



ОФИЦИАЛЬНЫЙ СПОНСОР



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

Российский государственный университет нефти и газа имени И. М. Губкина
(Национальный исследовательский университет)

СБОРНИК ТРУДОВ
научно-практической конференции,
посвящённой 50-летию образования битумной лаборатории
РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина



50 лет – в лидерах вузовской науки России

Москва - 2013

ОАО «Газпром нефть» - одна из крупнейших и динамично развивающихся вертикально-интегрированных нефтяных компаний России. Основные направления деятельности компании – добыча нефти и газа, нефтегазовый сервис, нефтепереработка и реализация нефтепродуктов. Основные нефтеперерабатывающие мощности компании расположены в Омской, Ярославской, Московской областях, а также в Республиках Беларусь, Сербия и Казахстан. Сеть сбытовых предприятий «Газпром нефти» охватывает всю Россию и страны ближнего зарубежья. Производя широкий ассортимент нефтепродуктов, «Газпром нефть» гарантирует высокое качество битумных материалов. Развитие битумного бизнеса - одно из приоритетных направлений производственной и коммерческой деятельности «Газпром нефти». Нефтеперерабатывающие заводы компании оснащены современным оборудованием для производства битумных материалов. Весь спектр марок нефтяных битумов производится в полном соответствии с действующими стандартами и отвечает самым высоким требованиям потребителей.

СОДЕРЖАНИЕ

1. А. В. Мурадов. 50 лет – в лидерах вузовской науки России.....	4
2. Н. В. Быстров. Перспективы применения дорожных органических вяжущих при строительстве и ремонте федеральных автомобильных дорог.....	7
3. И. Г. Мионов. Комплексная работа ОАО «Газпром нефть» по повышению качества битумных материалов и развитию технологий их применения.....	10
4. Л. М. Гохман. О влиянии качества органических вяжущих материалов на развитие сети автомобильных дорог в России.....	13
5. А. А. Гуреев, А. В. Лакомых, М. В. Самсонов, Р. В. Плаксина. Полиэтиленгудроновые вяжущие – инновационный материал для дорожного строительства.....	21
6. О. Н. Киндеев, В. Н. Лындин. О состоянии и эффективности битумного производства.....	29
7. Н. Г. Евдокимова, Е. В. Комарова. Фактор устойчивости как критерий оценки устойчивости битумов к старению.....	31
8. Н. Г. Евдокимова, А. Р. Назарова. Об исследовании адгезионных свойств серобитумных вяжущих.....	33
9. Е. О. Кольшева, Н. Г. Евдокимова. О возможности получения полимербитумных вяжущих на основе сырья ОАО «Газпром нефтехим Салават»	35
10. А. В. Руденский, В. В. Лобанов. Олигомербитумные вяжущие – перспективное направление получения высококачественных модифицированных битумов для дорожного строительства...	36
11. А. С. Ширкунов, В. Г. Рябов. Анализ вязкостных характеристик дорожных битумов и их изменения при прогреве в тонком слое.....	40
12. В. В. Васильев, Е. В. Саламатова. Влияние асфальтенов на свойства нефтяных остатков и битумов.....	42
13. О. Ф. Глаголева, К. А. Иноземцев, Н. Ю. Белоконь, И. В. Маркова. Исследование старения битумных смесей с атактическим полипропиленом.....	44
14. О. Н. Киндеев. Рубитрон – «Мы решаем проблему плохих дорог».....	46
15. С. В. Ступак. Исследование текстуры нефтяных битумов и полимер-битумных композиций.....	47
16. С. В. Ступак. Современная технология производства нефтяных дорожных битумов модифицированных стирол-бутадиен-стиролом.....	50
17. М. М. Григорьева, В. Ю. Пивсаев, А. А. Пименов. Исследования в области модификации свойств вяжущих композиций.....	53
18. Е. Н. Симчук. Совершенствование нормативной базы в области нефтяных дорожных битумов.....	56
19. А. В. Лакомых, В. В. Попкова, М. В. Самсонов, К. С. Иконникова. Исследование возможности максимального вовлечения асфальтита в производство дорожного битума.....	59
20. Л. Н. Отвагина, К. С. Иконникова. Оценка эффективности проекта модернизации битумной установки с созданием блока производства компаундированных асфальтитсодержащих дорожных битумов.....	61
21. А. В. Лакомых, А. Е. Моисеева, К. Н. Сухнева, Л. Е. Корнишина. Сравнение изменений группового химического состава и показателей качества битумов, полученных при проведении старения по ГОСТ 18180-72 и ПНСТ.....	62
22. Б. И. Ядгаров, С. В. Гробов, О. А. Цуканова, Ю. Н. Киташов, А. В. Назаров. Использование добавки для стабилизации грунтов SoilGrip в дорожном строительстве.....	64
23. Ф. Р. Матвеев, О. Н. Киндеев. Методические вопросы выбора ассортиментной политики нефтеперерабатывающего предприятия.....	65

50 ЛЕТ – В ЛИДЕРАХ ВУЗОВСКОЙ НАУКИ РОССИИ

А. В. Мурадов

РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина

Созданная в нашем Университете в 1963 году совместными усилиями Госкомнефтепродукта РФ, Моссовета и Минвуза отраслевая битумная лаборатория отмечает сегодня своё 50-летие! В те годы это было, как принято говорить сегодня, «прорывное» решение в повышении эффективности вузовской науки и квалификации кадров для народного хозяйства! Ведь с её образованием Университету были переданы и более 35 единиц штатных научных должностей, что позволило в то время существенно расширить круг и объёмы научных исследований на кафедре и на факультете.

Возглавил эту лабораторию профессор Р.Б. Гун (1915-1984), автор известной монографии "Нефтяные битумы". Под его руководством и при участии сотрудников кафедры Т.С. Голодной, М.Ф. Фарбера, Е.Н. Ефановой, А.А. Шипулина, Е.А. Крылова и др. были разработаны новая технология непрерывного окисления гудрона для производства нефтяных битумов и рецептура вяжущих для цветных асфальтобетонов. В течение многих лет в лаборатории работали преподаватели: Н.П. Пажитнова, О.Д. Хавкина, старшие научные сотрудники: Н.Е. Турундаевская, Г.В. Урбан, А.А. Крупина, инженер А.В. Ялтанская, а также опытейшие лаборанты З.Ф. Бирюкова, Н.И. Маненкова, З.С. Матишева, Г.И. Черкунова, докторанты, аспиранты и студенты кафедры «Технологии переработки нефти».

Битумы и битумные материалы - одни из наиболее массовых товарных нефтепродуктов. Совместная работа в 80-ых годах двух выдающихся учёных – профессора З.И.Сюняева (одного из создателей российской научной школы нефтяных дисперсных систем) и профессора Р.Б. Гуна (крупнейшего советского учёного в области производства и применения битумных материалов), позволила разработать научно-технологические основы для дальнейшего успешного развития инновационных исследовательских работ в битумной лаборатории на кафедре «Технологии переработки нефти и газа». Эти разработки создали мощный фундамент для развития дальнейших исследований лаборатории преимущественно в области модернизации битумных производств на нефтеперерабатывающих предприятиях России с целью улучшения физико-химических и эксплуатационных свойств битумов и битумных материалов. В результате такого инновационного подхода были сформированы принципиальные подходы к интенсификации процессов жидкофазного окисления тяжёлых нефтяных остатков, обоснованию необходимости активирования и подготовки сырья для окисления, созданию эластичных вяжущих материалов для дорожных ремонтно-строительных работ и возможностям регулирования термоокислительной стабильности битумов в процессе старения и др. Дальнейшее развитие научных и технологических разработок в битумной лаборатории, возглавляемой последние 25 лет профессором А.А. Гуреевым, позволило создать в университете один из ведущих в РФ исследовательских и инжиниринговых центров по совершенствованию технологий производства современных битумов и битумных материалов.

Например, за прошедшие годы сотрудниками лаборатории в ОАО «Новокуйбышевский НПЗ» (совместно с компанией «Техномаркет») был модернизирован узел диспергирования воздуха на промышленной технологической

битумной установке, что позволило существенно снизить содержание кислорода в отходящих газах окисления до безопасного уровня и увеличить время межремонтного пробега установки. Эта разработка опиралась на положение теории дисперсных систем о решающем влиянии площади межфазной поверхности окисления на скорость этого гетерофазного процесса.

Другой пример. Именно сотрудники битумной лаборатории Университета ввели в общепринятую сегодня практику битумного производства и других технологических процессов понимание необходимости создания **блока подготовки сырья**. Это было доказано именно с позиций теории нефтяных дисперсных систем и впервые в практике нефтеперерабатывающих предприятий РФ построено в ОАО «Новокуйбышевский НПЗ». Сегодня это уже общероссийская практика! Также впервые были обоснованы критерии разработки и создан **блок компаундирования товарной продукции**. Это позволило организовать в ОАО «Новокуйбышевский НПЗ» выпуск «брендовой» продукции, по уровню ряда показателей качества превышающей требования ГОСТ 22245-90. Речь идёт о производстве запатентованных дорожных битумах повышенной долговечности марок «Новобит».

В последние годы битумная лаборатория Университета, а с 2013 года – созданный на её основе Научно-Образовательный Центр «Битумные материалы» под руководством профессора, доктора технических наук, действительного члена Академии инженерных наук РФ А.А. Гуреева, занимается разработкой, модернизацией и внедрением технологий производства современных битумных материалов (битумов, полимерно-битумных вяжущих, битумных эмульсий, мастик, герметиков и т.п.). А также вопросами расширения сырьевой базы производства битумных материалов, технико-экономической оценкой принятия производственных решений по внедрению или модернизации битумных производств в составе нефтеперерабатывающих предприятий, повышения качества и стандартизации битумной продукции и организации её испытаний у потребителя. Создание такого уникального НОЦ совместно с соответствующими подразделениями Блока логистики, переработки и сбыта ОАО «Газпром нефть», СПбГЭУ, МАДИ и «Научно-исследовательского института транспортно-строительного комплекса», позволяет не только существенно расширить область исследовательских, консалтинговых, экспертных и прочих подобных работ, но и поднять на более высокий уровень комплексную подготовку научных и инженерных кадров для промышленности.

В последние десятилетия лаборатория является признанным российским лидером по разработке высококачественных дорожных битумных материалов повышенной долговечности за счёт использования инновационных научно-технологических решений.

Все создаваемые в лаборатории технологии, продукты и методики исследования базируются на принципах теории регулирования физико-химических свойств нефтяных дисперсных систем. В этом состоит их уникальность и возможность промышленной адаптации. Достоверность этих результатов опирается на наличие и использование в лаборатории всех современных стандартных методов исследования (сертифицированных в рамках аккредитации Испытательной лаборатории нефтепродуктов при РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина), а также оригинальных физико-химических методов анализа (например, фотомикроскопии, определения устойчивости и дисперсности, старения по методике RTFOT, хроматографического определения химического состава и др.). Это, кроме того, один из немногих исследовательских центров России, имеющих опытную

лабораторную установку по производству окисленных битумов, моделирующую промышленную и позволяющую адекватно оценивать эффективность разрабатываемых технологических решений.

На постоянно модернизируемой научно-лабораторной базе НОЦ «Битумные материалы» с использованием интеллектуального потенциала преподавателей, сотрудников и аспирантов кафедры «Технология переработки нефти» в рамках действующего направления 240100 - Химическая технология (магистры) и профиля подготовки «Химическая технология переработки нефти» создана и преподаётся дисциплина специализации «Технологии органических вяжущих материалов». Ежегодно в лаборатории готовят к защитам дипломов и диссертаций 2-5 специалистов-инженеров, 1-2 магистров и 1-2 аспирантов, каждый из которых выступает не менее 1-2 раз на различных вузовских и общероссийских научно-технических конференциях и участвует в подготовке 1-2 научно-технических публикаций, обобщая результаты собственных исследований, в ведущих российских научно-технических журналах.

Сегодня специалисты высшей квалификации (десятки кандидатов и докторов наук) и сотни инженеров, выпускников битумной лаборатории, успешно трудятся практически во всех российских и во многих зарубежных нефтяных компаниях, на заводах, в вузах и других организациях, передавая и приумножая свои знания и умения! Современный мощнейший творческий потенциал перспективных битумных исследований и разработок НОЦ составляют профессор А.Ф. Андреев, О.Ф. Глаголева, Б.П. Туманян, Е.А. Чернышева, доценты Ю.Н. Киташов, Ю.В. Кожевникова, Ф.Р. Матвеев, В.Н. Лындин, А.В. Назаров, Л.Н. Отвагина, Т.В. Ривкина и многие другие сотрудники, докторанты, аспиранты, магистранты и студенты нашего Университета.

