

УДК 665.637.8.62

НОВЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ БИТУМНОГО ПРОИЗВОДСТВА*канд. хим. наук, доц. С.М. ТКАЧЕВ (Полоцкий государственный университет)*

Битумы и материалы на их основе широко используются в ряде отраслей промышленности. В связи с ужесточением требований к ним во многих организациях проводятся работы по совершенствованию битумного производства. Не остаются в стороне от этой проблемы и специалисты университета. Ими для решения возникающих задач используется комплексный подход. Исследования охватывают широкую область, подготовку сырья для производства битумов, собственно их производство, модификацию, заканчивая вопросами получения битумсодержащих материалов и их затариванием.

Прошли времена, когда к нефтяным битумам относились как к малоценному продукту, показатели качества которого не очень сильно волновали потребителей. Для них главная проблема была в его приобретении в нужном количестве. Однако от свойств битумов в значительной степени зависит срок службы целого ряда дорожных, строительных сооружений и отдельных их элементов. Поэтому в последние десятилетия во всех развитых странах производство качественных нефтяных битумов и материалов на их основе вызывает повышенный интерес как в научных, так и в промышленных сферах. При этом задача решается комплексно: от подготовки сырья для производства битумов, их производства, модификации до вопросов получения битумсодержащих материалов и их затаривания. Наиболее перспективными направлениями в этой области считаются следующие:

1. Изучение структуры и поведения битумов и битумсодержащих материалов.
2. Регулирование состава и дисперсности сырья для получения битумов.
3. Совершенствование технологии производства битумов.
4. Вовлечение в битумное производство местных сырьевых ресурсов и создание основ для получения новых материалов.
5. Разработка способов затаривания битумов и изделий из них.

Во всех этих направлениях работают сотрудники Полоцкого государственного университета.

Занимаясь вопросами производства, модифицирования и применения битумсодержащих материалов, специалисты обязаны иметь представление об их строении и процессах, протекающих в них под действием целого ряда факторов. В настоящее время общепризнанным является представление о данных материалах как о сложных дисперсных системах, свойства которых зависят не только от их состава, но и от структуры и характера взаимодействия входящих в них компонентов и дисперсных частиц, а также от природы и интенсивности внешних воздействий. И даже принимая эти положения, многие специалисты допускают ошибки, излишне упрощая такие системы. Полученные в ПГУ многочисленные экспериментальные данные позволяют говорить о битумах как о дисперсных системах, способных к самоорганизации. В связи с вышесказанным предпринята попытка развития теории строения битумов и битумсодержащих материалов [1]. Предлагаемые теоретические обобщения, основанные на возможности самоорганизации дисперсных частиц нефтяных остатков в виде различных фрактальных (субдисперсных) структур, подтвержденные результатами экспериментов, позволяют надежнее прогнозировать поведение битумсодержащих материалов в условиях производства, хранения и эксплуатации, а также создают условия для синтеза битумов и битумных композиций с улучшенными эксплуатационными свойствами.

До настоящего времени специалисты ведут споры о том, какая технология получения нефтяных битумов является более предпочтительной. Различают три основных способа их производства:

1. Остаточные битумы - получают концентрированием нефтяных остатков путем перегонки их в вакууме в присутствии водяного пара или инертного газа (при переработке сверхтяжелых асфальтосмолистых нефтей остаточные битумы могут быть получены атмосферной перегонкой). В некоторых странах к остаточным битумам относят и асфальт процесса деасфальтизации гудрона. Однако ряд специалистов выделяют его в отдельный способ - получение осажденных битумов.
2. Окисленные битумы синтезируют методом окисления кислородом воздуха различных нефтяных остатков (мазуты, гудроны, полугудроны, асфальты деасфальтизации, экстракты селективной очистки масел, крекинг-остатки и их смеси) при температуре 180 - 300 °С.
3. Компаундированные битумы производят путем смешивания различных нефтяных остатков с дистиллятами, окисленными или остаточными битумами.

