

УДК 665.775

**ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ,  
ПОЛУЧЕННЫХ ПО РАЗЛИЧНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ****Н.П. СУХОВИЛО; канд. техн. наук, доц. С.М. ТКАЧЕВ  
(Полоцкий государственный университет)**

*Устанавливается взаимосвязь структуры поверхностного микрорельефа и свойств дорожных битумов, полученных по различным технологиям. Показано, что предпочтительной является структура, представленная одиночными глобулами или мелкими (до 10 мкм) гофрами, характерная для остаточных и компаундированных битумов, которые обладают большим интервалом пластичности и большей растяжимостью по сравнению с другими. Установлено, что поверхностный микрорельеф битумов чувствителен к вводимым в них добавкам, при этом изменение структуры битумов сопровождается изменением их свойств.*

**Ключевые слова:** дорожные битумы, структура, поверхностный микрорельеф, температура размягчения, температура хрупкости, пенетрация, растяжимость.

**Введение.** Одна из основных областей применения отечественного битума (около 70%) – дорожное строительство, что объясняется высокой степенью механизации изготовления асфальтобетонных покрытий и их относительно низкой стоимостью (они обычно в 2...2,5 раза дешевле покрытий из цементобетона). Асфальтобетон обладает такими достоинствами, как возможность устройства тонких слоёв, высокая демпфирующая способность и ремонтоспособность, низкий уровень шума, технологичность. Однако, как и любой другой материал, асфальтобетон имеет свои пороговые параметры надёжности и долговечности. Ежегодный прирост интенсивности движения, увеличение нагрузок на ось и массы транспортных средств, резкие циклические перепады температур приводят к быстрому разрушению материала покрытий и дорожных одежд в целом. Межремонтные сроки службы дорожных покрытий в городах составляют 2...3 года, за городом – около 4...6 лет, что требует больших капитальных затрат. В то же время отказ от применения асфальтобетонных покрытий и замена их цементобетоном нецелесообразны по ряду причин: устройство цементобетонных покрытий требует повышенных материальных затрат, цементобетон обладает низкой ремонтпригодностью и долговечностью в условиях интенсивного воздействия химических реагентов, которые применяются в борьбе с гололёдом, особенно в городских условиях [1].

Свойства асфальтобетона и его поведение в процессе эксплуатации во многом зависят от характеристик вяжущего материала. Для того чтобы асфальтобетон обладал такими свойствами, как прочность на сжатие, деформативность, теплоустойчивость, морозостойкость, необходимо наличие у битума соответствующего комплекса структурно-механических свойств, а также хорошего сцепления с зёрнами минерального материала [2].

**Основная часть.** В настоящее время общепризнанной является точка зрения, согласно которой битумы представляют собой дисперсные системы, их свойства зависят не только от их группового состава, но и от концентрации дисперсной фазы, строения дисперсных частиц и их агрегатов.

Значительное число исследователей считают, что битумы состоят из трёх составных частей: лиофобных дисперсных частиц (асфальтенов), лиофильных соединений (смола), окружающих лиофобные частицы и препятствующих их слиянию и масляной фазы, в которой они суспендированы. Структурообразование в битуме связывают прежде всего с асфальтенами. При этом определяющими факторами структурообразования являются концентрация и структурное состояние асфальтенов, зависящее от дисперсионной среды битума [3–7]. Различия во взглядах обнаруживаются при объяснении принципов построения самой структуры, а также характера и вида взаимодействия в ней.

Ряд ученых отвергают модель стабилизации асфальтенов смолами, так как она основана на умозрительных заключениях и не имеет прямых экспериментальных подтверждений. В качестве доказательства приводятся результаты экспериментов, которые свидетельствуют об отсутствии прямого влияния смол на закономерности агрегирования асфальтенов [8].

По классификации, приведенной в работе [3], дисперсные системы по отсутствию или наличию взаимодействия между частицами делятся на свободнодисперсные и связнодисперсные. Некоторые исследователи эти состояния называют соответственно золь и гель.