Одну из главных целей проводимой конференции ректорат Университета связывает не только с возможностью обсуждения специалистами нефтяной и дорожной отраслей промышленности приоритетных направлений развития производства высококачественных дорожных битумных материалов, но и с практическим «погружением» наших студентов, магистрантов и аспирантов в историю университетской науки и современную практику российской промышленности. Ректорат Университета оказывает всемерную поддержку инициативам лаборатории и росту квалификации её сотрудников, совершенствованию материально-технической базы и с оптимизмом смотрит на её будущее и перспективы развития!

С Юбилеем Вас, дорогие коллеги!!!

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕМОНТЕ ФЕДЕРАЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Н. В. Быстров

ООО «Автодор-Инжиниринг», МАДИ

Проблема развития автомобильных дорог остается по-прежнему одной из наиболее острых, как с точки зрения развития экономики страны, так и с точки зрения качества жизни основной части населения страны. Несоответствие темпов прироста сети автомобильных дорог и улучшения их технических параметров (в первую очередь числа полос движения) темпам увеличения количества автомобильного транспорта стало в нашей стране очевидным фактором, сдерживающим темпы развития экономики. Падение средней скорости движения автотранспорта в крупных городах и прилегающих регионах вызывает все большее недовольство населения, вследствие снижения качества жизни именно той части населения, для которой автомобиль является основным средством передвижения на работу и домой. Другими словами, наибольшие издержки от этого падают именно на ту часть населения, которая должна обеспечивать развитие экономики. Вследствие этого развитие сети автомобильных дорог фактически является безальтернативной составляющей приоритетных направлений развития экономики страны.

Воссоздание дорожных фондов - как федеральных, так и территориальных, региональных, является серьезным шагом, сделанным государством для ликвидации диспропорций между темпами роста автомобильного транспорта и развития сети автомобильных дорог.

Важнейшей задачей при этом является обеспечение качества проводимых дорожно-строительных работ. Эта задача является не популистским лозунгом, а объективной потребностью. Она вытекает из необходимости серьезного улучшения транспортно-эксплуатационных показателей значительной части автомобильных дорог общего пользования.

По Федеральной целевой программе «Развитие транспортной системы России (2010-2015 годы) Подпрограмма «Автомобильные дороги» на строительство автомобильных дорог в 2011 году выделено 125, 3 млрд. руб., в 2012 выделено 149, 2 млрд. руб., в 2013 152,0 млрд. руб. соответственно.

В последние годы наметилась устойчивая тенденция роста объемов ремонта федеральных автомобильных дорог. Суммарная протяженность участков капитального ремонта и ремонта федеральных автомобильных дорог составила: в 2011 году 5647 км., в 2012 году 6535 км., в 2013 году 9073 км. В 2014 году планируется отремонтировать 11000 км.

Нынешнее состояние асфальтобетонных покрытий, которые даже на федеральных автомобильных дорогах лишь на 40% протяженности отвечают нормативным требованиям, обусловлено двумя основными факторами:

➤ недостатком средств на ремонт федеральных автомобильных дорог, выделяемых правительством в последние десятилетия (ещё 2 года назад – лишь 50 процентов от потребности);

➤ ростом интенсивности движения и отсутствием эффективной системы весового контроля и санкций за превышение грузовых параметров транспортных средств.

С учетом того, что асфальтобетонные покрытия были и останутся в обозримом будущем основным компонентом верхних покрытий автомобильных дорог, качество органических вяжущих будет неизбежно находиться в центре внимания организаций, формирующих и реализующих государственную техническую политику в данной области. К таким организациям в первую очередь следует отнести две структуры Минтранса России: Федеральное дорожное агентство «Росавтодор» и Государственную компанию «Автодор». Не останавливаясь на особенностях и различиях в направлениях и методологии их деятельности, отметим, что в последние годы обе структуры предприняли ряд серьезных шагов, направленных на повышение качества асфальтобетона и, в первую очередь, битума. По их заказу были разработаны и утверждены ПНСТ 1-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия» и СТО АВТОДОР 2.1-2011 «Битумы нефтяные дорожные улучшенные». Важно отметить, что оба этих документа ориентированы на повышение уровня требований к битумам и применение методов испытаний, реализованных в передовой мировой практике, в первую очередь в странах ЕС и США. Более того, в 2013 году Федеральным дорожным агентством утверждена программа внедрения методологии, разработанной в США в рамках программы «Supergravel», которая основана на реализации реологических методов оценки качества битумов и установления новых требований к ним.

Значительная активизация переработки нормативной базы требований к качеству битумов не случайно совпала с воссозданием дорожных фондов, так как задачи развития дорожной сети страны и обеспечение качества дорожных работ в принципе неразделимы. Компаниям, осуществляющим производство органических вяжущих, следует сегодня исходить из этих реалий и соответственно планировать развитие своих производственных мощностей. При этом надо понимать, что все большее применение будут находить модифицированные вяжущие, в которых вводимые добавки-модификаторы будут обеспечивать улучшение конкретных параметров вяжущих и асфальтобетонов, исходя из условий их эксплуатации. Помимо роста объемов применения модифицированных битумов следует, что совершенно необходимо, ожидать и расширение номенклатуры применяемых добавок-модификаторов.

Еще одним направлением совершенствования методов применения и рецептур органических вяжущих являются эмульсионные технологии, а также методы, позволяющие снизить температуру приготовления асфальтобетонной смеси (т.е. снизить эксплуатационные расходы).

В целом, в ближайшие годы все более востребованными станут органические вяжущие, свойства которых будут соответствовать конкретным климатическим условиям и особенностям эксплуатации автомобильных дорог.

Отмечая сегодня 50-летний юбилей образования битумной лаборатории в Губкинском университете, хотелось бы отметить одну из ведущих ролей этого научного подразделения в совершенствовании современных технологий производства и нормирования качества дорожных битумных материалов в РФ.

И в заключение, мы уверены и искренне надеемся, что созданный в этом году по инициативе профессора А. А. Гуреева в Университете на базе битумной лаборатории

Научно-Образовательный Центр «Битумные материалы», соединивший в своём составе ряд ведущих российских вузов, отраслевых институтов, организаций-производителей и потребителей дорожных вяжущих, позволит поднять на более качественный уровень решение проблем производства, потребления, нормирования качества и экспертизы всех дорожных битумных материалов. И, безусловно, повысить качество подготовки специалистов, магистрантов и аспирантов для нефтяной и дорожно-строительной отраслей, объединив и усовершенствовав программы их специальной подготовки по проблемам органических вяжущих материалов!

КОМПЛЕКСНАЯ РАБОТА ОАО «ГАЗПРОМ НЕФТЬ» ПО ПОВЫШЕНИЮ КАЧЕСТВА БИТУМНЫХ МАТЕРИАЛОВ И РАЗВИТИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

И. Г. Миронов

ОАО «Газпром нефть», Санкт-Петербург

В настоящее время асфальтобетонные смеси являются основным строительным материалом в дорожной отрасли как в Российской Федерации, так и за рубежом, поэтому вопрос повышения эксплуатационных характеристик автомобильных дорог остается чрезвычайно актуальным, особенно в свете поставленной Президентом РФ задачи об удвоении объемов дорожного строительства за 10 лет.

Качество и долговечность дорожных одежд зависят от многих факторов – от содержания проекта и технологии строительства, квалификации ИТР и рабочих, задействованных на объекте, совершенства используемой техники, и т.д. Одним из самых важных факторов в этом перечне является качество применяемых строительных материалов, и, в частности, битумных материалов. По мнению зарубежных специалистов, доля вклада качества дорожного битума в долговечность асфальтобетона составляет до 30%.

В 2008 г. в структуре ОАО «Газпром нефть» для осуществления более эффективного и последовательного развития битумного производства Компании создано специализированное подразделение - Департамент битумных материалов. С момента его создания менее чем за 5 лет ОАО «Газпром нефть» достигла лидирующих позиций по ряду направлений в производстве и реализации нефтяных битумов, что связано, прежде всего, с ориентацией Компании на долгосрочное взаимодействие с Потребителем, политикой устойчивого повышения качества и развития технологий производства битумных материалов в соответствии с современными потребностями дорожной отрасли.

Реализация проектов развития битумного бизнеса Компании в России, а также в странах ближнего и дальнего зарубежья (СП с компанией TOTAL по выпуску полимерномодифицированных битумов в ОАО «Газпромнефть-Московский НПЗ», NIS в Сербии, битумный завод в Казахстане), позволяет ОАО «Газпром нефть» перенимать лучшие мировые практические разработки в области производства битумных материалов.

ОАО «Газпром нефть» активно развивает сотрудничество с органами исполнительной власти, регулирующими деятельность в дорожной отрасли, заказчиками и подрядчиками, участвует во всех профессиональных форумах, выставках и конференциях, так как именно непрерывный контакт и тесное сотрудничество с потребителями битумных материалов позволяет отслеживать тенденции отрасли, новые веяния и потребности. Так, ежегодный формат приобрела уже широко известная в РФ конференция «Битум и ПБВ. Актуальные вопросы», проводимая Компанией в Санкт-Петербурге. В рамках этого мероприятия, эффективность которого была отмечена руководством ФДА «Росавтодор», ведущие эксперты дорожного хозяйства и нефтеперерабатывающей отрасли имеют возможность обсудить современные, наиболее важные проблемы отрасли и консолидированно прийти к наиболее эффективным их решениям.

Летом 2013 года ОАО «Газпром нефть» выступила организатором семинара «Rheobit - Реология дорожных битумов», посвященного применению технологии

«Supergave», которая имеет определенные перспективы в российском дорожном строительстве. На семинар были приглашены заказчики и подрядчики дорожной отрасли, представители НИИ и проектных компаний. Ведущими пятидневного мероприятия были господа Джеффри М. Роув и Дэвид А. Андерсон, принимавшие непосредственное участие в разработке системы «Supergave».

В июне 2013 года завершился 4-х недельный автопробег Владивосток-Москва под лозунгом «Дороги объединяют Россию», организованный Ассоциацией «РАДОР». Генеральным спонсором автопробега выступила компания ОАО «Газпром нефть». Участники пробега, среди которых были министр транспорта РФ Максим Соколов и руководитель ФДА «Росавтодор» Роман Старовойт, имели дополнительную возможность проинспектировать состояние российских дорог, оценить качество существующего дорожного покрытия и глубже понять существующие проблемы и потребности отрасли в регионах и на федеральном уровне. В рамках этого мероприятия также прошел круглый стол в ОАО «Газпромнефть-Омский НПЗ», посвященный перспективам применения современной битумной продукции.

В этом же году после завершения масштабного проекта реконструкции большой битумной установки в ОАО «Газпромнефть-Московский НПЗ» начался выпуск и отгрузка в адрес потребителей битума по новому предварительному национальному стандарту (ПНСТ), предъявляющему повышенные требования к качеству битумных материалов. В настоящее время ОАО «Газпромнефть-Московский НПЗ» является единственным в России предприятием, на котором производятся новые марки битумов.

В целях достоверной оценки работоспособности дорожно-строительных материалов в различных дорожно-климатических зонах Компанией в 2011-2013гг реализован ряд проектов по строительству опытно-экспериментальных участков автомобильных дорог с применением битумов и полимерно-битумных вяжущих производства ОАО «Газпром нефть» в различных регионах РФ:

- Алтайский край, автодорога А349;
- Омская область, автодорога 1Р402;
- Московская область, трасса М2 «Крым»;
- ХМАО, подъезд к пос.Тундрино;
- Московская область, а/д А-108 (БМК);
- г. Омск, ул. Панфилова (сентябрь 2013г.)

Ведется ежегодный мониторинг эксплуатационного состояния этих дорожных участков с привлечением научно-исследовательских организаций.

Одним из важнейших для развития битумного направления Компании видом деятельности являются проведение научно-исследовательских работ. Так, за последние несколько лет по заказу Компании выполнен ряд НИОКР в ведущих российских специализированных научных центрах, включая РГУ имени И. М. Губкина, по самым актуальным для битумного производства темам. Несколько месяцев назад завершены работы «Разработка технологии производства компаундированных битумов с повышенной устойчивостью к термоокислительному старению» и «Разработка технологических решений вовлечения асфальтита процесса пропановой деасфальтизации гудронов в битумное производство». На 2014 год запланирована исследовательская работа по определению влияния характеристик вяжущего и его группового химического

состава на устойчивость асфальтобетона к пластическому колееобразованию – одна из основных проблем современной дорожной отрасли.

Уверены, что создание Научно-Образовательного Центра «Битумные материалы» в РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина позволит более эффективно развивать сложившееся плодотворное сотрудничество с университетом, объединив под одним началом решение важнейших перспективных научно-практических вопросов.

