, что позволяет полностью окупить затраты за несколько лет эксплуатации [6].

В мировой практике можно выделить следующие группы ПБВ [7]:

- 1) битум плюс стирол-бутадиен-стирол (СБС);
- 2) резинобитумные дорожные вяжущие;
- 3) битум плюс этиленвинилацетат;
- 4) битум плюс латекс;
- 5) битум плюс полиолефин (синтетический каучук);
- 6) битум плюс сера;

7) битум плюс каменноугольная смола/эпоксидные смолы.

С точки зрения авторов модификация битумов с использованием резиновой крошки более перспективна по следующим причинам:

- проблема утилизации отработанных автомобильных покрышек, уже решенная в большинстве развитых странах мира, в России находится только на ранней стадии развития. [8];

- стоимость резинобитумного вяжущего, произведенного с использованием отходов резино-технической промышленности, ниже чем при использовании других модифицированных битумных вяжущих.

Приготовление асфальтобетонных смесей с использованием резиновой крошки может осуществляться двумя способами: сухим и мокрым. Сухой способ подразумевает добавление резиновой крошки в смесительный бункер асфальтобетонного завода, мокрый основывается на предварительном введении крошки в битум. Покрытия, утроенные из асфальтобетонных смесей, в которых резиновый модификатор вводили «мокрым» способом, отличались более продолжительным сроком эксплуатации. В связи с этим в США в 1994 году отказались от введения резиновой крошки в асфальтобетонную смесь «сухим» способом [9]. Применение «мокрого» способа образует связь резиновой крошки с битумом образуя гетерогенную пространственную структуру, за счет этого у материала появляется достаточная для большинства эксплуатационных целей степень эластичности. Такая структура может удерживать в своем объеме большое количество мелкодисперсных наполнителей без заметной сегрегации [10].

Основным недостатком производства резинобитумного вяжущего (РБВ) является сложность подбора рационального состава и разработки эффективной технологии его приготовления. В зависимости от марки используемого битума, химической структуры и фракции резины будет значительно отличаться рациональное соотношение компонентов в РБВ, а также температурно-временные режимы его приготовления[11]. Именно по этим причинам не возможно простое перенимание опыта зарубежных колле.

В рамках проведенного исследования была разработана технология приготовления РБВ, позволившая добиться эффективного взаимодействия резиновой крошки с битумом. Важно подчеркнуть, что данная технология не использует таких токсичных пластификаторов как каменноугольная смола. Однако, имея эффективную технологию приготовления модифицированного вяжущего, встает вопрос о рациональном содержании компонентов резинобитумного вяжущего.

Поставленную задачу было принято решать используя два параметра оптимизации: температура размягчения по кольцу и шару (КиШ, рис. 1) и глубина проникания иглы при 25°C (рис. 2). Первый параметр отвечает за способность вяжущего сохранять свои свойства под воздействием высоких температур, а второй характеризует пластичность материала.

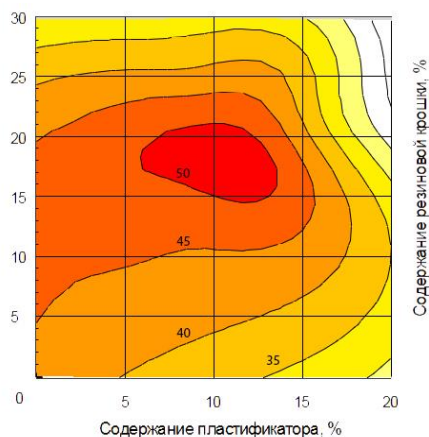


Рис.1 График изменения температуры размягчения по кольцу и шару РБВ от содержания пластификатора и резиновой крошки

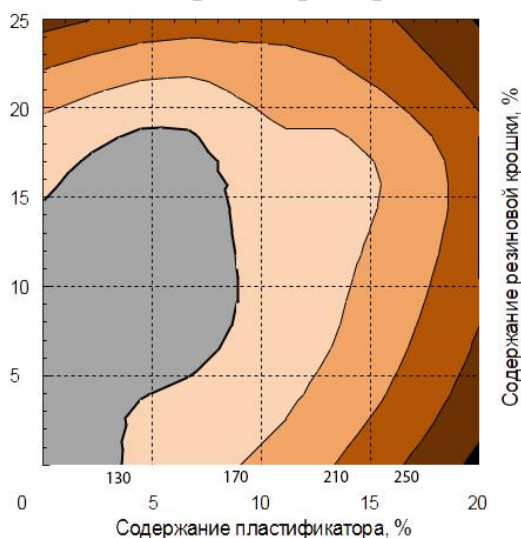


Рис.2 График изменения глубины проникания иглы при 25°C от содержания пластификатора и резиновой крошки

Из рисунка 1 видно, что поверхность изменения температуры размягчения вяжущего по методу кольцо и шар имеет ярко выраженный экстремум со значением 55°C (что на 12°C превышает значения по КиШ исходного битума), достигаемый при содержании резиновой крошки 19 % и пластификатора 12,5 %.