В работе [9] предложена следующая модель, описывающая строение битума со структурой геля. Асфальтеновые молекулы в результате взаимодействия друг с другом, а также с высокоароматизированными компонентами образуют комплексы, которые напоминают кристаллиты. При образовании комплексов отдельные сегменты асфальтенов и тяжёлых ароматических компонентов могут взаимно распо-

лагаться таким образом, что они образуют структурную сетку эластичного геля, отдельные элементы которого окружены молекулами масляной фазы. Этот процесс происходит медленнее, чем формирование комплексов, поэтому степень структурированности таких битумов со временем увеличивается. Между двумя крайними структурами (геля и неупорядоченной – золя) имеются промежуточные структуры, которые состоят из относительно крупных структурных элементов, не соединённых между собой и не образующих сплошной структуры.

В работах А.С. Колбановской предложена классификация структур, характерных для битумов, аналогичная разделению на системы типа «гель», «золь» и «золь-гель». Битум А.С. Колбановская рассматривает как пространственную дисперсную систему, в которой дисперсная фаза – асфальтены, а дисперсионная среда состоит из парафинафтеновых, ароматических углеводородов и смол. Асфальтены набухают в дисперсионной среде, которая структурирована смолами в различной степени [5; 10].

Структура I типа («гель») представляет собой коагуляционную сетку-каркас из асфальтенов, которые находятся в слабо структурированной смолами дисперсионной среде. Битумы I типа содержат свыше 25% (масс.) асфальтенов, менее 24% смол и более 50% масляных углеводородов. Такие битумы обладают пластичностью в широком интервале температур, тиксотропностью, заметным пределом текучести, пологой вязкостно-температурной кривой. Однако они малопрочны, обладают низкими когезией и растяжимостью. Данные битумы получают окислением гудрона с малой глубиной отбора масел из мазута, компаундированием глубокопереокисленных битумов с экстрактами селективной очистки масел.

Структура II типа («золь») – это предельно стабилизированная разбавленная суспензия асфальтенов в дисперсионной среде, сильно структурированной смолами. Асфальтены не взаимодействуют и не связаны между собой. Битумы II типа содержат не более 18% (масс.) асфальтенов, свыше 36% смол и не более 48% масел. Эти битумы имеют узкий интервал пластичности, нетиксотропны, дают резкие изменения вязкости с изменением температуры. Получают битумы II типа при незначительном доокислении гудронов после большого отбора масел; компаундированием асфальта деасфальтизации с экстрактами селективной очистки масел; из асфальта деасфальтизации. К ним относятся также остаточные битумы, полученные при перегонке лёгких масляных нефтей.

Структура III типа («золь-гель») описана как система, в которой существуют зародыши коагуляционной структуры, но отсутствует сплошной коагуляционный каркас. Дисперсионная среда структурирована смолами в значительно большей степени, чем среда битумов I типа, но в меньшей степени, чем среда битумов II типа. Битумы III типа имеют промежуточный состав и содержат не более 21...23% (масс.) асфальтенов, 30...34% смол, 45...49% масел. По свойствам эти битумы занимают промежуточное положение и считаются наиболее приемлемыми для дорожных покрытий. Получают такие битумы непрерывным окислением гудронов средней глубины отбора масел, компаундированием переокисленных битумов (до температур размягчения 56...60 °С) с гудроном, а также из тяжёлых смолистых нефтей путём глубокого отбора масел. Структура III типа, по мнению А.С. Колбановской, является предпочтительной для дорожных битумов.

По данным Б.Г. Печеного [11], при изменении структуры битума от золя к гелю наблюдаются следующие явления:

- понижаются температура растрескивания и температура хрупкости (для образцов с одинаковой пенетрацией при 25 °С);
- повышается устойчивость к усталостному механическому воздействию в интервале температур от минус 30 °С до 0;
- чувствительность битумов к скорости механического нагружения постоянно снижается;
- снижается устойчивость к термоокислительному старению.

