

УДК 691.161

ИЗУЧЕНИЕ КОЛЛОИДНОЙ СТРУКТУРЫ РЕЗИНО-БИТУМНЫХ ВЯЖУЩХ

Е.М. Вахьянов, ассистент кафедры АДГК
Кузбасский Государственный Технический Университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Битумы состоят из смеси высокомолекулярных углеводородов, главным образом метанового (C_nH_{2n+2}) и нафтенового рядов и их кислородных, сернистых и азотистых производных. Элементарный химический состав всех битумов достаточно близок. В них 70... ..87 % углерода, до 15 % водорода, до 10 % кислорода, до 1,5 % серы (в природных битумах до 10 %), небольшое количество азота. Элементарный химический состав битумов позволяет судить только о материальном балансе элементов, из которых построены компоненты битумов, и не дает представления о десятках химических соединений, содержащихся в битумах, и об их влиянии на структуру и свойства битумов. Выделить индивидуальные углеводородные соединения из битумов весьма сложно. Поэтому для исследования структуры и свойств битумов специальными методами выделяют группы углеводородов с более или менее сходными свойствами. Такими группами являются масла, смолы, асфальтены и их модификации (карбены и карбоиды), асфальтогеновые кислоты и их ангидриды [1, 5].

Установление функциональной зависимости между вещественным составом, структурой материала и его физико-механическими свойствами имеет большое значение для изучения процессов структурообразования, связанного с технологией получения материалов с наперед заданными свойствами. Применительно к органическим вяжущим были развиты иве теории их строения: *мицеллярная и макромолекулярная*.

Мицеллярная теория была разработана для высокомолекулярных соединений, она рассматривает последние как систему кристаллов (мицелл). Каждая мицелла состоит из значительного числа небольших молекул, соединенных между собой в один кристаллит силами ассоциации, при этом силы ассоциации настолько велики, что каждая мицелла представляет собой самостоятельную кинетическую единицу с фазовой поверхностью раздела, т.е. качественно мицеллярные структуры можно рассматривать как изолированные фазы. Для битумов фазой являются асфальтены, окруженные оболочкой из смол, находящихся в масляной среде [4].

Битумная мицелла является сложной системой различных веществ от асфальтенового ядра, ассоциированного более или менее прочно со смолами разной молекулярной массы, до масел, являющихся дисперсной средой. В вязких и тех твердых битумах, где мицеллы занимают большую часть системы, масла находятся из-за сольватации в связанном неподвижном

состоянии. В жидких битумах мицеллы не связаны друг с другом и могут свободно перемещаться в среде масел.

В зависимости от содержания и свойств компонентов битумов (масел, смол и асфальтенов) могут образовываться различные дисперсные структуры: золь, гель, золь-гель.

Распространить мицеллярную теорию на все битумы трудно, т.к. она не объясняет высокую термодинамическую устойчивость структуры битума, сохраняющуюся долгие годы без признаков распада, а также способность асфальтенов и смол к самопроизвольному растворению в среде масел без затраты энергии и стабилизатора [2].

Макромолекулярная теория рассматривает высокомолекулярные органические вещества как соединения цепных или разветвленных макромолекул. Макромолекулярная теория исходит из следующих положений:

1. Макромолекулы могут представлять цепи различного строения: линейные, разветвленные сетчатые и пространственно построенные.

2. Макромолекулы непрерывно изменяют своё положение и конфигурацию, вследствие чего принимают различные формы.

3. Свойства высокомолекулярных соединений зависят от величины молекулярной массы, формы и ее гибкости, химического строения и величины сил ассоциации. Повышение молекулярной массы ведет к повышению межмолекулярного взаимодействия, а, следовательно, и вязкости; содержание функциональных групп повышает жесткость цепей. Как и в мицеллярной теории, в макромолекулярной теории основным структурообразующим компонентом являются асфальтены [3].

С точки зрения авторов статьи макромолекулярная теория лучше подходит для описания строения резино-битумного вяжущего.

