

УДК 625.768.6 : 624.144.5

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА БИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ РЕЗИНОВОЙ КРОШКОЙ

Лукьянова Мария Александровна,
студентка, e-mail: mary-urie@mail.ru

Вахьянов Евгений Михайлович,
ассистент кафедры автомобильных дорог, e-mail: ev_j_en@mail.ru

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000,
Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

Аннотация

Актуальность: Модификации битумных вяжущих в их состав вводятся полимеры, которые позволяют изменить одно или несколько свойств. 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.

Цель работы: Определение рационального состава битумных вяжущих модифицированных резиновой крошкой.

Методы исследования: Модифицирование битума началось в 60-е годы прошлого столетия. Сегодня существует множество модификаторов битума. Например это могут быть: стирол-бутадиен-стирол, этиленвинилацетат, латекс, полиолефин, сера, и др. Одними из самых эффективных модификаторов является резиновая крошка и СБС. Исследование улучшения физико-химических свойств можно определить такими методами как определение температуры размягчения по методу кольцо и шар (КиШ), глубина проникания иглы пенетromетра, определение температуры хрупкости по Фраасу, определение растяжимости, а также метод инфракрасной спектроскопии.

Результаты: 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.

Ключевые слова: Резиновая крошка, вяжущее, модифицирование, дисперсная система, сольватная оболочка, структура.

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°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 резинотехнической 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 коллег.

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.

Из рис. 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

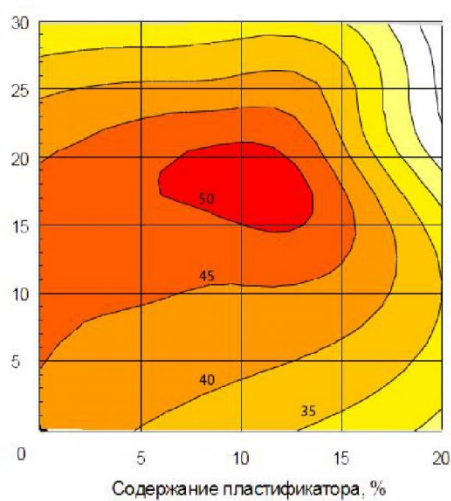


Рис.1 График изменения температуры размягчения по кольцу и шару РБВ от содержания пластификатора и резиновой крошки

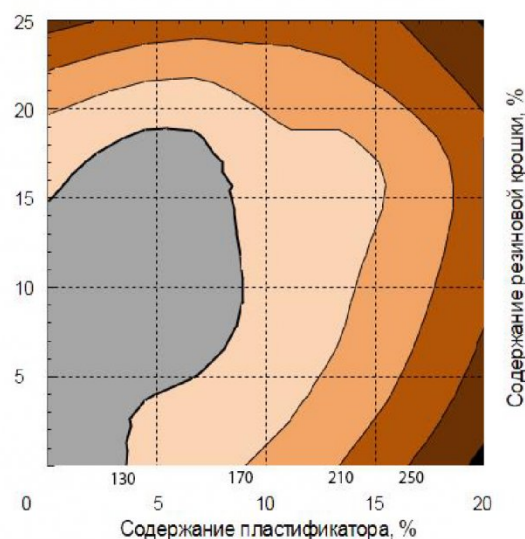


Рис.2 График изменения глубины проникания иглы при 25°C от содержания пластификатора и резиновой крошки

содержании резиновой крошки 19 % и пластификатора 12,5 %.

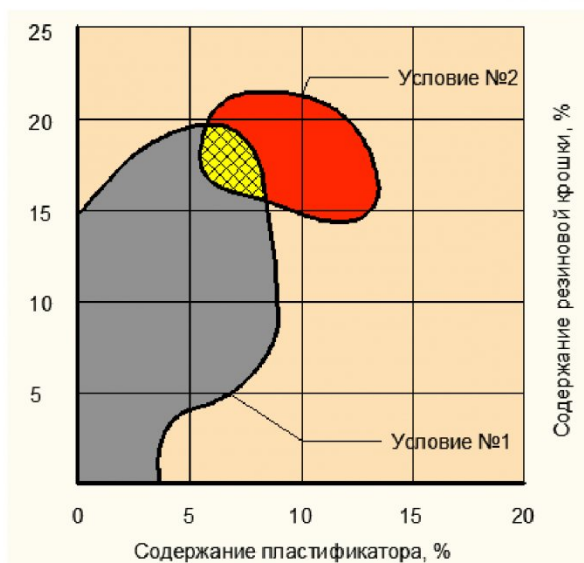


Рис.3 Нахождение области удовлетворяющей условиям 1 и 2

Анализируя данные на рис. 2, полученные в ходе эксперимента, можно установить, что введе-

ние в битум пластификатора и резиновой крошки значительно увеличивает глубину проникания иглы при 25 °С т.к. происходит «разжижение» конечного продукта.