Все эти способы и полученные по соответствующим технологиям продукты имеют как достоинства, так и недостатки

Считается, что по целому ряду показателей остаточные битумы превосходят все остальные, и особенно синтезированные по окислительной технологии. Однако их производство в Республике Беларусь затруднено вследствие отсутствия специальных типов нефтей (например, таких как тяжелая нафтеновая венесуэльская или тяжелая высокосмолистая арабская), потенциальное содержание в которых высоковязкого гудрона достигает 50 - 70 %. Проведенные в ПГУ исследования показали [2], что отдельные марки неокисленных битумов могут быть получены при вакуумной перегонке остатка установок висбрекинга, которые широко распространены в отечественной нефтепереработке. Следует ожидать, что в будущем этот способ найдет использование в практике по мере увеличения глубины переработки нефти на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ), в перспективные схемы развития которых он уже включен.

Наиболее распространенным является производство окисленных битумов. Объем их выпуска в Республике Беларусь составляет около 450 тыс. тонн в год. При получении окисленных битумов возникает ряд проблем, некоторые из них связаны с подготовкой сырья. Внедрение процесса глубокой вакуумной перегонки мазута на НПЗ привело к изменению физико-химических свойств сырья для производства окисленных битумов. С одной стороны, в получаемых гудронах снизилась концентрация таких нежелательных компонентов, как алканы нормального строения, с другой, резко возросла вязкость и уменьшилось содержание масляной фазы [3]. Последнее вызывает определенные проблемы при производстве битумов, в частности, связанные с работой насосного, теплообменного и печного оборудования. Кроме того, при переработке утяжеленных гудронов, как правило, получаемые окисленные битумы отличаются «жесткостью» (низкой пенетрацией при заданной величине температуры размягчения). Как показали исследования, данную проблему можно решить путем регулирования состава сырья и его активацией [4-7]. При этом в качестве активаторов сырья предложено использовать малоценные нефтепродукты и некоторые присадки к маслам, которые производятся на отечественных НПЗ (затемненный продукт установок ВТ, экстракты селективной очистки масел, сульфатсодержащие присадки и вещества, полученные на основе отходов их производства). На основании результатов систематических исследований, проведенных в ПГУ, были разработаны технические условия на сырье для получения окисленных битумов (ТУ РБ 300220696.011-2002 «Сырье для производства нефтяных вязких дорожных битумов»), которые используются в настоящее время на НПЗ Республики Беларусь.

Положительным моментом окислительной технологии является то, что этим методом можно получать битум с достаточно высокими показателями качества из сырья, выделенного из целого ряда нефтей, в том числе и перерабатываемых на отечественных НПЗ. Однако при производстве некоторых новых битумосодержащих материалов (битумные эмульсии, модифицированные битумы, отдельные мастики) он уже не удовлетворяет требованиям потребителей. Определенные сложности возникают и при его использовании в традиционном дорожном строительстве. В связи с этим внимание исследователей все более привлекает технология получения компаундированных битумов.

Специалистами университета совместно с сотрудниками нефтеперерабатывающих предприятий проведены обширные систематические исследования физико-химических свойств компаундированных битумов, разработаны научные основы их производства. Показано, что битумы одной и той же марки, полученные окислением гудрона и компаундированием переокисленного битума и исходного гудрона, имеют различные свойства, в том числе и устойчивость к термоокислительному старению. Так, компаундированные битумы марок БНД 60/90 (40 % утяжеленного гудрона + 60 % переокисленного битума с температурой размягчения 100 °С и пенетрацией при 25 °С, равной 16) и БНД 90/130 (50 % гудрона + 50 % битума) существенно превосходят по своим свойствам окисленные в промышленных условиях образцы тех же марок (см. табл.).