Приготовление РБВ по авторской технологии предполагает первоначальное получение резиновой суспензии с последующем добавлением в битум.

Добавление девулканизированной резины в битум приводит к существенным изменениям в коллоидном строении материала. Каучук выступает в роли гелеобразователя формируя прочную трехмерную макромолекулярную сетку выступающую в роли каркаса, а в роли дисперсной среды выступают масла и парафины содержащиеся в структуре битума. Встраиваясь между макромолекулами асфальтенов, образуется тонкая прослойка каучука благодаря которой материал приобретает эластичные свойства при высоких температурах и пластичность при низких [6].

Для достижения наилучших физико-механических свойств готового продукта, при приготовлении резино-битумного вяжущего рекомендуется использовать битумы со строением типа «гель», поскольку в этом случае не происходит инверсии структуры и формируется более плотная макромолекулярная сеть. Сравнение физико-химических показателей резино-битумного вяжущего с исходным битумом представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение основных физико-химических показателей РБВ «БРК-КУЗБАСС» с исходным битумом БНД 60/90

Наименование показателя	БНД 60/90 (НПЗ г.Омск)	РБВ «БРК-КУЗБАСС»	Изменение показателя
Температура размягчения, °С	53,4	68	+27%
Температура хрупкости, °С	-15	-25	+67%
Эластичность, % при 25 °С	0	85	+85%
при 0 °С	0	58	+58%
Растяжимость, см (дуктильность) при 25 °С	70,0	10,3	-85%
при 0 °С	4,5	8,0	+78%
Пенетрация, мм при 25 °С	60	57	-5%
при 0 °С	26	25	-4%

Принятая теория строения резино-битумного вяжущего полностью описывает изменение в показателях в сравнении с исходным битумом:

1) Увеличение температуры размягчения – пространственный каркас образованный нитями каучука менее подвержен размягчению при повышении температуры чем битум.

2) Уменьшение температуры хрупкости – в составе каучуковой суспензии содержится масло-пластификатор, которое способствует улучшению данного показателя.

3) Эластичность – это свойство приобретает материал благодаря образованию каучуковой сетки внутри вяжущего

4) Уменьшение растяжимости – каучуковая сеть формирующаяся в структуре РБВ имеет меньшее значение растяжимости чем исходный битум, разрыв нитей сетки каучука приводит к возникновению возвратных напряжений обусловленных высокой эластичностью, что в конечном счете значительно уменьшает растяжимость материала.

5) Уменьшение пенетрации – предлагаемая технология приготовления РБВ не предусматривает полного растворения резиновой крошки, частицы которой создают дополнительное сопротивление движению иглы пенетromетра при проведении испытания.

6) Улучшение адгезии – нити каучуковой сетки активно сцепляются с поверхностью каменного материала, образуя дополнительные связи и удерживая пленку битума на его поверхности.

7) Увеличение вязкости - повышение молекулярной массы ведет к повышению межмолекулярного взаимодействия, а, следовательно, и вязкости.

Таким образом принятая теория описывает все изменения которые претерпевает битум на этапе модификации каучуковым концентратом. Следовательно предложенная модель взаимодействия может быть адекватной и применимой.

Список литературы

1. А.Г. Домокеев Строительные материалы. - М.: Высшая школа, 1988.
2. Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин Справочник по строительному материаловедению. - М.: Инфра-Инженерия, 2010.
3. Органические вяжущие для дорожного строительства / Руденская И.М., Руденский А.В., - М.: ИНФРА-М, 2010.
4. Новые материалы в дорожном строительстве: Учеб. пособие / В.А. Веренько. – Мн.: УП «Технопринт», 2004. – 170 с.
5. Руденская И.М., Руденский А.В. Реологические свойства битумов. - М.: Высшая школа, 1967.
6. Фролова М.К. Исследование влияния хлорпренового каучука (натрита) на структуру и структурно-механические свойства битумно-каучуковых композиций // Труды СоюздорНИИ. - М.: 1977. -№89.