В заключение можно отметить, что проведение научных исследований, применение качественных, инновационных дорожно-строительных материалов и совершенствование нормативной базы в соответствии с мировыми практиками и современными условиями, является неотъемлемым условием развития дорожного хозяйства и экономики страны. Ясное осознание этих факторов и тенденций позволяет ОАО «Газпром нефть» оперативно реагировать на потребности отрасли и предлагать наиболее эффективные решения для каждого клиента Компании.

О ВЛИЯНИИ КАЧЕСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА РАЗВИТИЕ СЕТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В РОССИИ

Л. М. Гохман

СК «Дорстрой технологии», Москва

Органические вяжущие материалы (ОВМ) играют определяющую роль в обеспечении требуемой работоспособности покрытий автомобильных дорог, мостов и аэродромов, а следовательно и являются основной причиной недопустимо низких сроков службы асфальтобетонных покрытий (3-4 года) даже в тех редких случаях, когда обеспечена требуемая капитальность дорожной одежды, водоотвод находится в работоспособном состоянии и устроена трещинопрерывающая прослойка под покрытием.

В работе обоснована разработка комплекса требований к ОВМ, предназначенным для покрытий автомобильных дорог, мостов и аэродромов в условиях России, обеспечивающих сроки службы не менее 12-18 лет, то есть соответствующие нормативным срокам службы всей дорожной одежды до капитального ремонта.

В настоящее время в России регламентированы, а следовательно разрешены для широкого применения два типа ОВМ: битумы по ГОСТ 22245-90 и полимерно-битумные вяжущие (ПБВ) по ГОСТ Р 52056-2003.

Битумы применяются очень давно и в больших объёмах, в том числе и для устройства покрытий, а ПБВ недавно, в небольших объёмах и только для покрытий. Битумы относятся к классу термопластов, что обуславливает достаточно быстрое накопление в них, а следовательно и в асфальтобетоне, необратимых (остаточных) деформаций в виде волн и колея на покрытии, при многократном воздействии нагрузок от колёс автомобилей, что интенсифицируется в летние месяцы, когда покрытие нагревается до 60⁰С и выше. Теплостойкость битумов не превышает 50⁰С, трещиностойкость - не ниже минус 20⁰С, поэтому трещины на асфальтобетонных покрытиях в России появляются практически после первого года их эксплуатации. Это объясняется тем, что температуры наиболее холодных суток в России в соответствии со СНиП 23.01.99 «Строительная климатология» на 96% территории находятся в пределах от минус 25⁰С до минус 63⁰С, а в г. Москва и в области составляет минус 36⁰С.

Битумы характеризуются неудовлетворительной адгезией к поверхности минеральных материалов кислых пород, отсюда недостаточная водо- и морозостойкость асфальтобетонных покрытий, что проявляется в шелушениях, выкрашиваниях и выбоинах на покрытиях. Все перечисленные выше недостатки в значительно большей степени присущи битумам марок БНД.

ПБВ относится к классу эластомеров, поэтому накопление остаточных деформаций в них и, следовательно, в полимерасфальтобетонах на их основе, происходит значительно медленнее, чем в асфальтобетоне, так как доля упругих, обратимых деформаций в ПБВ составляет 75% и достигает в некоторых случаях 100%. ПБВ и полимерасфальтобетоны лишены всех перечисленных выше недостатков, присущих битумам и асфальтобетонам, так как ПБВ получают компаундированием битума, полимера, пластификатора и ПАВ. Это позволяет, варьируя содержание этих компонентов, обеспечить требуемую для конкретных условий эксплуатации покрытия (климат, интенсивность и грузонапряжённость движения) теплостойкость, трещиностойкость, хорошую адгезию со

всеми применяемыми минеральными материалами, а следовательно, обеспечить требуемую сдвигоустойчивость, трещиностойкость, выносливость, водо- и морозостойкость полимерасфальтобетонных покрытий. В том случае, если будут обеспечены требуемая капитальность дорожной одежды, работоспособный водоотвод, трещинопрерывающая прослойка из ПБВ специального состава под покрытием и возобновляемая не реже, чем через 5 лет, поверхностная обработка на основе ПБВ, срок службы полимерасфальтобетонного покрытия может быть увеличен с 3-х -4-х лет (нормативный срок службы асфальтобетонных покрытий до ремонта) до 12-ти- 18-ти лет, что соответствует нормативным срокам службы всей дорожной одежды до капитального ремонта.

Ниже приведён комплекс технических требований, которому должно удовлетворять ОВМ, чтобы обеспечить бездефектную работу дорожных, мостовых и аэродромных покрытий в течение длительного времени.

Температура хрупкости по Фраасу должна быть равна или ниже температуры воздуха наиболее холодных суток (СНиП 23.01.99 «Строительная климатология) района эксплуатации покрытия с обеспеченностью 0,98 для дорог I и II категорий движения, мостов и аэродромов и 0,92 – для дорог более низких категорий.

Температура размягчения по методу «Кольцо и Шар» должна быть не ниже расчетной температуры сдвигоустойчивости асфальтобетонных покрытий, определенной по формуле Я.Н. Ковалева, учитывающей радиационный и тепловой баланс на их поверхности при отсутствии ветра и температуру воздуха наиболее теплого месяца (СНиП 23.01.99) района эксплуатации покрытия. ОВМ, применяемые для дорог I и II категорий, мостов и аэродромов по нормам на температуру размягчения должны быть на 2°С выше.

Эластичность, определяемая в соответствии с методикой, опубликованной в ГОСТ Р 52056-2003, должна быть не менее (80-85%) в зависимости от консистенции ОВМ при 25°С и не менее (70-75)% при 0°С; для покрытий на объектах I и II категорий движения нормы на этот показатель рекомендуется повысить на 5%.

Адгезия к поверхности минеральных материалов, оцениваемая по показателю сцепления в соответствии с ГОСТ 11508 (метод А), должна удовлетворять требованию – «выдерживает по контрольному образцу № 2», как для эталонного мрамора, относящегося к материалам основных пород (в частности минеральный порошок), так и для щебня и песка, представляющих собой, как правило, материалы кислых пород.

Устойчивость к старению, оцениваемая по изменению показателя температуры размягчения после прогрева, должна быть не ниже требований, регламентированных для битумов марок БНД по ГОСТ 22245.

Считаем необходимым подчеркнуть роль размеров и природы частиц дисперсной фазы и роль растворяющей способности дисперсионной среды в обеспечении работоспособности дорожных покрытий. Ранее удалось доказать, что прочность асфальтобетона, а следовательно его усталостная и долговременная прочность зависят от количества частиц дисперсной фазы, в частности асфальтовых комплексов в ОВМ, а именно от числа контактов между ними [1, 2, 3]. Дело в том, что прочность взаимодействия между частицами дисперсной фазы возрастает обратно пропорционально 7-ой степени расстояния между ними, если это силы Ван-дер-Ваальса, которые начинают действовать при расстояниями между частицами меньше молекулярного радиуса (~10Å).

Показано, что расстояние между асфальтовыми комплексами в асфальтобетоне после уплотнения значительно меньше 10Å ($\sim 6\div 9$). И таких частиц в единичном объёме огромное количество $\sim (6\div 10)\times 10^{19}$ штук [1], что и определяет фактическую прочность и работоспособность асфальтобетона. Следовательно, ожидать высокой прочности и выносливости от асфальтобетонов на основе битумов, содержащих меньше асфальтенов, чем в битумах марок БНД не приходится. Этот вывод касается битумов марок БН и остаточных битумов. Полагаем, что прочность и работоспособность ПБВ должна быть тем выше, чем больше асфальтенов в битумах, на основе которых они изготовлены.

Учитывая вышесказанное можно заключить, что роль дисперсионной среды ОВМ сводится к обеспечению их показателями смачиваемости, обволакиваемости поверхности минеральных частиц асфальтобетонных смесей, в обеспечении высокой адгезии к ним, требуемой удобоукладываемости и уплотняемости асфальтобетонных смесей, а также трещиностойкости и выносливости асфальтобетонных покрытий. Ниже приведён групповой состав дорожного битума марки БНД 60/90 ОАО «ГПН-Московский НПЗ», полученный методом адсорбционной жидкостной хроматографии на силикагеле АСК и определены показатели свойств накопленных таким образом компонентов [4].

Таблица 1. Показатели физико-химических свойств битума и его компонентов

Наименование компонентов битума и состав моделей	Содержание, % мас.		Температура, °С		Температурный интервал работоспособности, ИР, °С
	компонентов	асфальтенов	размягчения	хрупкости	
ПН	13,2		39,0	-60,0	99,0
МЦА	9,4		20,0	-50,0	70,0
БЦА	21,4		10,0	-30,0	40,0
ПЦА	2,7		10,5	-32,0	42,5
Масла (ПН+Ар)	46,7		21,7	-43,0	64,7
ПБС	16,9		37,0	+1,0	36,0
СБС	12,2		73,0	+21,5	51,5
Мальтены битума	75,8		21,7	-26,5	48,2
Битум		24,2	50,0	-15,0	65,0

Анализ представленных данных позволяет заключить, что температура размягчения битума, по всей видимости, в значительной степени определяется суммарной силой взаимодействия между частицами дисперсной фазы - асфальтовыми комплексами, которые состоят из собственно зародыша - асфальтенов, иммобилизовавших на своей поверхности часть углеводородов и смол. При этом содержание смол в собственно дисперсионной среде битума изменилось, по-видимому, в сторону большего содержания растворённых в ней смол. Этот вывод основан на представленных в таблице 1 значениях температуры хрупкости битума, мальтенов, смол и масел. Нет сомнения в том, что температура хрупкости битума определяется составом и качеством собственно его

дисперсионной среды и, в первую очередь, содержанием парафинонафтеновых (ПН) и моноциклоароматических (МА) соединений.

Ранее в рамках общей теории строения ОВМ было показано [2, 3, 4], что свойства ПБВ на основе СБС определяются наличием двух самостоятельных типов структур: коагуляционного каркаса из асфальтовых комплексов и структурной сетки из макромолекул полимера, распределённой во всём объёме ПБВ, а узлами этой сетки служат домены полистирола. Очевидно при этом, что полимерная сетка располагается в свободной дисперсионной среде битума. В связи с этим, естественно, повышается иммобилизация дисперсионной среды, ухудшается смачиваемость и обволакиваемость. Отсюда следует, во-первых, необходимость введения поверхностно-активных веществ (ПАВ) в исходный битум или лучше на последней стадии приготовления ПБВ, что наряду с обеспечением требуемых адгезионных свойств улучшит способность ПБВ к смачиванию и обволакиванию поверхности минеральных частиц. Однако для обеспечения требуемой удобоукладываемости и уплотняемости полимерасфальтобетонных смесей, соблюдения принятых при приготовлении и укладке асфальтобетонных смесей температурных режимов, требуется: либо существенно повышать температуру смесей, что приведёт к их более интенсивному старению и повышению энергозатрат, либо вводить пластификатор. Это весьма важно и необходимо для, во-первых, обеспечения максимально эффективной работы полимерной сетки, во-вторых, для обеспечения требуемой трещиностойкости полимерасфальтобетонных покрытий, а в третьих для соблюдения принятых температурных режимов приготовления, укладки и уплотнения полимерасфальтобетонных смесей и экономии энергозатрат. Необходимость применения пластификатора в составе ПБВ обусловлено также необходимостью сохранения равновесного состояния в этой системе и работоспособности обеих упомянутых выше структур; в частности недопустимостью уменьшения толщины сольватной оболочки в асфальтовых комплексах. В работе [6] показано, что максимальное расчётное содержание блоксополимера типа СБС в битуме, при котором достаточно объёма свободной дисперсионной среды для обеспечения нормальной работоспособности обеих структур, составляет 3.09% по массе. При более высоком содержании полимера необходимо введение пластификатора.

Из известных нефтепродуктов, исследованных в качестве пластификатора, как в лабораторных условиях, так и на практике: сольвент, ксилол, бензин, зимнее и летнее дизтопливо, промышленные масла, выбран последний, так как он во первых позволяет обеспечить требования, предъявляемые к ПБВ по пожарной безопасности и токсичности, а во- вторых, добиться высокой однородности ПБВ, аналогичной той, которая присуща чистым битумам. Кроме того, эффективность полимера определяется возможностью его макромолекул свободно изменять свои конформации в условиях эксплуатации, что, в первую очередь, зависит от содержания пластификатора в дисперсионной среде ПБВ [7].

Комплекс технических требований к качеству ПБВ приведён в ГОСТ Р 52056 и регламентирует требования ко всем показателям, регламентированным требованиями ГОСТ 22245-90 для битумов, также к показателям эластичности при 25⁰С и 0⁰С, сцепления с мрамором или песком и однородности.