Сравнение свойств окисленных и компаундированных битумов

| Свойства битумов | Окисленные | | Компаундированные | |
|--|------------|-----------|-------------------|-----------|
| | БНД 90/130 | БНД 60/90 | БНД 90/130 | БНД 60/90 |
| Температура размягчения, °С | 46 | 51 | 51 | 62 |
| Пенетрация при 25 °С, 0,1 мм | 100 | 67 | 125 | 70 |
| Растяжимость при 25 °С, см | 80 | 56 | 104 | 70 |
| Температура хрупкости, °С | -16 | -13 | -19 | -14 |
| Кислотное число, 10 ² мгКОН/г | 16,0 | 14,1 | 5,0 | 5,1 |

Так, если окисленный битум марки БНД 90/130 с температурой размягчения 46 °С имеет пенетрацию при 25 °С 100, а растяжимость 80 см, то компаундированный битум той же марки с температурой размягчения 51 °С имеет пенетрацию 125, а растяжимость 104 см. Битумы с такими свойствами практически невозможно синтезировать окислением гудрона. Как показали результаты исследований, компаун-

дированные битумы, полученные по предложенной специалистами ПГУ технологии, практически не уступают по своим эксплуатационным и физико-химическим свойствам остаточным битумам и существенно превосходят аналоги, синтезированные по окислительной технологии [8 - 10]. Преимуществом их является значительно больший, по сравнению с окисленными битумами, интервал пластичности и эластичности. Проведенные исследования по изучению изменения некоторых свойств битумов в процессе длительной термообработки при 160 °С также показали значительное превосходство компаундированных образцов над окисленными.

На основе результатов экспериментов разработаны технология и технические условия на получение дорожных (ТУ РБ 300220696 021-2003) и кровельных (ТУ РБ 300220696.018-2003) компаундированных битумов, осуществлена наработка более 2500 тонн битума в ОАО «Нафтан». В настоящее время проводятся работы по освоению промышленного выпуска компаундированных битумов в ОАО «Нафтан» и ОАО «Мозырский НПЗ». Промышленное производство вышеназванных битумов при техническом и научном содействии специалистов ПГУ уже осуществляется на битумном предприятии «Веска» (г. Червень).

В процессе работы над проблемой, связанной с получением высококачественных битумов и материалов на их основе, в ПГУ сформировалась научная школа. Наибольший вклад в ее деятельность вносят преподаватели кафедры химической технологии топлива и углеродных материалов, под руководством которых не только проводятся исследовательские работы, но и готовятся кадры высшей квалификации.

С целью рационального применения природных ресурсов, расширения сырьевой базы и достижения более высоких качественных характеристик битумсодержащих материалов в Полоцком государственном университете совместно с Институтом проблем использования природных ресурсов и экологии НАНБ проведен комплекс исследований, направленных на создание вяжущего с использованием местного сырья, в частности, торфа [11].

Процесс получения торфобитумного вяжущего заключается в том, что специально подготовленный торф смешивается с нефтяными битумами и подвергается модифицированию некоторыми органическими и неорганическими веществами, улучшающими его дисперсную структуру и препятствующими биологическому разложению.

Проведённые исследования показали [12], что новое вяжущее представляет собой дисперсную систему, в которой торф, наряду с асфальтенами, карбенами и карбоидами, является одним из компонентов дисперсной фазы и активно взаимодействует с дисперсионной средой, частично растворяясь в ней. Установлено, что существенное влияние на свойства данной дисперсной системы оказывают групповой состав торфа и нефтяного битума, условия их предварительной подготовки и производства вяжущего, а также введение модифицирующих добавок. Доказано, что на основе вяжущего, полученного путем совместной переработки торфа и окисленных нефтяных битумов, может быть налажено производство целого ряда новых строительных материалов - асфальтобетона, торфобитумных мастик, изоляционных покрытий и т.п.

В последние годы широкое распространение в строительстве получили рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы, изготовленные путем нанесения на прочную основу (например, стеклянные или полиэфирные ткани) битумного вяжущего. Как правило, битумное вяжущее состоит из собственно нефтяного битума, пластификатора, полимера и минерального наполнителя. Соотношение между компонентами в смеси зависит от марки получаемого материала и изменяется в довольно широких пределах.