По сравнению с битумами других структур, минимальной чувствительностью показателей трещиностойкости к скорости охлаждения обладают битумы типа «золь-гель». По мере увеличения числа изгибов при 0 °С температура хрупкости повышается более быстро для битумов со структурой, близкой к гелю, чем для битумов со структурой «золь-гель» или близкой к золю [11].

В работе [12] в качестве одной из причин, способствующих снижению долговечности дорожных покрытий, рассматривается структурообразование в битуме в результате взаимодействия асфальтеновых молекул. Данный процесс приводит к повышению теплостойкости битумов, но при этом сопровождается уменьшением объёма. Это вызывает в дорожных покрытиях деформации ползучести при повышенных температурах и внутренние напряжения при отрицательных, что способствует их растрескиванию.

Для неокисленных битумов характерно наличие более мелких дисперсных частиц (85...86% коллоидных образований с размерами 9...10 нм) по сравнению с окисленными (69...70% коллоидных частиц с размером до 440 нм) [13]. На основании этих данных неокисленные битумы можно отнести к системам типа «золь», а окисленные – к системам типа «золь-гель». При этом по своим свойствам неокисленные битумы имеют ряд преимуществ перед окисленными: характеризуются большей пластичностью

и хорошими адгезионными характеристиками, способствуют обеспечению повышенной гидрофобности асфальтобетонов и увеличивают долговечность дорожного покрытия [13–16].

Таким образом, анализ литературных данных показывает, что исследователи рассматривают структурное состояние битумов в качестве одного из факторов, влияющих на их свойства. Однако предложенные модели строения битумов основываются на результатах, полученных при помощи косвенных методов исследования структуры, т.е. в основе этих методов лежит изучение макроскопических характеристик объекта (например, реологических свойств).

В работах [17; 18] предложен метод исследования структуры поверхностного микрорельефа битумов и нефтяных остатков с помощью оптического микроскопа. Данный метод основан на использовании термодиформационного травления для подготовки анализируемых продуктов и позволяет непосредственно изучать структуру битумов и нефтяных остатков без её разрушения и изменения (на основе анализа поверхностного микрорельефа образцов). Основными типами структурных элементов, выявленных на поверхности битумов и нефтяных остатков, являются гофры (участки с поперечными волнообразными складками) и глобулы (мелкодисперсные округлые частички). Кроме указанных структурных элементов, возможно формирование скоплений гофр и глобул; дендритных структур различного строения; элементов крупноглобулярного типа в виде эллипса, а также элементов, имеющих форму тора. Методом вискозиметрии было доказано, что гофры и глобулы являются структурными образованиями битума, так как вязкость образцов после подготовки, аналогичной термодиформационному травлению, существенно больше вязкости исходных битумов [19].

Кроме оптической микроскопии, для исследования образцов, подготовленных методом термодиформационного травления, использовалась сканирующая зондовая микроскопия (атомно-силовая микроскопия), позволяющая получать изображения объекта с нанометровым разрешением. Характерный микрорельеф поверхности битума устойчиво выявляется при помощи атомно-силовой микроскопии, следовательно, структурные элементы микрорельефа являются реальными объектами, так как данный метод исследования основан на регистрации силовых взаимодействий между сенсором и поверхностью образца.

Согласно результатам исследований, структура дорожных битумов, выявляемая при помощи описанной выше методики, зависит от ряда факторов, в том числе от способа получения битума, наличия добавок в составе битума и др.

В качестве объектов исследования использовались такие образцы:

- остаточные битумы фирмы «Nupas», произведенные из тяжёлой нефтеновой венесуэльской нефти путем её вакуумной перегонки;
- окисленные битумы ОАО «Нафтан», полученные из гудрона смеси западно-сибирских нефтей;
- окисленный битум из гудрона высокосмолистой нефти Ярегского месторождения;
- компаундированные битумы ОАО «Нафтан», полученные путём смешения переоxygenенного битума с гудроном.