При сопоставлении показателей качества битумов и ПБВ с близким значением пенетрации, преимущество ПБВ связано с: наличием высокого уровня эластичности как при 25⁰С, так и при 0⁰С, более высокой температурой размягчения и одновременно

лучшей трещиностойкостью, более высокой деформативностью (пенетрацией) при 0°C, относительным удлинением (растяжимостью) при 0°C. При этом верхний предел пенетрации при 25°C не ограничивается, что позволяет обеспечивать высокие технологические свойства полимерасфальтобетонных смесей за счет высокого уровня пенетрации ПБВ при обеспечении требуемой теплостойкости, сдвигоустойчивости и долговременной прочности покрытий.

Важнейшим преимуществом ПБВ является также возможность регулировать их свойства за счет варьирования соотношения содержания битума, полимера, пластификатора и ПАВ, что создает возможность использования ОВМ требуемого качества в любых климатических условиях для разных условий движения, обеспечивая одновременно и высокую трещиностойкость и высокую сдвигоустойчивость.

В связи с этим в 2007 г. разработаны изменения № 1 к ГОСТ Р 52056 в части регламентирования региональных требований по основным эксплуатационным показателям ПБВ – температурам размягчения и хрупкости. Этих требования приведены также в ОДМ 218.2.003-2007 «Рекомендации по использованию полимерно-битумных вяжущих материалов на основе блоксополимеров типа СБС при строительстве и реконструкции автомобильных дорог», утверждённых и изданных распоряжением Росавтодора от 01.02.2007 № ОБ-29-р (Информавтодор, Москва, 2007г.) Учитывая высокую грузонапряженность на дорогах I и II технических категорий рекомендовано увеличение нормы по температуре размягчения на 2°C и показателя эластичности на 5%. В целях исключения шелушений, выкрашиваний, выбоин на покрытиях введены требования по обеспечению сцепления как с эталонным мрамором, так и с применяемыми щебнем и песком на уровне «выдерживает по контрольному образцу № 2» по ГОСТ 11508 метод А.

Учитывая, что домены полистирола также, как и асфальтеновые комплексы, составляют дисперсную фазу ПБВ, можно полагать, что они тоже могут повышать прочность и работоспособность полимерасфальтобетона, однако размер их существенно выше, чем у асфальтеновых комплексов - 300Å по сравнению с 30Å у асфальтеновых комплексов и количество значительно меньше, это повышение должно быть незначительным. Действительно, как следует из экспериментальных данных, сдвигоустойчивость полимерасфальтобетона, определяемая по коэффициенту внутреннего трения, который характеризует работоспособность минерального остова, для полимерасфальтобетона, независимо от типа смеси, он несколько выше, чем для асфальтобетона даже при большем значении глубины проникания иглы (меньшей условной вязкости) ПБВ, чем битума. Аналогичный эффект наблюдается и при оценке сдвигоустойчивости полимерасфальтобетона, оцениваемой по величине сопротивления при сдвиге, которая характеризует сопротивление сдвигу (значение наибольшей ньютоновской вязкости) собственно вяжущего при заданном в этом методе напряжении сдвига; в данном случае работоспособность структурной сетки из макромолекул полимера, находящейся в дисперсионной среде ПБВ.

Совместно с компанией «Шелл» были проведены исследования долговременной прочности асфальтобетона на основе вязкого битума марки В80 и полимерасфальтобетонов на основе ПБВ, содержащего 5% блоксополимера типа СБС марки Кратон Д 1101 без пластификатора, и ПБВ, содержащего 3,5% блоксополимера типа СБС той же марки и 9% индустриального масла марки И-40А. Измерения проведены

в режиме постоянной амплитуды деформации балочек при изгибе, под нагрузкой сосредоточенной в центре пролета, наиболее близком к условиям эксплуатации дороги. Подробные результаты этих исследований приведены в работе [3]. Анализ данных, полученных при 10⁰С и амплитуде деформации, равной 2×10⁻⁴, показывает, что долговременная прочность полимерасфальтобетона на основе ПБВ без пластификатора выше, чем асфальтобетона на основе вязкого битума всего в 1,9 раза, а полимерасфальтобетона на основе ПБВ с маслом, при меньшем содержании полимера, в 38,3 раза. Долговременная прочность полимерасфальтобетона на основе ПБВ с пластификатором и 3,5% полимера при 10⁰С в 19,8 раз выше, чем для полимерасфальтобетона без пластификатора с 5% полимера и в 90 раз выше при 20⁰С. При амплитуде деформации, равной 3×10⁻⁴, эти соотношения составляют соответственно 23,8 раза при 10⁰С и 93,3 раза при 20⁰С. Эти данные наглядно подтверждают наибольшую эффективность (работоспособность) структурной сетки из макромолекул полимера в присутствии пластификатора и объясняют низкую деформативность, пластичность и эластичность ПБВ без него, особенно при низкой температуре. Этот эффект объясняется академиком В.А.Каргиным «изменением числа конформаций макромолекул в текущей системе полимер – пластификатор, по сравнению с аналогичной величиной в текущем чистом полимере» [5]. Отметим, что индустриальное масло является уникальным пластификатором, так как кроме требуемой противопожарной безопасности (температура вспышки в открытом тигле более 200⁰С), оно характеризуется соотношением хорошего и плохого растворителя блоксополимеров типа СБС – соответственно ароматических и парафинонафтеновых компонентов, которое обуславливает максимально эффективную работоспособность этого полимера. Указанные полимеры в незначительной части растворяются в масле, а в основном набухают, что и необходимо для обеспечения их эффективной работы в составе ПБВ.

В процессе обоснования метода определения температуры трещиностойкости полимерасфальтобетона было показано [8], что зависимость между температурами хрупкости асфальтобетона и полимерасфальтобетона $T_{хр}$ и температурой хрупкости по Фраасу ПБВ и битумов $T_{хр}^{\Phi}$, на основе которых они были изготовлены, независимо от типа смеси и марки вяжущего описывается уравнением линейной регрессии следующего вида:

$$T_{хр} = 0,886T_{хр}^{\Phi} - 4,6448 \quad (1)$$

Важно отметить высокую величину достоверности аппроксимации (0,8313) и соответственно коэффициента парной корреляции (0,91), что позволяет рассчитать требуемое значение $T_{хр}^{\Phi}$ вяжущего для достижения требуемого значения температуры трещиностойкости $T_{тр}$ материала покрытия, в частности полимерасфальтобетона. Приняли, что если $T_{тр}$ будет выше $T_{хр}$ на 5⁰С, то трещиностойкость покрытия будет обеспечена в течение всего срока его эксплуатации. Взаимосвязь между $T_{тр}$ и $T_{хр}^{\Phi}$ описывается следующим уравнением линейной регрессии с коэффициентом парной корреляции равным 0,915:

$$T_{тр} = 0,8696T_{хр}^{\Phi} - 0,0818 \quad (2)$$

На основе этих исследований был подготовлен и издан ОДМ 218.2.001-2007 «Метод определения трещиностойкости полимерасфальтобетона при отрицательных температурах», утверждённый Росавтодором Минтранса РФ за № 31-р от 01.02.2007 г.

За критерий трещиностойкости дорожных покрытий принято положение, что $T_{тр}$ полимерасфальтобетона должна быть не выше температуры наиболее холодных суток района эксплуатации покрытия, а за критерий сдвигоустойчивости – температура размягчения ПБВ, которая должна быть не ниже расчётной температуры сдвигоустойчивости асфальтобетонных покрытий, определяемой по формуле Я.Н.Ковалёва (ОДМ 218.2.003-2007).

В последние годы на рынке появилось достаточно большое количество органических вяжущих материалов, предлагаемых к широкому использованию в России для строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог и аэродромов, поэтому были разработаны ОДМ 218.3.2011 «Нормирование свойств органических вяжущих в зависимости от климатических условий и условий эксплуатации покрытий», утверждённые и изданные на основании распоряжения Росавтодора от 23.09.2011г. № 749-р. В этих рекомендациях приведены требования к органическим вяжущим материалам, независимо от их состава и способа изготовления, для верхнего слоя покрытий автомобильных дорог и аэродромов, поверхностных обработок и подгрунтовок - трещинопрерывающих прослоек.

К настоящему времени в России построено более 4000 км. покрытий и поверхностных обработок с применением ПБВ на основе блоксополимеров типа СБС, которые удовлетворяют всем нормативным требованиям. Сроки службы указанных покрытий и поверхностных обработок в 2-3 раза выше, чем при применении дорожных битумов по ГОСТ 22245.

В заключение вновь отметим, что качество ОВМ оказывает определяющее влияние на работоспособность и сроки службы покрытий нежесткого типа. В связи с этим сегодня необходимо организовать промышленный выпуск ОВМ требуемого для условий России качества в рамках или под брендом нефтеперерабатывающей отрасли, что позволит сэкономить материальные и другие ресурсы, в огромных объёмах расходуемые на ремонты, и использовать их на развитие и совершенствование сети автомобильных дорог.

Выводы

1. Дорожные битумы марок БНД, а тем более марок БН, по ГОСТ 22245-90 непригодны для устройства дорожных покрытий в климатических условиях и условиях движения России в связи с недостаточной теплостойкостью, трещиностойкостью, адгезией, эластичностью и являются основной причиной образования дефектов в виде трещин, колея, шелушений, выкрашиваний и, в конечном счёте, выбоин на покрытиях, приводящих к очень низким срокам их службы (3 – 4 года).
2. ПБВ по ГОСТ Р 52056-2003 представляют собой четырёхкомпонентные ОВМ состоящие из битума, блоксополимера типа СБС, специального пластификатора и поверхностно-активного вещества, которые за счёт варьирования соотношения указанных компонентов позволяют получить вяжущие с требуемыми, в зависимости от климата и условий движения, значения показателей трещиностойкости, теплостойкости, адгезии, эластичности. И, соответственно, полимерасфальтобетонные покрытия с необходимой сдвигоустойчивостью, трещиностойкостью, водо- и морозостойкостью и выносливостью, то есть исключить все недостатки, присущие битуму и асфальтобетону. А при условии соблюдения необходимых конструктивных решений – требуемой капитальности дорожной одежды, работоспособного водоотвода, трещинопрерывающей прослойки под

полимерасфальтобетонным покрытием и поверхностной обработки, позволит повысить сроки службы покрытий до 12-18 лет.

3. Сформулированы критерии работоспособности и комплекс технических требований к ОВМ на основе стандартных показателей, позволяющие обеспечить бездефектную работу дорожных, мостовых и аэродромных покрытий в течение длительного времени.

4. Рассмотрена и обоснована роль дисперсной фазы и дисперсионной среды ОВМ в обеспечении работоспособности асфальтобетонов и полимер асфальтобетонов, в частности сдвигоустойчивости, трещиностойкости, водо- и морозостойкости, усталостной и долговременной прочности (выносливости).

5. Наиболее эффективным пластификатором для ПБВ на основе блоксополимеров типа СБС служит индустриальное масло, предпочтительно марки И-40А по ГОСТ 20799-88, которое содержит около 70% парафинафтоновых компонентов и около 30% ароматических и обеспечивает требуемые условия охраны труда в части токсичности и пожарной безопасности.

6. Разработан метод определения показателя температуры трещиностойкости асфальтобетона и полимерасфальтобетона, получено уравнение линейной регрессии, устанавливающее взаимосвязь между этим показателем и температурой хрупкости по Фраасу ОВМ на основе которого они изготовлены независимо от марки ОВМ и типа асфальтобетонной или полимерасфальтобетонной смеси.

7. Разработан комплекс технических требований к ОВМ для изготовления материалов, используемых для устройства покрытий, поверхностных обработок и трещинопрерывающих прослоек и применяемых в условиях России.

Литература

1. Л.М.Гохман. О роли органических вяжущих материалов в обеспечении работоспособности асфальтобетона. Автомобильные дороги, 1987г. №7.
2. L.M.Gokhman. Theoretical principles of the bitumen structure and the role of asphaltenes (based on reologicalmetode) Chapter 8 in book «Asphalteus and Asphalts. Development in Petroleum Scence». Edited by T.F.Yen and G.Y.Chilingarian. Amsterdam, Lausanne, New-York - Oxford, Shannon, Singapore, Tokyo, Elsevier 2000, 40В p.173-227
3. Л.М.Гохман. Комплексные органические вяжущие материалы на основе блоксополимеров типа СБС. Экон., М., 2004г. 584 стр.
4. Л.М.Гохман. Битумы, Полимерно-битумные вяжущие, Асфальтобетон, Полимерасфальтобетон. Экон., М., 2008г. 118 стр.
5. В.А.Каргин, Г.Л.Слонимский. Краткие очерки по физико-химии полимеров. Изд. «Химия». М. 1967г.
6. Л.М.Гохман. Расчёт состава полимерно-битумного вяжущего. Наука и техника в дорожной отрасли, №4. 2008г., с.33-34.
7. Л.М.Гохман. Эффективность полимера. Преимущества применения индустриального масла для полимерасфальтобетонных покрытий. Автомобильные дороги. №1. 2012г. с. 38-45.
8. Л.М.Гохман, А.Р.Давыдова, Т.В.Прокофьева, К.И.Давыдова. Обоснование метода определения температуры трещиностойкости полимерасфальтобетона. Автомобильные дороги » 2007г. №6 стр. 53-60.

