

УДК 625.878.06(571.17)

ХИМИЗМ ПРОЦЕССА УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНОГО ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ

Покладий Яна Николаевна,
студентка, e-mail: janapkladijj@rambler.ru

Папин Андрей Владимирович,
кандидат .технических наук , e-mail: papinandrey@rambler.ru

Иванов Сергей Александрович,
ассистент , e-mail: altai-serg@mail.ru

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

Аннотация

Актуальность: Из-за низкого качества выпускаемого в России битума постоянно идет поиск путей его улучшения. От этого зависит срок службы дорожных покрытий автомобильных дорог и аэродромов. Существует множество способов модификации битумов с использованием различных полимеров, однако в последнее время акцент перемещается в сторону резинобитумных вяжущих, так как данный способ модификации не только дешевле остальных, но и улучшает и без того напряженную экологическую обстановку.

Цель работы: Обоснование химической составляющей процесса модицирования полимерно-битумных вяжущих на основе резиновой крошки.

Методы исследования: Необходимость модицирования битума связана с плохими эксплуатационными свойствами последнего. На протяжении нескольких лет были предприняты попытки модификации вяжущего резиновой крошкой, которые дали положительный результат. Необходимо было определиться каким образом происходит подобное улучшение свойств конечного продукта. Для этого необходимо было определить теоретические предпосылки сшивки сопутствующих компонентов, а также использование средств позволяющих исследовать структуру вяжущего. Например: электронный микроскоп, спектрометр, литературные источники.

Результаты: Технологические свойства резинобитумного вяжущего обусловливаются совокупностью: молекулярным сцеплением частиц дисперской фазы друг с другом в местах контакта, там, где толщина прослоек дисперсионной среды между ними минимальна (лишенных фактора устойчивости). В предельном случае возможен полный фазовый контакт. Коагуляционное взаимодействие частиц вызывает образование структур с выраженными обратимыми упругими свойствами; наличие тончайшей пленки в местах контакта между частицами.

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

Проблема утилизации резинотехнических изделий и отработанных шин, особенно от карьерных автосамосвалов, актуальна для России, так как нагрузка на экологию регионов страны ежегодно возрастает. В то же время изношенные шины представляют собой продукцию полимер содержащих отходов, практически не подверженных природному разложению и при этом являющихся пожароопасными [1]. На сегодняшний день в Кемеровской области имеющиеся потенциальные возможности по переработке изношенных автомобильных шин явно превосходят реальную потребность, что заставляет переработчиков активно искать новые рынки сбыта своей продукции. Одним из наиболее перспективных путей является использование резиновой крошки в дорожном строительстве путем получения композиционных

резинобитумных вяжущих, так как дорожное строительство является одним из наиболее материальноемких и при правильном подходе способно потребить большую часть продукции резинопереработки.

Несмотря на имеющиеся в мире и России технологии получения и использования резинобитумных вяжущих, до сих пор в Кузбассе данные технологии не нашли своего массового применения, что обусловлено отрицательными результатами неоднократного строительства опытных участков [2]. Это обуславливает необходимость проведения дополнительных исследований по получению и использованию качественных композиционных резинобитумных вяжущих для эффективного их применения в погодно-климатических условиях конкретного региона.

В соответствии с СП 34.13330.2012 [3] для обеспечения требуемой сдвигостойчивости и трещиностойкости асфальтобетона рекомендуется применять полимерно-битумные вяжущие (ПБВ) на основе блок-сополимеров типа стирол-бутадиен-стирол (СБС), при этом температура размягчения должна быть не ниже 60...65°C, а температура хрупкости по Фраасу достигать минус 45°C в погодно-климатических условиях Кемеровской области [5]. Однако в соответствии с ГОСТ Р 52056-2003 [4] нормируемый показатель температуры размягчения по кольцу и шару для, например, ПБВ90 составляет не ниже 51°C, а температуры хрупкости по Фраасу – не выше минус 25°C, т.е. интервал пластиичности ПБВ данной марки должен составлять не менее 76°C, в то время как требуемый интервал пластиичности для Кузбасса равен 105...110°C. Интервал пластиичности ПБВ на основе СБС может быть доведен до такого значения, однако содержание полимера в вяжущем должно быть порядка 4...5 %, что приведет к технологическим сложностям по растворению такого количества полимера и поддержанию однородности вяжущего во время транспортировки и хранения, повышению его вязкости и существенному росту стоимости, а также значительному снижению адгезионной способности.