Технические свойства битумов определены в соответствии со стандартными методиками и представлены в таблице.

**Свойства исследованных образцов**

Наименование продукта и производитель	Номер образца	Температура размягчения, °С	Температура хрупкости, °С	Пенетрация при 25 °С, 0,1 мм	Растяжимость при 25 °С, см
Остаточные дорожные битумы фирмы «Nupas» (Швеция), полученные из венесуэльской нефти:					
- В-120	1	41	-8	122	>100
- В-60	2	48	-2,5	53	>100
Окисленные дорожные битумы:					
- БНД 90/130, ОАО «Нафтан»	3	44	-17	130	68
- БНД 90/130, ОАО «Нафтан»	4	46	-17	100	80
- БНД 90/130, ОАО «Нафтан»	5	48	-	95	70
- БДУ, ЗАО «Битран» (Ухта, Россия)	6	45	-17	108	>100
- БНД 60/90, ОАО «Нафтан»	7	51	-15	67	56
Компаундированные дорожные битумы:					
- БНД 90/130, ОАО «Нафтан»	8	51	-20	105	104
- БНД 60/90, ОАО «Нафтан»	9	62	-16	70	70

Полученные результаты показывают, что битумы с близкими температурами размягчения могут значительно отличаться по показателям растяжимости и пенетрации. При этом фиксируются существенные структурные отличия битумов (при одинаковых условиях формирования структуры). Приведенные ниже данные по исследованию структуры битумов были получены при следующих условиях подготовки проб: нагревание в течение 20 минут при 180 °С и последующее охлаждение со средней скоростью 0,1...0,5 °С в минуту.

Битумы со структурой, представленной одиночными глобулами (со средним размером 0,5...1 мкм), обладают высокой растяжимостью (более 100 см при 25 °С) и относительно высокой температурой хрупкости (образцы № 1 и № 2).

Окисленные битумы № 3...5 имеют гофрированную структуру (длина гофровых элементов достигает 10...50 мкм), причём гофровые элементы окружены участками мелкозернистого строения. Для данных образцов характерны значительно более низкие температуры хрупкости, но при этом и меньшая пластичность по сравнению с образцами № 1, 2 (растяжимость при 25 °С составляет 68...80 см). Битум № 6 имеет интервал пластичности, примерно равный интервалу пластичности у образцов № 3, 4, и одновременно высокие значения пенетрации и растяжимости при 25 °С (см. таблицу). Основными структурными образованиями у данного образца являются элементы гофрового типа, размер которых составляет примерно 10 мкм.

Компаундированные битумы, полученные на ОАО «Нафтан» смешением переокисленного битума и высоковязкого гудрона (образцы № 8 и 9), по сравнению с окисленными битумами (образцы № 3...5 и образец № 7) обладают более высокими температурами размягчения и более низкими температурами хрупкости. При этом растяжимость компаундированных битумов больше, чем у окисленных. Компаундированные битумы ОАО «Нафтан», в отличие от окисленных, характеризуются мелкогофрированной структурой (длина гофровых элементов составляет не более 10 мкм). На рисунке 1 представлены изображения поверхности окисленного и компаундированного битумов, произведенных ОАО «Нафтан».