ПОЛИЭТИЛЕНГУДРОНОВЫЕ ВЯЖУЩИЕ – ИННОВАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

А. А. Гуреев, А. В. Лакомых, М. В. Самсонов,

НОЦ «Битумные материалы»

РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина

Р. В. Плаксина

ОАО «Новокуйбышевский НПЗ», Новокуйбышевск

В настоящее время в России при строительстве и ремонте дорожного асфальтобетонного покрытия применяют два основных типа вяжущих материалов. Первый тип - это окисленный битум марок БНД, БНДУ, БДД, МГО и прочие. Сегодня стоимость окисленных битумов в зависимости от сезона и производителя находится в диапазоне 7-15 тыс. рублей за тонну. Срок эксплуатации дорожного полотна, устроенного с применением окисленных битумов, нормирован в пределах 2-5 лет.

Второй тип дорожных вяжущих представлен полимерно-битумными вяжущими (ПБВ). ПБВ - это композиционный материал, получаемый путём смешения и дальнейшей гомогенизации традиционных окисленных дорожных битумов, блок-сополимеров типа СБС, пластификатора и, иногда, ПАВ. Применение ПБВ при ремонте и строительстве дорог позволяет продлить эксплуатационный срок дорожного полотна до 10-15 лет. Однако, несмотря на очевидные преимущества применения ПБВ, по сравнению с обычным битумом, его высокая стоимость (не менее 25-35 тыс. рублей за тонну) ограничивает широкое использование этих эффективных полимерно-битумных материалов в дорожном строительстве РФ. Цена ПБВ обусловлена высокой стоимостью его компонентов. Стоимость блок-сополимеров типа СБС находится на уровне 160 тыс. рублей за тонну, что при содержании полимера в количестве уже 3% мас. добавляет к стоимости вяжущего не менее 5 тыс. рублей. Введение в состав ПБВ пластификатора (чаще всего масла И-40) в количествах до 7% мас. приводит к увеличению его стоимости ещё на 3 тыс. рублей.

На рисунке 1 схематично в координатах цена-качество представлены наименования дорожных вяжущих, предлагаемых сегодня на российском рынке. Он наглядно иллюстрирует значительные возможности и необходимость создания вяжущих материалов с более высокой эффективностью применения, чем дорожные битумы, и более низкой стоимостью, чем ПБВ. Особенно это актуально, на наш взгляд, для верхних покрытий на автодорогах различных категорий.

В связи с существующей острой необходимостью увеличения продолжительности срока службы дорожного полотна в РФ, а также отсутствием на рынке доступных модифицированных вяжущих были начаты исследования по разработке нового, инновационного типа вяжущего для дорожных асфальтобетонных покрытий. Такое вяжущее должно обладать физико-химическими и эксплуатационными свойствами максимально приближенными к значениям нормативных требований ГОСТ Р 52056-2003 к ПБВ, но по стоимости находиться на уровне цены традиционных окисленных битумов по ГОСТ 22245-90.

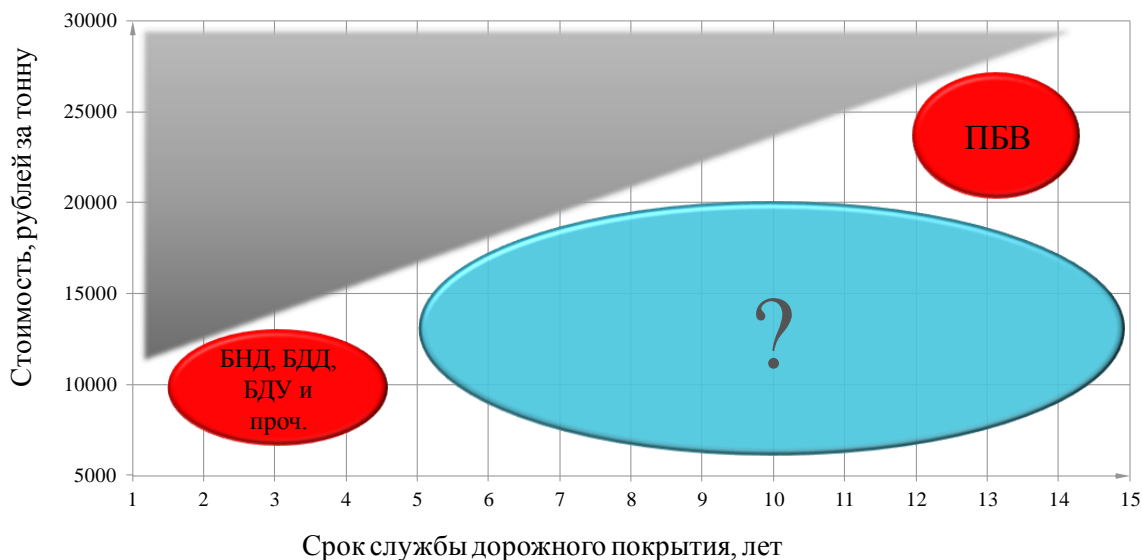


Рисунок 1. Дорожные вяжущие на российском рынке

Применение пластификатора в традиционной технологии производства ПВВ связано с необходимостью полного и равномерного растворения полимера в объёме битума, обладающего невысокой растворяющей способностью вследствие того, что в результате химических реакций, происходящих в процессе окисления, масляные компоненты сырья частично превращаются в смолы и асфальтены, т.е. переходят в дисперсную фазу. Для увеличения растворяющей способности дисперсионной среды битумов в его состав вводят дополнительное количество парафиново-нафтеновых соединений. Для оценки разницы в содержании масляных компонентов в сырье и в произведённом из него битуме был проведён анализ группового химического состава (ГХС) гудрона с установки УЗК ОАО «Новокуйбышевский НПЗ» и дорожного битума марки БНД 60/90, полученного из этого гудрона. Сопоставление результатов анализа ГХС гудрона и полученного из него битума, представлено в таблице 1.

Таблица 1. Результаты хроматографического исследования ГХС

№ п/п	Наименование компонентов	Содержание компонентов, % мас.	
		Гудрон Новокуйбышевского НПЗ	БНД 60/90 Новокуйбышевского НПЗ
1.	Парафино-нафтеновые соединения	24,4	13,2
2.	Ароматические соединения:	53,3	41,5
	-моноциклические	9,8	9,4
	-бициклические	11,1	19,4
	-полициклические	32,5	12,7
3.	Смолы	15,9	29,1
4.	Асфальтены	6,4	16,2

Как следует из результатов анализа ГХС, разница в суммарном содержании парафиново-нафтеновых и ароматических соединений составляет 23% мас. Недостаточное содержание масел в ПБВ приводит к его расслаиванию в процессе хранения и транспортировки в результате конкурирующей абсорбции между молекулами асфальтенов и молекулами полимера. В связи с повышенной потребностью в масляной составляющей, а также необходимости отказа от пластификатора с целью удешевления производства, было предложено в качестве основы для полимерного вяжущего использовать гудрон, вместо традиционного битума.

Для достижения поставленной цели было необходимо в первую очередь решить проблему увеличения вязкости гудрона до уровня вязкости дорожных битумов (1000-1500 Пуаз). На первом этапе работы в качестве загущающего агента был использован стирол-бутадиен-стирольный блок-сополимер. Введение в гудрон полимера в количестве 3% мас. увеличило динамическую вязкость гудрона при 60°C с 80 Пуаз до 527,2 Пуаз. Полученное значение динамической вязкости являлось недостаточным для уровня, характерного для дорожных марок битумов. Дальнейшее увеличение содержания полимера увеличивало стоимость вяжущего; в связи с этим с целью дополнительного увеличения вязкости системы и удешевления вяжущего было предложено ввести в композицию резиновую крошку. Исследования показали, что совместное введение в гудрон резиновой крошки фракционного состава 0-0,25 мм в количестве 3% мас. и 3% мас. СБС увеличивает динамическую вязкость гудрона при 60°C до 621,7 Пуаз. Явление дополнительного увеличения вязкости системы связано, очевидно, с тем, что резиновая крошка является вулканизированным изопреновым каучуком, поверхностные слои которого под воздействием высокой температуры подвержены частичной девулканизации. Разрыв связей С-S-C приводит к образованию боковых ответвлений производных изопрена, которые растворяются в гудроне. Они же, в свою очередь, несут на себе радикалы $-C-S\cdot$, способные к взаимодействию с оставшимися двойными связями в бутадиеновых блоках СБС полимера. В результате такого взаимодействия происходит прививка молекул полимера на поверхность частично девулканизированной резиновой крошки и образование пространственной структуры в вяжущем, состоящей из частиц нерастворившейся резиновой крошки и привитых молекул полимера. Для увеличения степени структурированности системы было предложено добавить в композицию дополнительное количество элементной серы. Проведённая серия экспериментов показала, что оптимальным содержанием элементной серы в вяжущем является 0,3% мас. Дальнейшее увеличение содержания серы приводило к образованию нерастворимого вулканизата и выделению сероводорода при попытке повторного разогревания образца. Добавление 0,3% мас. элементной серы в сочетании с 3% мас. резиновой крошкой и 3% мас. СБС в гудрон увеличило вязкость системы при 60°C до 826 Пуаз. Результаты анализов показателей качества полученного образца и сравнение их с требованиями ГОСТ Р 52056-2003 представлены в таблице 2. Из анализа сравнения показателей качества полученной композиции и требованиями ГОСТ Р 52056-2003 следует, что вяжущее имеет высокие эксплуатационные показатели по таким параметрам, как растяжимость при 25°C и 0°C, температура хрупкости и эластичность при 25°C и 0°C, однако показатели теплостойкости и твёрдости не удовлетворяли требованиям ГОСТ Р 52056-2003.

Для повышения показателя деформационной устойчивости и теплостойкости было предложено вводить в состав композиции строительный битум марки БН 90/10 с температурой размягчения 93°C.

Экспериментально было определено, что для получения наиболее востребованных марок вяжущего ПГВ 60 и ПГВ 90 необходимо добавить в композицию соответственно 40 и 30% мас. строительного битума.

Таблица 2. Сравнение показателей качества полученной композиции с требованиями ГОСТ Р 52056-2003

Показатели качества	Композиция	ГОСТ Р 52056 – 2003 для ПБВ 60
1. Глубина проникания иглы, ×0,1 мм, не менее, при - 25°C - 0°C	261	60
	102	32
2. Температура размягчения по кольцу и шару, °C, не ниже	51	54
3. Растяжимость, см, не менее, при - 25°C - 0°C	55	25
	40	11
4. Температура хрупкости, °C, не выше	-26,6	-20
5. Эластичность, %, не менее, при - 25°C - 0°C	91	80
	83	70

В таблице 3 представлено сравнение показателей качества разработанных полимергудроновых вяжущих с требованиями ГОСТ Р 52056-2003.

Из результатов анализа свойств полученных полимергудроновых вяжущих следует, что разработанные вяжущие на основе смесей прямогонного и глубокоокисленного гудронов, модифицированных резиновой крошкой, элементной серой и полимером типа СБС, соответствуют требованиям ГОСТ Р 52056-2003 по всем основным требованиям. Ориентировочная стоимость ПГВ 16000 рублей за тонну, что на 10000 рублей дешевле аналогов, произведённых традиционным способом.

Целью следующего этапа работы являлось создание модифицированного дорожного вяжущего по стоимости сопоставимого с традиционным окисленным битумом за счёт использования более дешёвого полимера-модификатора. Исходя из критериев доступности, технологичности и эффективности в качестве полимерной составляющей был выбран полиэтилен высокого давления.

Таблица 3. Сравнение показателей качества разработанных полимергудроновых вяжущих с требованиями ГОСТ Р 52056-2003.