Анализируя данные на рисунке 2, полученные в ходе эксперимента, можно установить, что введение в битум пластификатора и резиновой крошки значительно увеличивает глубину проникания иглы при 25 °C т.к. происходит «разжижение» конечного продукта.

Задав граничные условия, такие как «сохранение марки вяжущего» (глубина проникания иглы при 25°C РБВ должна оставаться в интервале 90-130 ед.) – условие 1 и достижение температуры размягчения по кольцу и шару не ниже 50°C – условие 2, получаем область решения поставленной задачи (рисунок 3).

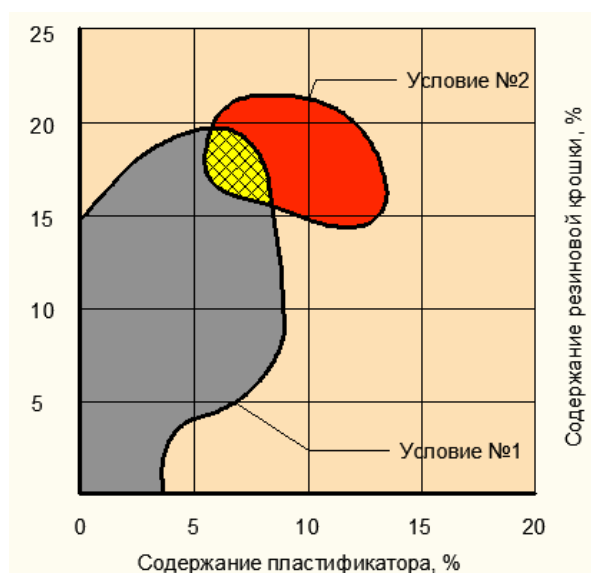


Рис.3 Нахождение области удовлетворяющей условиям 1 и 2

Из рисунка 3 видно, что рациональный состав резинобитумных вяжущих достигается при содержании резиновой крошки от 15 до 20 % и содержании пластификатора от 5 до 8 %.

Таким образом получение модифицированного битумного вяжущего на основе резиновой крошки имеет привлекательность для применения в дорожном строительстве. Поскольку стоимость резиновой крошки не превосходит стоимость битума, а доля пластификатора не велика, то цена готового продукта будет сопоставима со стоимостью битума, при физико-химических параметрах близких к модифицированным вяжущим на основе СБС.

Библиографический список:

1. Строительство автомобильных дорог в России [Электронный ресурс] // provincialnews.ru — Режим доступа: http://provincialnews.ru/publ/nedvizhimost/stroitelstvo/stroitelstvo_avtomobilnykh_dorog_v_rossii/15-1-0-172. - Загл. с экрана.)).
2. ГОСТ 9128-2013. Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полмерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов [Текст] / Стандартинформ. — М., 2014.
3. ГОСТ 22245-90. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия [Текст] / Госстандарт СССР. — М., 1996.
4. Вяжущие и резиноасфальтобетоны БИТРЕК. Опыт применения / ООО НПГ «ИНФОТЕХ». — М. — 2014. — 20 с.
5. Модифицированные дорожные вяжущие, применяемые во Франции [Электронный ресурс] // www.nestor.minsk.by — Режим доступа: <http://www.nestor.minsk.by/sn/1998/35/sn83519.htm>) - Загл. с экрана.)).
6. Росавтодор продвигает науку [Электронный ресурс] // transportrussia.ru— Режим доступа: <http://www.transportrussia.ru/avtomobilnyy-transport/rosavtodor-prodvigaet-nauku.html>) - Загл. с экрана.)).

7. Новые материалы в дорожном строительстве: Учеб. пособие / В.А. Веренько. – Мн.: УП «Технопринт», 2004. – 170 с.

8. «Сибур» проанализировал проблему утилизации шин в России [Электронный ресурс] // sibur.colesa.ru. – Режим доступа: <http://sibur.colesa.ru/news/10449.html>. - Загл. с экрана.)).

9. «Унирем» и другие модификаторы [Электронный ресурс] // www.nk-group.ru – Режим доступа: http://www.nk-group.ru/PUBLIKACII/A_dorogi_N_04-2010_Unirem.pdf - Загл. с экрана.)).

10. Новая жизнь «выжатых» битумов [Электронный ресурс] // i-stroy.ru – Режим доступа: http://www.i-stroy.ru/docu/jkh/novaya_zhizn_vyizhatyih_bitumov/3153.html

11. Heslop M.F., Feborn M.Y., Pooley G.R.(1982) «Recent developments in surface dressing» The highway Eng, Volume 28, Number. 7.