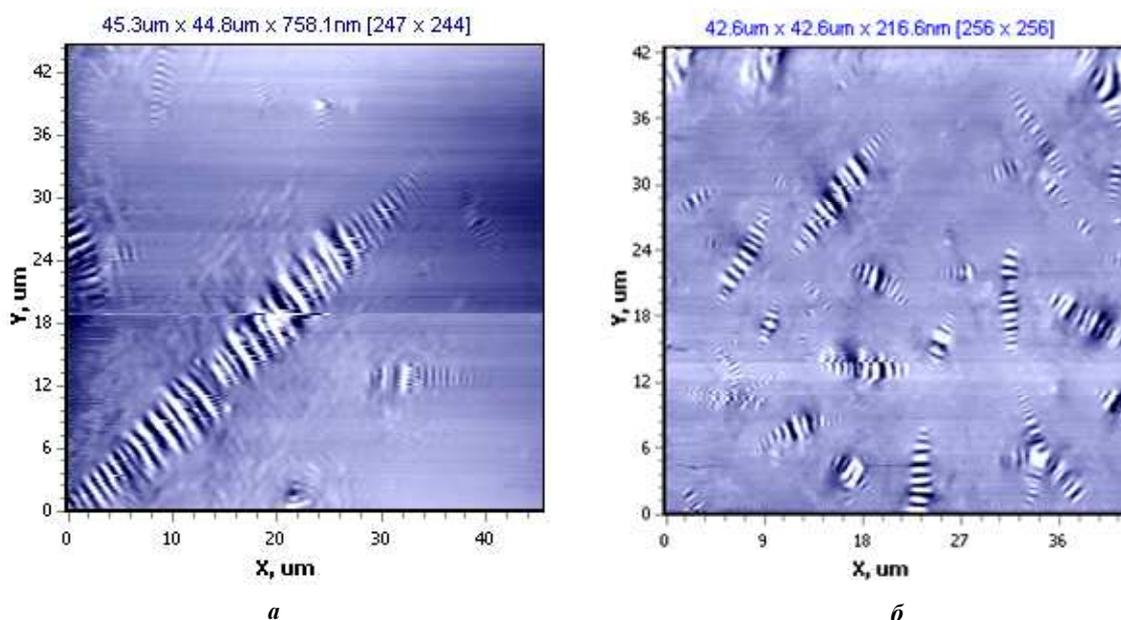


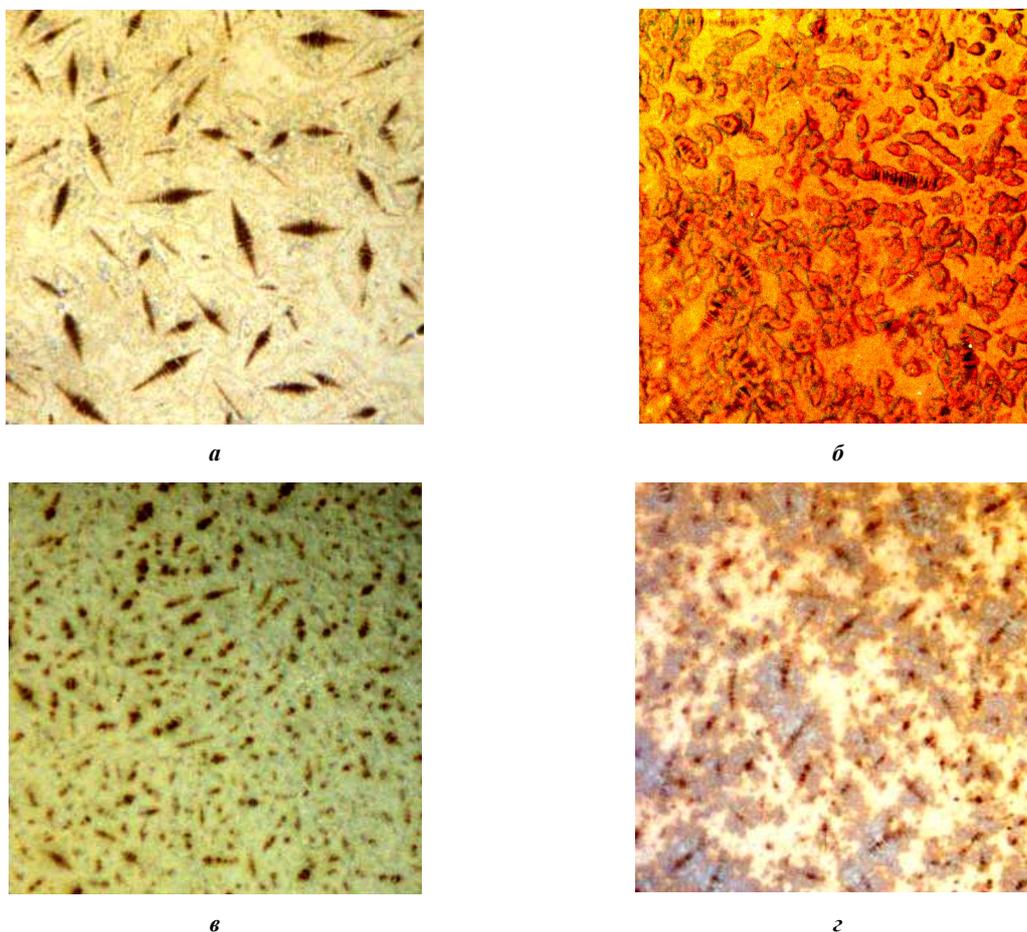
Рисунок 1 – Фрагменты поверхности окисленного (а) и компаундированного (б) битумов марки БНД 90/130 (образцы № 3 и 8 соответственно). Атомно-силовая микроскопия