Показатели качества	ПГВ 60	ГОСТ Р 52056 – 2003 для ПБВ 60	ПГВ 90	ГОСТ Р 52056 – 2003 для ПБВ 90
1. Глубина проникания иглы, ×0,1 мм, не менее, при - 25°С - 0°С	76	60	113	90
	39	32	48	40
2. Температура размягчения по кольцу и шару, °С, не ниже	56	54	53	51
3. Растяжимость, см, не менее, при - 25°С - 0°С	38	25	48	30
	24	11	29	15
4. Температура хрупкости, °С, не выше	-23,6	-20	-25,4	-25
5. Эластичность, %, не менее, при - 25°С - 0°С	85	80	88	85
	76	70	81	75

Используя методику, разработанную на предыдущем этапе работы, были получены образцы серосодержащих полиэтиленгудроновых вяжущих (ПЭГВ) и резиносодержащих полиэтиленгудроновых вяжущих (ПЭГВ-Р). Сравнение показателей качества разработанных ПЭГВ и ПЭГВ-Р с требованиями ГОСТ 22245-90 и ГОСТ Р 52056-2003 представлены в таблицах 4 и 5. При сравнении показателей качества разработанных полиэтиленгудроновых вяжущих следует, что разработанные композиции на основе смесей прямогонного и глубокоокисленного гудронов, модифицированные полиэтиленом высокого давления, элементной серой и резиновой крошкой, соответствуют требованиям как ГОСТ 22245-90, так и стандарта к полимерно-битумным вяжущим по всем основным показателям прочности (значения пенетрации и температуры размягчения) и низкотемпературным характеристикам (значениям температуры хрупкости и пенетрации при 0°С). А так же обладают показателем эластичности на уровне 30%.

Ориентировочная стоимость разработанных вяжущих составляет 10 000 - 10 500 тыс. рублей за тонну, что сопоставимо со стоимостью традиционных окисленных битумов. На рисунке 2 схематично представлено расширение ассортимента дорожных вяжущих, достигнутое в результате проведённой работы.

Таблица 4. Сравнение показателей качества ПЭГВ и ПЭГВ-Р с требованиями ГОСТ 22245-90 и ГОСТ Р 52056-2003

Показатели качества	Требования ГОСТ 22245-90 для БНД 40/60	ПЭГ В 40	Требования ГОСТ Р 52056-2003 для ПБВ 40	Требования ГОСТ 22245-90 для БНД 60/90	ПЭГ В 60	Требования ГОСТ Р 52056-2003 для ПБВ 60
1. Глубина проникания иглы, ×0,1 мм, не менее, при - 25°С - 0°С	40-60 13	54 28	40 25	61-90 20	74 37	60 32
2. Температура размягчения по кольцу и шару, °С, не ниже	51	61	56	47	57	54
3. Растяжимость, см, не менее, при - 25°С - 0°С	45 -	23 4,6	15 8	55 3,5	27 6,7	25 11
4. Температура хрупкости, °С, не выше	-12	-21,1	-15	-15	-22,8	-20
5. Эластичность, %, не менее, при - 25°С - 0°С	- -	17 40	80 70	- -	25 48	80 70

Таблица 5. Сопоставление показателей качества разработанных вяжущих

Показатели качества	Требования ГОСТ 22245-90 для БНД 40/60	ПЭГВ -Р 40	Требования ГОСТ Р 52056-2003 для ПБВ 40	Требования ГОСТ 22245-90 для БНД 60/90	ПЭГВ-Р 60	Требования ГОСТ Р 52056-2003 для ПБВ 60
1. Глубина проникания иглы, ×0,1 мм, не менее, при - 25°С - 0°С	40-60 13	52 28	40 25	61-90 20	65 36	60 32

2. Температура размягчения по кольцу и шару, °С, не ниже	51	64	56	47	59	54
3. Растяжимость, см, не менее, при - 25°С - 0°С	45 -	8,8 3,5	15 8	55 3,5	11,1 4,3	25 11
4. Температура хрупкости, °С, не выше	-12	-15,3	-15	-15	-16,2	-20
5. Эластичность, %, не менее, при - 25°С - 0°С	- -	38 48	80 70	- -	45 51	80 70

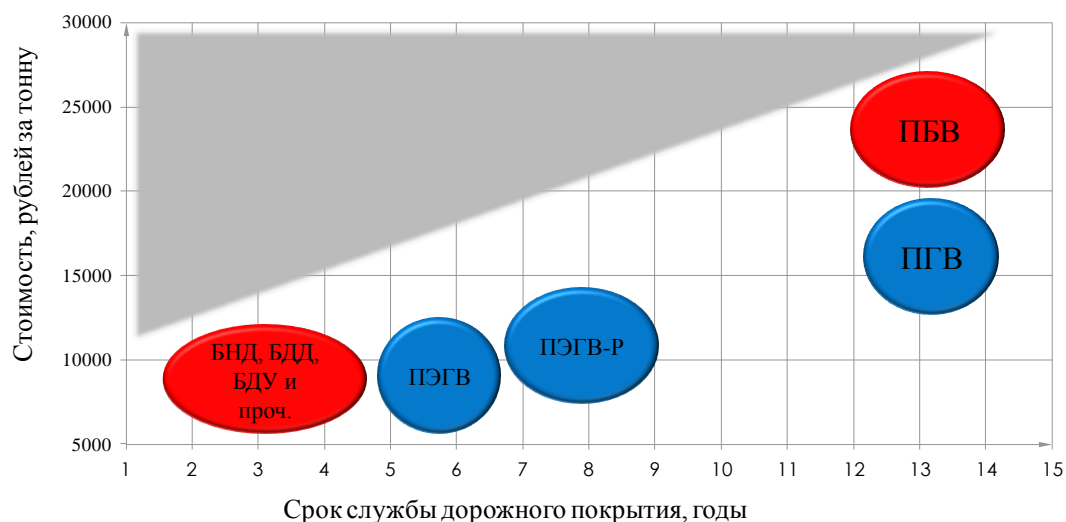


Рисунок 2. Расширение ассортимента дорожных вяжущих

Результаты проведённой работы позволили сделать следующие выводы:

1. Достигнутые возможности по расширению ассортимента российских дорожных вяжущих материалов представлены на рисунке 2. Показана возможность производства полимергудронового вяжущего на основе полимеров типа СБС, отличающегося от ПБВ, получаемых по традиционной технологии, меньшей себестоимостью.
2. Предложена технология отдельного производства базы вяжущего и его загустителя (глубокоокисленного гудрона или битума строительных марок), позволяющая отказаться от применения пластификатора и вывести значительную часть сырья из экологически вредного процесса окисления.
3. Показана возможность получения дорожных композиций с различным уровнем эксплуатационных характеристик путём изменения соотношения полимергудрон:глубокоокисленный гудрон. Разработана оригинальная рецептура и технология производства ПЭГВ на основе полиэтилена высокого давления по стоимости

равного традиционному битуму, но со значительно улучшенными эксплуатационными показателями качествами.

4. Установлена возможность и оптимальные концентрации использования элементной серы в качестве модификатора разработанного полимергудронового вяжущего.

5. Предложены технологические основы компаундирования резиновой крошки с нефтяной основой для производства дорожных вяжущих материалов, позволяющие увеличить их прочность и эластичность, а также квалифицированно утилизировать крупнотоннажные промышленные отходы.

Литература

1. Л.М.Гохман Комплексные органические вяжущие материалы на основе блоксополимеров типа СБС. М., ЗАО «ЭКОН-ИНФОРМ», 2004, 584 с.
2. А.А.Гуреев, Н.В.Быстров. Дорожные битумы – вчера, сегодня, завтра. Нефтепереработка и нефтехимия. 2013, №5, с.3-6.
3. Т.С.Худякова, Л.В.Колеров, С.М.Попов. Резиновая крошка в деле. Влияние комплексного модификатора «КМА» на физико-механические свойства дорожного битума. Автомобильные дороги, 2004, №9.
4. А.А.Гуреев, Е.А.Чернышева, А.А.Коновалов, Ю.В.Кожевникова. Производство нефтяных битумов. М., изд. Нефть и газ, 2007, 102 с.

О СОСТОЯНИИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ БИТУМНОГО ПРОИЗВОДСТВА

О. Н. Киндеев, В. Н. Лындин

РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина

По развитию нефтебитумного производственного потенциала Россия среди развитых стран мира занимает второе место после США, однако при этом по объёму производства отстает от уровня США в 3 раза. Фактически в реальном производстве в России положение в два раза хуже, так как использование производственной мощности по выработке нефтебитумов составляет менее 50%, тогда как в семерке развитых стран мира производственный потенциал используется на 90-96%. На состояние и развитие битумного производства в России оказывает существенное влияние ряд специфических факторов:

- сезонность выработки битумов основных марок - дорожных, связанная с четко определенными периодами выполнения дорожно-строительных работ, что порождает проблемы для непрерывно функционирующих НПЗ;
- небольшое различие цены битума и сырья;
- сложность проведения технологических операций с таким высоковязким и низкозастывающим продуктом, как битум;
- на большей части НПЗ физически, и морально устарело основное технологическое оборудование битумных установок;
- на ряде производств, не оснащенных современными окислительными колоннами, продолжается эксплуатация устаревших трубчатых реакторов,;
- неконтролируемый разброс показателей качества поступающего на переработку сырья. Небольшие колебания его состава — содержания парафиновых и ароматических углеводородов, асфальтенов и других компонентов оказывают огромное влияние на качество получаемых битумов.

Проблема стабилизации качества сырья может быть решена способом компаундирования товарных компонентов для получения готовых битумов. Поэтому теоретически возможно и целесообразно использовать метод компаундирования для подготовки сырья и для модификации свойств уже готовых битумов.

Низкие эксплуатационные характеристики материалов, используемых в дорожном строительстве, приводят к тому, что требуется проведение ремонта дорог через 3-4 года, тогда как за рубежом межремонтный период составляет 10–12 лет. В настоящее время в зарубежной практике для устройства и ремонта дорожных покрытий при необходимости используются композиционные материалы на основе битума и следующих модификаторов:

- сера;
- каучук (полибутадиеновый, натуральный, бутилкаучук, хлоропрен и др.);
- органо-марганцевые компоненты;
- термопластичные полимеры (полиэтилен, полипропилен, полистирол, этилен-винилацетат (EVA));
- термопластичные каучуки (полиуретан, олефиновые сополимеры);
- блоксополимеры типа стирол-бутадиен-стирола (СБС).

Целесообразность применения в составе дорожного асфальтобетона битума, модифицированного тем или иным видом модификатора, в каждом конкретном случае обосновывается с технической и экономической точки зрения.

В мировой практике дорожного строительства применяются остаточные нефтяные дорожные битумы, из которых на Западе строится более 80 процентов автомобильных дорог. В отличие от окисленных они способны в 3 - 4 раза продлить срок службы дорожных покрытий, так как у них существенно лучшие показатели по водостойкости, устойчивости к износу, образованию трещин и температурным перепадам. Немаловажно и то, что использование в дорожном строительстве водно-битумных эмульсий, изготовленных на основе остаточных битумов, и наличие соответствующей техники позволяют производить ремонт и строительство автодорог даже при отрицательной температуре.

Нефтеперерабатывающим предприятиям невыгодно дополнительно оборудовать битумное производство специальным оборудованием:

1. охлаждающими системами для снижения температуры готового битума, что даёт возможность получать битумы с более высокими эксплуатационными свойствами;
2. перемешивающими устройствами для введения катионных поверхностно-активных веществ (ПАВ);
3. специальными дополнительными емкостями для раздельного хранения битумов различных марок;
4. современной аппаратурой для более чёткого ведения технологического процесса и регулирования качества битумов и т.п.

Ведь битум по сравнению с другими нефтепродуктами характеризуется низкой ценой, и потому не является выгодным товаром. Кроме того, в связи с огромной территорией России и неравномерным размещением на ней нефтеперерабатывающих предприятий в современных условиях транспортные расходы составляют значительную долю в стоимости битумов и без того являющихся наиболее дорогой составляющей в цене готового асфальтобетонного покрытия.

Большинство российских НПЗ сегодня не заинтересовано в получении высококачественных битумов: так как заводы перерабатывают легкие западносибирские нефти с высоким содержанием светлых нефтепродуктов - до 60%. Светлые нефтепродукты в четыре раза дороже битумов, и именно они определяют экономику завода. А повышение качества выпускаемых битумов связано с дополнительными затратами при низком экономическом эффекте. Свойства западносибирской нефти, кроме того, не дают возможности выпуска высококачественных битумов.

Литература

1. Р. Б. Гун. Нефтяные битумы. М., Химия, 1973.
2. А.А.Гуреев, Н.В.Быстров. Дорожные битумы – вчера, сегодня, завтра. Нефтепереработка и нефтехимия, 2013, №5, с.3-6.