В ПГУ разработана технология производства кровельного материала [13] с максимально возможным использованием местных ресурсов. В результате систематических исследований [14] были установлены закономерности изменения физико-механических свойств битумного вяжущего в зависимости от типа применяемых пластификаторов и полимеров, а также их количества. Полученные результаты дали возможность предложить состав битумного вяжущего для промышленного использования и послужили основой технологических решений процесса изготовления кровельного материала, названного впоследствии «Новизол». Состав битумного вяжущего, защищенный на патентом РБ [13], включает следующие компоненты (% мас.):

| | |
|-------------------------|----------|
| битум | - 63-71 |
| пластификатор | - 8 - 12 |
| полимер | - 1 - 5 |
| минеральный наполнитель | - 20 |

Основной составляющей вяжущего является строительный или кровельный битум, пластификатором служит экстракт селективной очистки остаточных нефтяных масел (оба компонента производятся в ОАО «Нафтан»). В качестве полимера используется дивинилстирольный термоэластопласт ДСТ 30-01 (Воронежский завод синтетического каучука), атактический полипропилен (Томский хим-

комбинат) или полиизобутилен (Ефремовский завод синтетического каучука) Минеральный наполнитель представляет собой доломитовую муку (ОАО «Доломит») Основой рулонного кровельного материала служит стеклоткань (ОАО «Стекловолокно») При производстве материала марки К дополнительно применяется мелкозернистая посыпка (завод «Гранит») Для предотвращения слипания слоев битумного вяжущего в рулоне на полотно материала приклеивается полиэтиленовая пленка толщиной 8-10 мкм Таким образом, все материалы, за исключением полимера и полиэтиленовой пленки, являются местными и производятся в Республике Беларусь

Разработка технологии включала подготовку технологического регламента на процесс производства «Новизола» и технических условий на этот материал, действовавшие до введения СТБ 1107-98 «Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные на битумном и битумно-полимерном вяжущем» На основании вышеназванных документов научно-производственная фирма «ПТК» (г Новополоцк) спроектировала и смонтировала линию (установку) по производству этого материала Первоначально «Новизол» выпускался опытными партиями, затем линия была сдана в постоянную эксплуатацию Однако к настоящему времени по причинам, не зависящим от разработчиков и фирмы «ПТК», выпуск нового материала прекращен, а производство законсервировано

Нефтяные битумы и содержащие их продукты после получения на специализированных предприятиях должны быть доставлены потребителям Чаще всего битумы транспортируют в горячем состоянии, используя хорошо изолированные железнодорожные или обогреваемые автомобильные цистерны Строительный битум с высокой температурой размягчения может храниться и перевозиться в «крафт-мешках» (около 200 кг в одном мешке) Если потребителю битума постоянно требуются большие объемы продукции, то особых проблем, как правило, не возникает Однако подавляющее число организаций, приобретающих нефтяной битум, заинтересовано в его более мелкой расфасовке Поэтому ряд иностранных фирм предлагает технологии затаривания битумов и мастик на их основе в пленки из полимерных материалов

Аналогичные работы проведены на кафедре трубопроводного транспорта и гидравлики ПГУ Достоинством технологии, разработанной нашими специалистами, является возможность затаривания горячего битума в полиэтиленовую пленку, производство которой налажено повсеместно При работе над этой сложной инженерной задачей коллектив авторов предложил и реализовал ряд оригинальных решений В результате при дозировании разогретого битума в мешок и одновременном резком его охлаждении не происходит плавление полиэтиленовой пленки Предложенная технология оказалась более экономически выгодной, чем зарубежные аналоги В промышленном масштабе она использовалась на ряде отечественных и зарубежных нефтеперерабатывающих заводов В настоящее время линия по затариванию битумов, разработанная специалистами ПГУ, эксплуатируется на битумном предприятии «Веска» (г.Червень).