В источнике [17] говорится о том, что авторам фактически удалось приблизиться к границам интервала пластиичности в 90...95°C. Это меньше рекомендуемых показателей для Кемеровской области, но выше чем у исходного битума в 1,5 раза.

Высокие эксплуатационные показатели резинобитумного вяжущего получены благодаря использования «мокрого» способа – структурированию системы «резиновая крошка-пластификатор-битум» [6]. Разработанная технология позволяет получать стабильную пасту. Известно, что пасты

– высококонцентрированные суспензии, обладающие структурой. Структура паст – это пространственная сетка, образованная частицами дисперсной фазы (резиновая крошка), в петлях которой находится дисперсионная среда (нефтяной битум). Можно сказать, что пасты занимают промежуточное положение между порошками и разбавленными суспензиями [16]. Так как пасты – структурированные системы, определяющим является их структурно – механические свойства, которые характеризуются такими параметрами, как вязкость, упругость, пластичность. Пасты имеют коагуляционную структуру, поэтому их технологические свойства определяются, главным образом, механическими свойствами межчастичных жидких прослоек [8, 9]. Через эти прослойки действуют силы притяжения между частицами, зависящие от расстояния между ними (толщина прослоек) и обусловлена Van – дер – ваальсовыми и водородными связями. Причем, прочность контакта могут уменьшать силы отталкивания между частицами, обеспечивающими агрегатную устойчивость суспензии, именно по этому структуры в агрегатно устойчивых суспензиях не образуются или, если и образуются, то очень непрочные.

На поверхности резиновой крошки происходит сорбция нефтяного битума, в связи с этим пластификатор может взаимодействовать лишь с свободными центрами поверхности резиновой крошки [7]. В этом случае взаимодействие молекул пластификатора с резиновой поверхностью в определенной степени затруднена адсорбцией битума. Вследствие этого, связывание пластификатора с поверхностью крошки в присутствии битума уменьшается. Из этого следует, что при получении битумного вяжущего – по факту представляющего собой пасту, происходит неполная стабилизация дисперсной системы пластификатором.

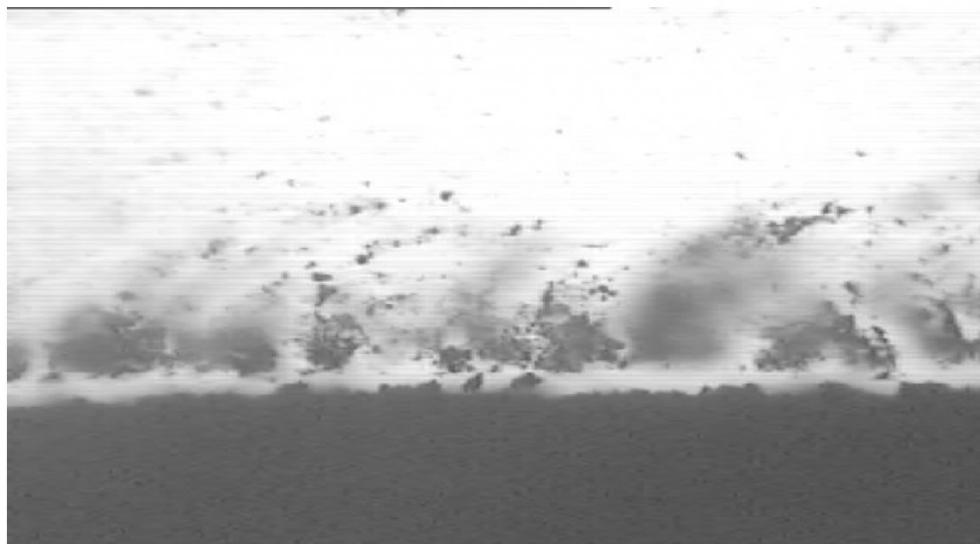


Рис.1. Граница капли битумного вяжущего (увеличение в 42 раза)