ФАКТОР УСТОЙЧИВОСТИ КАК КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ БИТУМОВ К СТАРЕНИЮ

Н. Г. Евдокимова, Е. В. Комарова

*филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет» в г. Салавате*

Дорожные битумы прочно склеивают и надежно удерживают в течение длительного времени в связанном состоянии каркас из высокопрочных минеральных материалов асфальтобетона. В процессе эксплуатации асфальтобетонных покрытий, а также под воздействием атмосферных факторов - температуры, света, воздуха и воды - происходят изменения физических свойств и химического состава битумов. В настоящее время разрабатываются новые технические требования национального стандарта к битумам, которые устанавливают такие показатели к устойчивости битумов к старению как изменение температуры размягчения и потеря массы образца после прогрева.

В работе представлены результаты исследований свойств дорожных окисленных битумов марки БНД 60/90 и БНД 90/130 в процессе термоокислительного старения. Процесс старения проводили в лабораторных условиях при температуре 163°C в течение 10 часов.

На рисунках 1-3 показаны кривые зависимостей потери массы, фактора устойчивости и скорости изменения температуры размягчения битумов от времени старения. Фактор устойчивости определяли фотоколориметрическим методом как отношение значений оптических плотностей верхнего и нижнего слоев раствора битума в растворителе после центрифугирования.

Показано, что наибольшие изменения исследуемых показателей качества происходят в первые часы старения, т.е. в начальный период эксплуатации асфальтобетонных покрытий. Коллоидная структура и глубина окисления исходного битума также оказывают существенное влияние на скорость старения битума. С увеличением потери массы после прогрева происходит снижение фактора устойчивости, а с увеличением фактора устойчивости – уменьшение значений потери массы после прогрева. Можно предположить, что таким показателем как фактор устойчивости можно оценивать характер сил межмолекулярного взаимодействия между дисперсионной средой и дисперсной фазой, а также интенсивность физических и химических изменений в компонентном составе и структуре битума под воздействием температуры и кислорода воздуха.

Таким образом, наряду со стандартными методами метод определения фактора устойчивости, который позволяет в течение 1-1,5 ч определить результат испытаний, может быть использован для исследования и прогнозирования поведения нефтяных битумов в процессе термоокислительного старения.



Рисунок 1 – Зависимость потери массы битумов после прогрева от времени старения

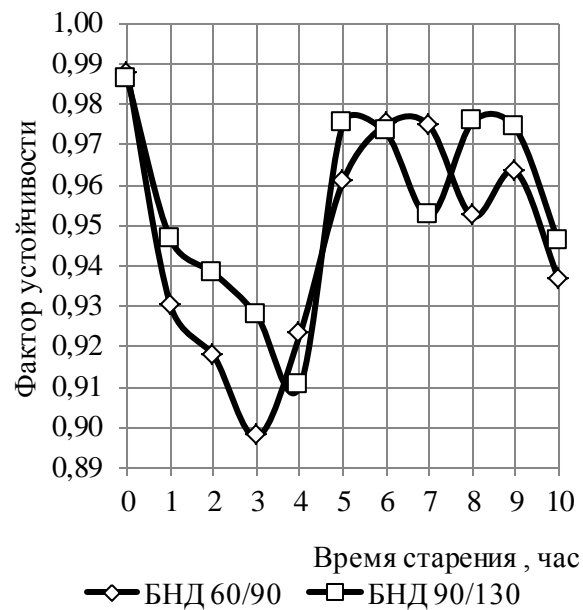


Рисунок 2 – Зависимость фактора устойчивости битумов от времени старения

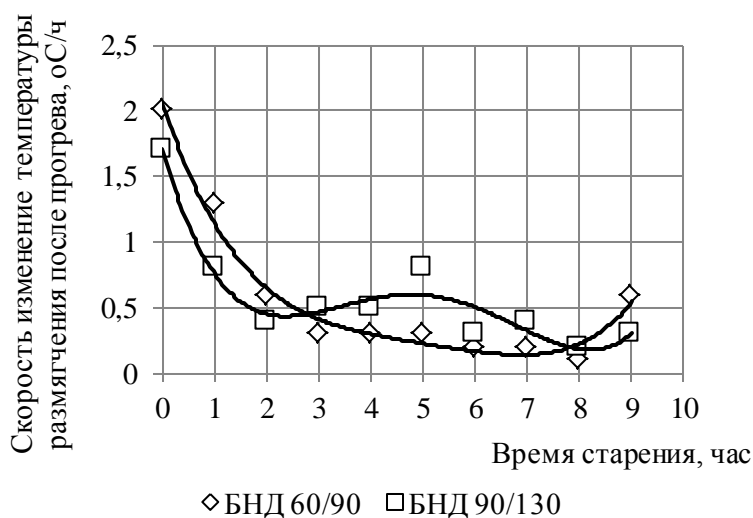


Рисунок 3 – Зависимость скорости изменения температуры размягчения битумов от времени старения

Литература

1. А.А. Гуреев. Производство дорожных битумов в России. Химия и технология топлив и масел. 2009, №6, с.6-8.
2. А.А.Гуреев, Н.В.Быстров. Дорожные битумы – вчера, сегодня, завтра. Нефтепереработка и нефтехимия. 2013, №5, с.3-6.
3. А.А.Гуреев, Н.В.Быстров, А.В.Клеймёнов, Д.В.Орлов. О долговечности и эластичности дорожных битумных материалов. Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. 2013, №9, с.35-37.

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ СЕРОБИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ

Н. Г. Евдокимова, А. Р. Назарова

*филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной
технический университет» в г. Салавате*

Целесообразность модифицирования дорожных битумов серой обусловлена её уникальными свойствами, доступностью и низкой стоимостью. Испытания, проведенные в Канаде, США, Европе и России, показали, что сера делает покрытия более устойчивыми к атмосферным воздействиям, более прочными по сравнению с аналогичными без добавок серы [1]. Однако анализ эксплуатации дорожных покрытий показывает их недолговечность. Это связано со многими факторами, одним из которых является плохая адгезия применяемых серобитумов в качестве вяжущего в асфальтобетоне.

В работе проведены исследования адгезионных свойств серобитумов, отличающихся различными способами введения серы, а также модифицированных серобитумов нефтеполимерными смолами (НПС), полученными на основе кубового остатка ректификации стирола (КОРС) каталитической полимеризацией [2]. Адгезионные свойства определяли по ГОСТ 11508-74 визуально по № образца и количественным способом (в % мас.). Процессы компаундирования проводили при температуре $140 \pm 5^\circ\text{C}$ в течение 60 мин. Количество серы в серобитумах составляло от 3,0 до 30,0% мас. на битум. Использовались нефтяные битумы с различными температурами размягчения.

Установлено, что введение серы в битум в небольших количествах (3-5% мас.) способствует резкому снижению адгезионных свойств вяжущего. При увеличении содержания серы более 5% мас. адгезия серобитумов практически не изменяется. В этом случае на адгезию серобитумов в значительной степени влияет температура размягчения и адгезионные свойства исходного битума.

В работе также исследовались адгезионные свойства серобитумов, полученных на основе глубокоокисленного битума и осерненного гудрона (технология 1) и осерненного глубокоокисленного битума и гудрона (технология 2).

Анализ свойств серобитумов показал, что технология 1 позволяет получить дорожные вяжущие с невысокими значениями пенетрации и адгезией соответствующей образцам №2 и №3, но с достаточно низкими значениями температуры хрупкости. Полученные серобитумы по технологии 2 отличались повышенными значениями пенетрации и хорошими низкотемпературными свойствами, однако адгезия соответствовала в основном образцу №2. С целью обеспечения хорошего сцепления с минеральным материалом полученные серобитумы по технологии 1 и 2 модифицировались НПС в количестве 5% мас. Установлено, что адгезия модифицированных серобитумных вяжущих, полученных по технологии 2 в основном соответствовала образцу №1.

Таким образом, результаты исследований позволяют сделать вывод, что для получения серобитумов, обладающих хорошими пластичными и адгезионными свойствами, наиболее приемлемой технологией их получения является осуществление следующих стадий: осернение глубокоокисленного битума, последующее его

компаундирование с гудроном и модифицирование полученного серобитумного вяжущего нефтеполимерными смолами.

Литература

1. А.А. Гуреев. «Болевые точки» или особенности производства и применения дорожных битумных материалов в России. Автомобильные дороги. 2012, №1, с.48-50.
2. А.Н.Волгушев. Применение серы в строительстве. Аналитический портал химической промышленности. Newchemistry.ru: <http://www.newchemistry.ru>.
3. Г.А.Абдрахманова, Н.Г.Евдокимова. Получение нефтеполимерных смол и исследование их влияния на свойства битумов. Интеграция науки и производства: тезисы докладов II отраслевой научно-производственной конференции. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2012, с. 17-18.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРБИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ НА ОСНОВЕ СЫРЬЯ ОАО «ГАЗПРОМ НЕФТЕХИМ САЛАВАТ»

Е. О. Колышева, Н. Г. Евдокимова

*Филиал ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»
в г. Салавате*

Среди новых материалов для дорожного строительства эксперты [1,2] выделяют полимерно-битумные вяжущие (ПБВ) на основе термоэластопластов (ТЭП). Анализ показал, что наиболее популярными полимерными модификаторами являются термоэластопласты типа СБС: Kraton D (компании Kraton Polimers), Calprene (компании Dynasol), синтетические латексы серии Butonal NS (компании BASF), терполимеры серии Elvaloy (компании DuPont) и другие. Перечисленные полимеры значительно повышают теплостойкость вяжущего и улучшает адгезию, снижают чувствительность битумов к изменению температуры, придают ему дополнительную эластичность, показатели долговечности увеличиваются вдвое и более, повышается прочность, сдвигоустойчивость и трещиностойкость асфальтобетонных покрытий. Главной причиной, которая сдерживает наращивание объемов использования полимербитумных вяжущих, является высокая стоимость полимеров. Введение в битум 2,5-3,5 % мас. термоэластопластов или 1-1,5 % мас. терполимеров повышает стоимость вяжущего в 1,5-2,5 раза [2].

В ОАО «Газпром нефтехим Салават» производятся традиционные битумы по ГОСТ 22245-90. Однако, как показывает опыт, эти битумы не всегда соответствуют требованиям по некоторым показателям качества. В связи с этим в работе решается задача по разработке технологии получения ПБВ на основе полимерной добавки, полученной из побочной продукции и отходов производств, не уступающей по свойствам дорогостоящим термоэластопластам. В работе для синтеза полимерной добавки использовались кубовый остаток ректификации стирола (КОРС) и пентан-амиленовая фракция процесса пиролиза бензина. Сополимеризацию КОРС с пентан-амиленовой фракцией проводили при температуре 65°C в течение 35 часов в присутствии катализатора. Полученный сополимер вводили в глубокоокисленный битум с температурой размягчения 62°C в количестве 1, 2 и 5% мас. Модифицированный глубокоокисленный битум компаундировали с гудроном (сырьем битумного производства) до температур размягчения 43 и 47°C, что соответствовало дорожным битумам марки БНД90/130 и БНД 60/90. Установлено, что полученный сополимер значительно увеличивает интервал пластичности, улучшает адгезионные свойства и стабильность к термоокислительным процессам старения битумов. Таким образом, полученный сополимер, имеющий себестоимость порядка 20 тыс. руб. за тонну, может заменить дорогостоящие термоэластопласты при получении полимербитумных вяжущих на битумной установке в ОАО «Газпром нефтехим Салават».

Литература

1. А.А.Гуреев, Н.В.Быстров. Дорожные битумы – вчера, сегодня, завтра. Нефтепереработка и нефтехимия, 2013, №5, с.3-6.
2. С.В.Кишинский. Модификация битумов и асфальтобетонов комплексной добавкой на основе вторичного полиэтилена. Baltic road association. Материалы 27 конференции.
3. И.О.Львов. Получение и свойства модифицированных битумов. Альманах современной науки и образования. Тамбов: Изд. «Грамота», 2011, № 4 (47), с.84-87.

ОЛИГОМЕРБИТУМНЫЕ ВЯЖУЩИЕ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ БИТУМОВ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

А. В. Руденский,
ФГУП «РосДорНИИ»,
В. В. Лобанов
ООО «Олигомер»

Применение битумных вяжущих повышенного качества является одним из важнейших направлений продления сроков службы дорожных асфальтобетонных покрытий.

Необходимость повышения качественных характеристик дорожных битумов обусловлена ростом требований к транспортно-эксплуатационному состоянию дорожных асфальтобетонных покрытий, повышению их эксплуатационной долговечности, сокращению затрат на проведение периодических ремонтных работ в течение срока службы покрытий.