В работе [20] структура остаточных битумов была отнесена к типу «золь», а структура окисленных и компаундированных дорожных битумов – к типу «золь-гель», так как она занимает промежуточное положение между свобододисперсным и связнодисперсным состоянием. С точки зрения вязкостно-температурных свойств предпочтительной, по-видимому, является структура остаточных битумов. По данным работы [19], они обладают более пологой вязкостно-температурной кривой по сравнению с битумами гофрированной структуры (исследование зависимости вязкости от температуры проводилось для образцов с неразрушенной структурой, которая формировалась путём прогрева битумов на песчаной бане в течение 20 минут при 100 °С с последующим медленным охлаждением до комнатной температуры).

Поверхностный микрорельеф битумов чувствителен к вводимым в них добавкам, при этом изменение структуры битумов сопровождается изменением их свойств. Например, введение в битум № 3 ок-

сида кремния (2% масс.) приводит к формированию микрорельефа крупноглобулярного типа, представленного в основном элементами эллипсовидной формы (рис. 2, б), а для исходного образца № 3 при этих же условиях термодформационного травления (нагрев в течение 20 минут при 180 °С с последующим медленным охлаждением) характерно наличие крупных гофр и мелкозернистых глобул (рис. 2, а). При этом технические свойства битума с введением данной добавки изменяются следующим образом: температура размягчения увеличивается на один градус, пенетрация при 25 °С уменьшается со 130 до 83 единиц, растяжимость при 25 °С резко снижается с 68 до 14,3 см. Полученные результаты обусловлены, по-видимому, структурирующим влиянием добавки.

Добавка в дорожный битум БНД 90/130 парафина также существенно изменяет его поверхностный микрорельеф. При введении 5...10% масс. твёрдых парафиновых углеводородов почти вдвое уменьшается длина гофровых элементов. Одновременно увеличивается размер глобул, которые располагаются вокруг гофр (рис. 2, в и г), формируются мелкозернистые области вокруг гофр. Уменьшение размера гофр можно объяснить уменьшением растворяющей способности дисперсионной среды по отношению к дисперсной фазе. Это приводит к увеличению количества центров структурообразования и уменьшению размеров структурных образований асфальтосмолистых соединений. Изменение структуры оказало существенное влияние на свойства битума. Например, при введении в окисленный битум БНД 90/130, полученный в ОАО «Нафтан», 5% масс. твёрдых парафиновых углеводородов температура размягчения повысилась с 45 до 50 °С, пенетрация и растяжимость при 25 °С снизились соответственно с 95 до 81×0,1 мм и с 70 до 23 см.