Таким образом, усилиями коллектива сотрудников Полоцкого государственного университета внесен значительный вклад в развитие битумного производства не только в Республике Беларусь, но и за ее пределами О высоком авторитете ПГУ в этой области науки говорит тот факт, что ни одно крупное совещание или конференция, проводимые в странах СНГ по битумной тематике, не проходит без участия наших специалистов

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ткачев С.М. Новые представления о строении нефтяных битумов // Материалы межотраслевого совещания «Проблемы производства и применения нефтяных битумов и композитов на битумной основе». - Саратов, 2000 - С. 165-178.
- 2 Ковалева И.В., Ткачев С.М. Получение битумов из остатков висбрекинга. Тез. докл. // Сб. трудов 8-й респ. науч.-техн. конф. студентов и аспирантов.- Минск: БНТУ, 2003.
- 3 Ткачев С.М., Али Халид А.М., Хорошко С.И. Исследование физико-химических и реологических свойств тяжелого гудрона / Весці НАНБ. Сер. хім. навук.- 2001.- 4.- С. 97-100.
- 4 Ткачев С.М., Али Халид А.М., Хорошко С.И. Влияние активирующих добавок на процесс окисления тяжелого гудрона / Весці НАНБ. Сер. хім. навук.- 2001.- №3.- С.107-109.
- 5 Ткачев С.М., Бабенко Э.М., Даммаж Г.А., Покровская С.В. О межмолекулярных взаимодействиях при активировании нефтяного гудрона сульфатсодержащими веществами / Весці НАНБ. Сер. хім. навук.- 1997.- № 1.- С.111-113.
- 6 Патент РБ № 3510 Способ получения нефтяных битумов /С.М. Ткачев, Э.М. Бабенко, Г.А. Гаммаж.

7. Тетеревятникова Н.Б., Ткачев С.М. Высокодисперсные композиции на основе гудрона - сырье для производства битума. Тез. докл. /Материалы Первого международного симпозиума «Наука и технология углеводородных дисперсных систем». - М., 1997. - С. 58.
8. Ткачев С.М., Али Халид А.М., Хорошко С.И., Трофимов С.А. Изучение свойств компаундированных битумов. / Деп. в БелИСА. - № Д 2001-44. - 1.06.2001.
9. Tkachev S.M., Horoszko S.I., Jelcow I.P., AH Halid A. Whlyw termoobrobki asfaltow na glebokosc i szybkość starzenia nawierzchni drogowych. / Racjonalizacja wykorzystania paliw naftowych i srodkow swarowych w gospodarce komunalnej. - Wysowa, 1999. - S. 247 - 252.
10. Ткачев С.М., Ельцов И.П., Есман Г.М., Хорошко С.И. Получение битумов с улучшенными свойствами. // Международная конференция «Химия и экология композиционных материалов на основе битумных эмульсий и модифицированных битумов». - Минск, Белсэнс, 1999. - С. 89.
11. Патент РБ № 3509, МПК С008. Композиционный вяжущий материал. / Э.М. Бабенко, С.М. Ткачев, А.А. Ермак.
12. Бабенко Э.М., Ткачев С.М., Ермак А.А. Особенности взаимодействия торфа с нефтяными остатками. / Вести ПГУ. Сер. В. - Новополоцк, 2000. - С. 91 - 97.
13. Патент РБ № 2935. Битумно-полимерная кровельная композиция «Новизол». / С.И. Хорошко, В.Г. Петкевич, С.Ф. Якубовский, А.В. Кулеш.
14. Хорошко С.И., Петкевич В.Г., Якубовский С.Ф., Кулеш А.В. и др. Разработка технологии производства кровельного материала «Новизол» с использованием продуктов нефтепереработки. //Труды первой международной научно-практической конференции (РЭКнефтехим-1). - Новополоцк, 1998. - С. 115-121.