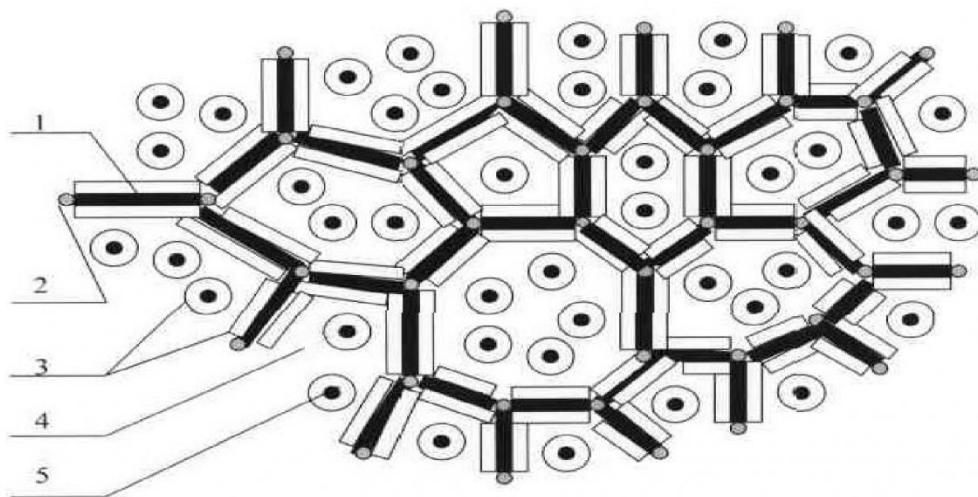


Рис.2. Модель пространственной структуры битумного вяжущего (плоскостная проекция):

1 – крупные частицы резиновой крошки; 2 – участки поверхности частиц, не имеющих фактора устойчивости; 3 – участки поверхности частиц, имеющие фактор устойчивости; 4 – петли структуры заполненные дисперсионной средой; 5 – мелкие частицы угля

При неполной стабилизации дисперсной системы двойной электрический слой и сольватная оболочка частиц нарушается лишь частично, происходит слипание частиц в определенных местах, на участках поверхности не имеющих фактора устойчивости после стабилизации, т.е. в местах, где адсорбировался нефтяной битум. Образуется пространственная сетка, в петлях которой сохраняется дисперсионная среда (нефтяной битум). Образующаяся жидкостная прослойка между частицами, хотя и уменьшает прочность структуры, но придает ей некоторую пластичность и эластичность. Мелкие частицы резиновой крошки стабилизируются полностью. Это объясняется наличием более плотных слоев пластификатора на мелких частицах, что обуславливает их отталкивание и препятствует агрегации [13, 14, 15].

Эти предположения подтверждают фотография границы капли битумного вяжущего представленного на рис. 1,

На фотографии видно, что более крупные частицы резиновой крошки находятся в “слепленном состоянии” между собой по участкам поверхности не имеющим фактора устойчивости после стабилизации, образуя микропетли содержащие внутри дисперсионную среду - битум [11]. Наиболее мелкие частицы резиновой крошки находятся в “не слепленном состоянии” и присутствуют как внутри микропетель так и в свободном состоянии и занимают наиболее “выгодное” для себя положение. Следовательно, можно предпо-

ложить, что резинобитумное вяжущее по своей структурированной системе является гелеподобным или гелеобразным [12].

Таким образом, можно представить модель пространственной структуры битумного вяжущего (рис.2.).

Таким образом, технологические свойства резинобитумного вяжущего обусловливаются совокупностью: молекулярным сцеплением частиц дисперсной фазы друг с другом в местах контакта, там, где толщина прослоек дисперсионной среды между ними минимальна (лишенных фактора устойчивости). В предельном случае возможен полный фазовый контакт. Коагуляционное взаимодействие частиц вызывает образование структур с выраженным обратимыми упругими свойствами; наличие тончайшей пленки в местах контакта между частицами[10]. Коагуляционные структуры отличаются резко выраженной зависимостью структурно – механических свойств от интенсивности механических взаимодействий. Никакие массообменные процессы в структурированных системах нельзя осуществить, не разрушив предварительно в них структуру. Разрушение пространственных структур в пастах – достаточно сложный процесс, характеризуемый тем, что по мере увеличения степени разрушения существенно изменяется и сам механизм распада структуры (например, перегрев пасты – начало пиролиза резиновой крошки и т.п.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бизнес на утилизации [Электронный ресурс] // Строительный Кузбасс. - Режим доступа : http://www.stroykuzbass.com/upload/iblock/c4d/business_na_utilizacii.pdf. – Загл. с экрана.
2. Шабаев, С. Н. Влияние размера резиновой крошки на технологические параметры получения ре-