**а** – исходный битум; **б** – битум с добавкой оксида кремния (2% масс.);  
**в** и **г** – битум с добавкой твёрдых парафиновых углеводородов (5 и 10% масс. соответственно)

**Рисунок 2** – Влияние добавок на структуру окисленного битума БНД 90/130 (ОАО «Нафтан»).  
Оптическая микроскопия, ×200

Добавление сульфонатной присадки С-150 (в количестве 0,75% масс.) в битум БНД 90/130 способствует формированию зернистых областей вокруг гофровых элементов; температура размягчения для об-

разца с присадкой уменьшилась на один градус (с 43 до 42 °С), пенетрация увеличилась с 98 до 115×0,1 мм, растяжимость не изменилась (100 см). Экспериментально доказано, что введение этой добавки приводит к повышению термоокислительной стабильности дорожных битумов [21].

Ярко выраженное формирование околофровых областей происходит также при добавке в битум БНД 90/130 стеариновой кислоты в количестве 4% масс. Введение стеариновой кислоты сопровождается изменением ряда свойств битума (на кривой дисперсности наблюдается минимум при концентрации 2,5% масс. и увеличение размеров дисперсных частиц при дальнейшем повышении концентрации кислоты; происходит уменьшение растяжимости и т.д.), которое связывается исследователями с формированием новых дисперсных частиц кислотного типа [22].

**Заключение.** Анализ структуры поверхностного микрорельефа и технических свойств дорожных битумов показал, что для данных продуктов предпочтительным является микрорельеф мелкофрового (с гофрами длиной до 10 мкм) либо глобулярного типа (с изолированными глобулами, имеющими размер до 1 мкм).

Структура микрорельефа, представленная мелкими гофрами, характерна, как правило, для компандированных битумов, полученных путём смешения переокисленного битума и гудрона. Глобулярный микрорельеф с изолированными глобулами наблюдается у остаточных битумов. Данные битумы обладают большим интервалом пластичности, а также большей растяжимостью по сравнению с окисленными битумами крупнофровой структуры, произведенными из гудрона лёгких нефтей.

Введение в состав битума добавок различной природы приводит к изменению структуры битума, которое сопровождается изменением свойств битумов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Веренько, В.А. Новые материалы в дорожном строительстве: учеб. пособие / В.А. Веренько. – Минск: УП «Технопринт», 2004. – 170 с.
2. Худякова, Т.С. Адгезионные свойства нефтяных битумов и способы их корректировки: Нефтеперерабатывающая и нефтехимическая промышленность. Обзорная информация. Серия: Переработка нефти. Вып. № 3. Тематический обзор / Т.С. Худякова, Д.А. Розенталь, И.А. Машкова. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1991. – 19 с.
3. Сюняев, З.И. Нефтяные дисперсные системы / З.И. Сюняев, Р.З. Сафиева, Р.З. Сюняев. – М.: Химия, 1990. – 226 с.
4. Сафиева, Р.З. Физикохимия нефти. Физико-химические основы технологии переработки нефти / Р.З. Сафиева. – М.: Химия, 1998. – 448 с.
5. Колбановская, А.С. Дорожные битумы / А.С. Колбановская, В.В. Михайлов. – М.: Транспот, 1973. – 264 с.
6. Унгер, Ф.Г. Фундаментальные аспекты химии нефти. Природа смол и асфальтенов / Ф.Г. Унгер, Л.Н. Андреева. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд. РАН, 1995. – 192 с.
7. Апостолов, С.А. Научные основы производства битумов / С.А. Апостолов. – СПб.: С.-Петербург. гос. ун-т, 1999. – 168 с.
8. Ахметов, Б.Р. Некоторые особенности надмолекулярных структур в нефтяных средах / Б.Р. Ахметов, И.Н. Евдокимов, Н.Ю. Елисеев // Химия и технология топлив и масел. – 2002. – № 4. – С. 41–43.
9. Битумные материалы. Асфальты, смолы, пеки / Ч. Макк [и др.]; под общ. ред. А.Дж. Хойберга. – М.: Химия, 1974. – 248 с.
10. Колбановская, А.С. Пути направленного структурообразования дорожных битумов / А.С. Колбановская // Сб. науч. тр.; Всесоюз. дорож. НИИ. – М., 1971. – Вып. 49: Структурообразование, методы испытаний и улучшение технологии получения битумов. Труды СоюздорНИИ. – С. 21–29.
11. Печёный, Б.Г. Битумы и битумные композиции / Б.Г. Печёный. – М.: Химия, 1990. – 256 с.
12. Печёный, Б.Г. О формировании равновесных структур в битумах / Б.Г. Печёный, О.И. Кузнецов // Химия и технология топлив и масел. – 1990. – № 7. – С. 32–34.
13. Рациональные направления производства дорожных битумов / Ю.А. Кутьин [и др.] // Башкирский химический журнал. – 1996. – Т. 3, № 3. – С. 27–32.
14. Клеонский, И.Г. Получение нефтяного дорожного битума улучшенного качества / И.Г. Клеонский, Э.М. Игнатов // Химия и технология топлив и масел. – 1991. – № 12. – С. 5–6.
15. Испытания неокисленных дорожных битумов в составе асфальтобетонных смесей / Ю.А. Кутьин [и др.] // Нефтепереработка и нефтехимия. – 1999. – № 4. – С. 17–18.