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

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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

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, полимерасфальтобетон 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 «Техно-принт», 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 End, Volume 28, Number. 7.

Поступило в редакцию 14.05.2015

JUSTIFICATION OF RATIONAL STRUCTURE BITUMINOUS KNITTING MODIFIED BY THE RUBBER CRUMB

Lukyanova Maria A.,

student e-mail: mary-urie@mail.ru

Vakhyanov Evgeny M.,

assistant to chair of highways, e-mail: ev_j_en@mail.ru

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Abstract

The urgency of the discussed issue: Modifications bituminous knitting are entered into their structure polymers which allow to change one or several properties. At polymeric and bituminous PB (PBP) in comparison with usual bitumens the plasticity interval that allows to keep operational properties both at low, and at high temperatures is higher. Application of PBV provides increase in reserve maintenance periods of service of a covering of highways from 3–4 to 7–10 years that allows to pay back completely expenses for some years of operation.

The main aim of the study: Definition of rational structure bituminous knitting modified by a rubber crumb.

The methods used in the study: Modifying of bitumen began in the 60th years of last century. Today there is a set of modifiers of bitumen. For example it can be: styrene-butadiene-styrene, этиленвинилацетат, latex, polyolefin, sulfur, etc. One of the most effective modifiers is the rubber crumb and SBS. Research of improvement of physical and chemical properties can be determined by such methods as determination of temperature of a softening by a method a ring and a sphere (KISH), depth of penetration of a needle of a penetrometr, determination of temperature of fragility across Fraas, definition of tensile properties, and also a method of infrared spectroscopy.

The results: Receiving modified bituminous knitting on the basis of a rubber crumb has appeal to application in road construction. As the cost of a rubber crumb isn't surpassed by the bitumen cost, and a share of softener not of a bike, the price of a ready-made product will be comparable to bitumen cost, at physical and chemical parameters of relatives to modified knitting on the basis of SBS.

Key words: *A rubber crumb, knitting, modifying, disperse system, a solvatny cover, structure.*

REFERENCES

1. Construction of highways in Russia [An electronic resource]//provinciallynews.ru – the access Mode: http://provinciallynews.ru/publ/nedvizhimost/stroitelstvo/stroitelstvo_avtomobilnykh_dorog_v_rossii/15-1-0-172. - Zagl. from the screen.].
2. GOST 9128-2013. Mixes asphalt concrete, polimerasfaltobetonny, asphalt concrete, полимерасфальтобетон for highways and airfields [Text] / Standartinform. – М, 2014.
3. GOST 22245-90. Bitumens the oil road viscous. Specifications [Text] / Gosstandart of the USSR. – М, 1996. (rus)
4. Knitting and rezinoasfaltobetona of BITREK. Experience of Application / JSC NPG INFOTEKH. – km. – 2014. – 20 pages. (rus)
5. Modified road knitting, applied in France [An electronic resource]//www.nestor.minsk.by – the access Mode: <http://www.nestor.minsk.by/sn/1998/35/sn83519.htm> - Zagl. from the screen.].
6. Rosavtodor advances science [An electronic resource]//transportrussia.ru– the access Mode: <http://www.transportrussia.ru/avtomobilnyy-transport/rosavtodor-prodvigaet-nauku.html> - Zagl. from the screen.].
7. New materials in road construction: Studies. grant/VA. Verenko. – Мн.: Tekhnoprint Unitary Enterprise, 2004. – 170 pages. (rus)
8. "Sibur" analysed a problem of utilization of tires in Russia [An electronic resource]//sibur.colesa.ru. – Access mode: <http://sibur.colesa.ru/news/10449.html>. - Zagl. from the screen.].
9. "Unir" and other modifiers [An electronic resource]//www.nk-group.ru – the access Mode: http://www.nk-group.ru/PUBLIKACII/A_dorogi_N_04-2010_Unirem.pdf - Zagl. from the screen.].
10. New life of the "squeezed-out" bitumens [An electronic resource]//i-stroy.ru – the access Mode: 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 End, Volume 28, Number. 7. (rus)

Received 14.05.2015