- зино-битумного вяжущего [Текст] / С. Н. Шабаев, С. А. Иванов, Е. М. Вахьянов // Молодой ученый, 2013. - № 2. – С. 75-77.
3. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. Актуализированная редакция СНиП 2.05.02-85* [Текст] / Минрегион России. – М., 2012.
 4. ГОСТ Р 52056-2003. Вяжущие полимерно-битумные дорожные на основе блок-сополимеров типа стирол-бутадиен-стирол. Технические условия [Текст] / Госстандарт России. – М., 2003.
 5. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99* [Текст] / Минрегион России. – М., 2012.
 6. Полуянов А.Ф., Макотинский М.П. Перспективы производства полимерных материалов для строительства // Строительные материалы. - 1986. - №3.
 7. Кириллова Л.Г., Филиппова А.Г., Охотина Н.А., Лиакумович А.Г., Самуилов Я.Д. Полимербитумные связующие на основе тройного этиленпропиленового синтетического каучука // Строительные материалы. - 2000. - №3.
 8. Коренькова С.Ф., Давиденко О.В. Роль органоминеральных комплексов в структуре битумокомпозиционных вяжущих // Строительные материалы. - 1998. - №11.
 9. Руденская И.М., Руденский А.В. Реологические свойства битумов. - М.: Высшая школа, 1967.
 10. Фролова М.К. Исследование влияния хлорпренового каучука (натрита) на структуру и структурно-механические свойства битумно-каучуковых композиций // Труды СоюздорНИИ. - М.: 1977. -№89.
 11. Органические вяжущие для дорожного строительства / Руденская И.М., Руденский А.В., - М.: ИНФРА-М, 2010.
 12. James E. Mark, Burak Erman, C. Michael Roland The Science and Technology of Rubber. Fourth Edition. – Oxford, – 2013. –786 p.
 13. Smadja R., Deligne P. La mousse de bitumen // Rev. Generale des routes et des acrodromes, 1982. N587. P 72-75.
 14. Bituminous binders for road construction and maintenance, 2007. Published by Sabita, pp: 13-18.
 15. The use of Modi ed Bituminous Binders in Road Construction, 2007. Published by the Asphalt Academy.
 16. CHEN, J.S. and C.H. LIN, 1999. Construction of Test Road to Evaluate Engineering Properties of Polymer-Modified Asphalt Binders. International Journal of Pavement Engineering, 01 Feb 2007.
 17. «Сборник материалов VI Всероссийской 59-й научно-практической конференции молодых ученых РОССИЯ МОЛОДАЯ 2014 [Электронный ресурс] // <http://science.kuzstu.ru> – Режим доступа: <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2014/materials/pages/sections.htm> - Загл. с экрана.

Поступило в редакцию 14.05.2015

CHEMISM OF PROCESS OF IMPROVEMENT OF THE PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS OF THE POLYMERIC AND BITUMINOUS KNITTING ON THE BASIS OF THE RUBBER CRUMB

Poklady Yana N.,
student, e-mail: janapkladijj@rambler.ru

Papin Andrey V.,
C. Sc. (Engineering), Associate Professor, e-mail: papinandrey@rambler.ru

Ivanov Sergey A.,
assistant, e-mail: altai-serg@mail.ru

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

Abstract

The urgency of the discussed issue: Because of poor quality of the bitumen which is let out in Russia constantly there is a search of ways of its improvement. Service life of road coverings of highways and airfields depends on it. There is a set of ways of modification of bitumens with use of various polymers, however recently the accent moves the rezinobitumnykh knitting as this way of modification not only is cheaper than the others aside, but also improves already intense ecological situation.