16. О некоторых особенностях поведения дорожных битумов в составе асфальтобетона / Ю.А. Кутьин [и др.] // Проблемы производства и применения нефтяных битумов и композитов на битумной основе: материалы межотраслевого совещания, Саратов, 28–29 марта 2000 г.: в 2 т. / ОАО «Саратовский НПЗ», Ассоциация нефтепереработчиков и нефтехимиков. – М., 2000. – Т. 1. – С. 20–27.
17. Суховило, Н.П. Изучение надмолекулярной структуры битумов / Н.П. Суховило // Материалы XXXII студенческой научной конференции ПГУ: тез. докл., Новополоцк, 20–30 апр. 2003 г. / Полоц. гос. ун-т. – Новополоцк, 2003. – С. 262–265.
18. Суховило, Н.П. Изучение надмолекулярной структуры дорожных битумов / Н.П. Суховило, С.М. Ткачѳв, Н.В. Ощепкова // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Серия С. Фундаментальные науки. – 2004. – № 4. – С. 62–68.
19. Ткачѳв, С.М. Взаимосвязь вязкости и структуры нефтяных битумов / С.М. Ткачѳв, Н.П. Суховило // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Серия С. Фундаментальные науки. – 2006. – № 10. – С. 158–163.
20. Суховило, Н.П. Влияние способа получения на мезоструктуру нефтяных битумов / Н.П. Суховило, С.М. Ткачѳв, Н.В. Ощепкова // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Серия С. Фундаментальные науки. – 2006. – № 10. – С. 164–169.
21. Кульпо, М.М. Получение битумов с повышенной термоокислительной стабильностью / М.М. Кульпо // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов: материалы междунар. науч.-техн. конф., Минск, 26–28 ноября 2003 г. / Беларус. гос. технол. ун-т. – Минск, 2003. – С. 213–215.
22. Худович, И.М. Изменение физико-химических свойств дорожного битума с увеличением его кислотности / И.М. Худович // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Серия В. Прикладные науки. – 2004. – № 6. – С. 53–56

Поступила 05.03.2016

## THE PECULIARITIES OF STRUCTURE AND PROPERTIES OF ROAD BITUMEN, OBTAINED BY VARIOUS TECHNOLOGIES

N. SUKHOVILO, S. TKACHYOV

*The interrelation of surface microrelief structure has been linked to properties of road bitumen, obtained by various technologies. It is shown that structure represented by single or small globule corrugations (up to 10  $\mu\text{m}$ ) is preferred. The structure is characteristic of residual and compound bitumen; those bitumen have greater interval of plasticity and greater extensibility. It is established that microrelief of bitumen is responsive to additives being introduced, herein change between structure is accompanied by a change in their properties.*

**Keywords:** road bitumen, structure, surface microrelief, softening point, brittleness point, penetration, ductility.