The main aim of the study: Justification of a chemical component of process a moditsirova-niya polymeric and bituminous knitting on the basis of a rubber crumb.

The methods used in the study: Need of modifying of bitumen is connected with bad operational properties of the last. For several years attempts of modification knitting a rubber crumb which yielded positive result were made. It was necessary to be defined how there is a similar improvement of properties of the final product. It was for this purpose necessary to define theoretical prerequisites of a stitching of the accompanying components, and also use of the means allowing to investigate structure of the knitting. For example: electronic microscope, spectrometer, references.

The results: Technological properties of rezinobitumny knitting are caused by set: molecular coupling of particles of a disperse phase with each other in contact places where thickness of layers of the dispersive environment between them is minimum (deprived of a stability factor). In a limit case full phase contact is possible. Coagulative interaction of particles causes formation of structures with the expressed reversible elastic properties; existence of the thinnest film in contact places between particles.

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

REFERENCES

1. Business on utilization [An electronic resource]//Construction Kuzbass. - Access mode: http://www.stroykuzbass.com/upload/iblock/c4d/business_na_utilizacii.pdf. – Zagl. from the screen.
2. Shabayev, S. N. Influence of the size of a rubber crumb on technological parameters of receiving rezinobituminous knitting [Text] / S. N. Shabayev, S. A. Ivanov, E. M. Vakhyanov//the Young scientist, 2013. - No. 2. – Page 75-77. (rus)
3. Joint venture 34.13330.2012. Highways. The staticized edition Construction Norms and Regulations 2.05.02-85 * the [Text] / Ministry of Regional Development of the Russian Federation. – M, 2012. (rus)
4. GOST P 52056-2003. Knitting polymeric and bituminous road on the basis of block copolymers like styrene-butadiene-styrene. Specifications [Text] / Gosstandart of Russia. – M, 2003. (rus)
5. Joint venture 131.13330.2012. Construction climatology. The staticized edition Construction Norms and Regulations 23-01-99 * the [Text] / Ministry of Regional Development of the Russian Federation. – M, 2012. (rus)
6. Poluyanov A.F., Makotinsky M.P. Prospects of production of polymeric materials for construction//Construction materials. - 1986. - No. 3. (rus)
7. Kirillova L.G., Filippova A.G., Okhotina N. A., Liakumovich A.G., Samuilov of Ya.D. Polimerbitumnye binding on the basis of threefold etilenpropilenovy synthetic rubber//Construction materials. - 2000. - No. 3. (rus)
8. Korenkova S.F., Davidenko O. V. Rol the organomineralnykh of complexes in structure the bitumokompozitsionnykh the knitting//Construction materials. - 1998. - No. 11.
9. Rudenskaya I.M., Rudensky A.V. Rheological properties of bitumens. - M.: The higher school, 1967. (rus)
10. Frolova M. K. Research of influence of hlorprenovy rubber (natrit) on structure and structural and mechanical properties of bituminous and rubber compositions//Works of Soyuzdorniya. - M.: 1977.-№89. (rus)
11. Organic knitting for road construction / Rudenskaya I.M., Ru-densky A.V., - M.: INFRA-M, 2010.
12. James E. Mark, Burak Erman, C. Michael Roland The Science and Technology of Rubber. Fourth Edition. – Oxford, – 2013. –786 p.
13. Smadja R., Deligne P. La mousse de bitumen//Rev. Generale des routes et des acrodromes, 1982. N587. P 72-75. (rus)
14. Bituminous binders for road construction and maintenance, 2007. Published by Sabita, pp: 13-18. (rus)
15. The use of Modik ed Bituminous Binders in Road Construction, 2007. Published by the Asphalt Academy. (rus)
16. CHEN, J.S. and C.H. LIN, 1999. Construction of Test Road to Evaluate Engineering Properties of Polymer-Modified Asphalt Binders. International Journal of Pavement Engineering, 01 Feb 2007. (rus)
17. "The collection of materials VI of the All-Russian 59th scientific and practical conference of young scientists RUSSIA YOUNG 2014 [An electronic resource]//<http://science.kuzstu.ru> – the access Mode: <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2014/materials/pages/sections.htm> - Zagl. from the screen.

Received 14.05.2015