Для обеспечения высокой эксплуатационной долговечности асфальтобетонных покрытий битумные вяжущие должны обладать широким интервалом пластичности, деформативностью при низких температурах, высокими адгезионными свойствами, однородностью и стабильностью свойств в течение срока службы.

Увеличение интервала пластичности битумных вяжущих достигается, как правило, введением в битум модифицирующих добавок полимеров, каучуков, термоэластопластов, резины.

Общим недостатком известных технических решений по модификации битумов указанными добавками является необходимость проведения специальных технологических операций по измельчению вводимых добавок или их предварительному растворению. Это усложняет процесс получения модифицированного битумного вяжущего и существенно увеличивает его стоимость по сравнению со стоимостью исходного битума.

Перспективным направлением получения высококачественных модифицированных битумных вяжущих является инновационная технология производства олигомербитумных вяжущих. Олигомеры – это продукты, занимающие по степени полимеризации промежуточное положение между полимерами и мономерами. Олигомеры имеют относительно невысокую молекулярную массу, как правило, жидкую консистенцию, что обеспечивает им технологические преимущества по сравнению с полимерами, которые при использовании в дорожном строительстве обычно требуют предварительного растворения. Использование способности ряда олигомеров к частичной полимеризации при воздействии повышенных технологических температур, обуславливает возможность осуществления простой и эффективной технологии производства олигомербитумных вяжущих, заключающейся во введении жидкого олигомера в битум и выдержки этой смеси в течение времени, необходимого для полимеризации олигомера.

Олигомеры, как правило, хорошо совмещаются с битумами. Поскольку битумы имеют относительно непрерывный спектр распределения молекулярных масс компонентов, то введение в них полимеров с молекулярной массой порядка сотен тысяч

единиц приводит к нарушению структуры указанного спектра и, соответственно, снижению стабильности структуры вяжущего. Введение же олигомеров с последующей их частичной полимеризацией в составе битума способствует получению практически непрерывного спектра молекулярных масс и, следовательно, вяжущего с большей стабильностью.

В качестве олигомерных добавок к битумам можно использовать олиго-олефины с молекулярной массой 500—2000. Продолжительность перемешивания битума с олигомером 5—30 мин. Так, например, при введении в вязкий окисленный битум с глубиной проникания 52 дмм при 25°C жидкого олигомера пропилена с молекулярной массой 740-900, и температурой вспышки 190°C в количестве 10% перемешивание производили в течение 5 мин при 190°C. Полученное вяжущее имело глубину проникания 73 дмм при 25°C, а температуру размягчения на 6° выше, чем у исходного битума.

В результате введения в битум с глубиной проникания 152 дмм при 25°C олигомера изобутилена (10%) с молекулярной массой 730 с последующим перемешиванием при 204°C и выдерживанием в течение 30 мин при 163°C получено вяжущее с глубиной проникания 220 дмм при 25°C, имеющее значительно более широкий интервал пластичности, чем исходный битум.

Технологические преимущества, достигаемые при модификации битумов олигомерами, обеспечиваются и при введении в битум мономеров при обязательном добавлении ускорителей полимеризации. Для этой цели могут быть использованы мономеры группы диенов: бутадиен, стирол, пентадиен и др.

Олигомербитумное вяжущее это продукт, получаемый путем совмещения исходного нефтяного битума с добавкой олигомера, либо путем совместного окисления тяжелых нефтяных остаточных фракций (гудронов, асфальтов, мазутов и др.) с мономерами и последующей контролируемой полимеризацией мономеров в битумной среде. Для детальной проработки технологического процесса производства олигомербитумных вяжущих был выбран мономер стирола, поскольку стирол обладает высокой растворяющей способностью по отношению к нефтяным асфальтенам и смолам, образуя истинный раствор высокомолекулярных соединений. При перемешивании мономера стирола с битумным сырьем при температуре 190-210°C происходит полимеризация мономера стирола с возникновением олигомерных соединений, образующих связи с высококонденсированными петролейно-бензольными и спирто-бензольными смолами и асфальтенами на наноуровне, создавая пространственную поликонденсированную систему из двух или нескольких относительно низкомолекулярных веществ, сшитых с коагуляционным каркасом из смолисто-асфальтеновых компонентов битума.

В лабораторных условиях были проведены испытания битума БНД 60/90 и приготовленных на его основе олигомербитумных вяжущих. Были приготовлены 3 состава олигомербитумных вяжущих с содержанием модифицирующей добавки на основе мономера стирола в количестве 7%, 8,5% и 10% мас. Испытания проводились по методикам, предусмотренным ГОСТ 22245-90. Дополнительно определялись показатели сцепления исходного битума и олигомербитумных вяжущих (адгезии) с гранитом по методике ГОСТ 12801-98 и показатель интервала пластичности. Результаты испытаний приведены в таблице №1.

Таблица №1. Результаты испытаний образцов битумных вяжущих

Показатели свойств	Показатели исходного битума (БНД-60/90)			Олигомербитумные вяжущие с содержанием модифицирующей добавки (в % по массе)			Изменение свойств в (%)
	ГОСТ 22245-90	Паспорт. данные	Факт	№1	№2	№3	
				7%	8,5%	10%	
Температура размягчения	≥47	50	49	49	49	49	0%
Глубина проникания иглы при 25 °С	61-90	76	78	78	80	86	10%
Глубина проникания иглы при 0 °С	≥ 20	23	20	26	36	34	43%
Температура хрупкости (°С)	≤ -15	Минус 24	Минус 16	Минус 21	Минус 28	Минус 26	41%
Растяжимость при 25 °С (см)	≥ 55	99	55	91	89	86	40%
Растяжимость при 0 °С (см)	≥ 3,5	Норма гарант.	0,5	5,0	4,5	5,0	99%
Изменение температуры размягчения после прогрева °С	≤ 5	Норма гарант.	3	4	4	4	
Температура вспышки °С	≥ 230	Норма гарант.	≥ 230	≥ 230	≥ 230	≥ 230	
Интервал пластичности (°С)	-	-	65	70	77	76	15%
Индекс пенетрации	от -1 до +1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	
Адгезия (по образцу) к граниту кислых пород (Павловское месторождение)	-	-	0%	62	75%	73	

Из результатов, приведенных в таблице №1, следует, что введение модифицирующей добавки на основе мономера стирола по технологии ООО «Олигомер» позволяет существенно улучшить показатели свойств исходного битума БНД 60/90. Так при сохранении консистенции битумного вяжущего в пределах заданной марки БНД

60/90 значительно улучшаются показатели глубины проникания иглы при 0°С (от 20 дмм у исходного битума до 34-36 дмм у образцов №2 и №3), температуры хрупкости (от минус 16°С у исходного битума до минус 26-28°С у образцов №2 и №3). Интервал пластичности возрос от 65° у исходного битума до 75-77° у образцов №2 и №3. Показатель адгезии существенно улучшился – от неудовлетворительного для исходного битума БНД 60/90 (0% покрытой битумом поверхности образца гранита после кипячения) до 70-75%, покрытой олигомербитумным вяжущим поверхности образца гранита.

С использованием полученных битумных вяжущих были приготовлены образцы мелкозернистых асфальтобетонов типа «Б». Испытания образцов асфальтобетонов проводились по методикам ГОСТ 12801-98 в соответствии с требованиями ГОСТ 9128. результаты испытаний образцов асфальтобетонов приведены в таблице №2.

Литература

1. А.А.Гуреев, Н.В.Быстров. Дорожные битумы – вчера, сегодня, завтра. Нефтепереработка и нефтехимия, 2013, №5, с.3-6.
2. Л.М.Гохман. Комплексные органические вяжущие материалы на основе блоксополимеров типа СБС. М., ЗАО «ЭКОН-ИНФОРМ», 2004, 584 с.

АНАЛИЗ ВЯЗКОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ И ИХ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ПРОГРЕВЕ В ТОНКОМ СЛОЕ

А. С. Ширкунов, В. Г. Рябов

*Пермский национальный исследовательский
политехнический университет*

Прочность и долговечность верхних слоев дорожных покрытий во многом зависит от характеристик битумного связующего, использованного при их строительстве. В силу того, что нагрузки на автомобильные дороги со стороны автотранспорта постоянно возрастают – ужесточаются и требования к качеству дорожных битумов.

Примером этой тенденции может служить введение нового стандарта СТО АВТОДОР 2.1-2011, в котором ужесточены требования по существующим параметрам качества и введен ряд новых нормируемых показателей относительно ГОСТ 22245-90. Существенное внимание в данном стандарте уделяется изменению свойств битума в ходе прогрева в тонкой пленке, моделирующего старение вяжущего.

Среди дополнительно введенных показателей находятся и вязкостные свойства битума, а именно: динамическая вязкость при 60°C и кинематическая вязкость при 135°C. В отечественных стандартах вязкость вяжущих не регламентируются, однако данные показатели широко используются в зарубежных нормативных документах на дорожные битумы (в частности, в Европейском стандарте на дорожные битумы EN 12591:2000). Именно поэтому данная работа касалась анализа ранее не определявшихся вязкостных свойств дорожных окисленных и полимерно-модифицированных битумов на базе модификатора «Elvaloy 4170 RET» получаемых в ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез» до и после прогрева в тонком слое по методу TFOT (EN 12607-2). В ходе экспериментов была отмечена достаточно тесная взаимосвязь между значениями температуры размягчения образцов битума и их динамической вязкостью при 60°C, а также между динамической вязкостью при 60°C и кинематической вязкостью при 135°C. Имелась также и менее выраженная связь между динамической вязкостью при 60°C и пенетрацией при 25°C. При анализе данных зависимостей было выявлено, что для прогнозирования динамической и кинематической вязкостей вяжущего достаточно иметь информацию по его температуре размягчения, а также содержанию модификатора в случае полимерно-модифицированных битумов.

Для вычисления значений динамической вязкости при 60°C (μ_{60} , Па·с) и кинематической вязкости ПБВ при 135°C (ν_{135} , мм²/с) могут быть использованы зависимости вида:

$$\mu_{60} = \frac{k_1}{10^{15}} \cdot (t_p)^n \quad \text{и} \quad \nu_{135} = k_2 \cdot (\mu_{60})^m,$$

где t_p – температура размягчения битума, °C;

k_1, k_2, n, m – коэффициенты, зависящие от вида битума – окисленный или полимерно-модифицированный – и содержания модификатора во втором случае.

Зависимость проверена для интервала температур размягчений окисленных битумов от 48 до 62°C и полимерно-битумных вяжущих от 51 до 74 °C. Коэффициенты n и m одинаковы для обоих типов битума. Формулы хорошо описывают вязкости как исходных

битумов, так и образцов после прогрева в тонком слое по методу ТФОТ – среднее отклонение расчетных значений от измеренных составляют порядка 8% для динамической вязкости при 60°C и 5% для кинематической вязкости при 135°C.

Таким образом, представленные зависимости могут служить удобным инструментом для оценки вязкостных свойств битумов различных типов на основании регулярно контролируемой температуры размягчения продукта и оперативно сравнивать качество получаемого битума с современными нормативами на дорожные вяжущие. В частности, при анализе норм СТО АВТОДОР 2.1-2011 на марку БНДУ 85 с учетом данных зависимостей было выявлено, что для соответствия выпускаемого битума требуемым нормативам необходимо, чтобы изменение температуры размягчения в ходе прогрева было менее 6°C (иначе коэффициент изменения динамической вязкости превышает 3,0), а само ее значение находилось в интервале от 53 до 56°C (иначе динамическая вязкость при 60°C не входит в нормируемый диапазон 650-1100 Па·с).

ВЛИЯНИЕ АСФАЛЬТЕНОВ НА СВОЙСТВА НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ И БИТУМОВ

В. В. Васильев, Е. В. Саламатова

СПбГЭУ, Санкт-Петербург

В течение нескольких десятилетий и по настоящее время общепринятой характеристикой нефтяных остатков является их групповой химический состав, при определении которого определяют содержание насыщенных, ароматических соединений, смол и асфальтенов. Если химический состав насыщенных и ароматических соединений в первом приближении изучен, то химическое строение смол и асфальтенов (и тем более содержащихся в них индивидуальных соединений) до настоящего времени не определено. Однако на основании результатов инструментального анализа выведены брутто-формулы этих групп соединений. Важно отметить, что смолы и асфальтены содержат основное количество гетероатомов и микропримесей элементов, в том числе металлов. Поэтому важно было определить влияние асфальтенов на окислительные, термические процессы переработки нефтяных остатков и битумов, на их совместимость с полимерными материалами.

Для определения влияния асфальтенов на процесс окисления нефтяных остатков изучен состав продуктов окисления алканов, алкилбензолов вакуумных погон, гудронов и битумов (с добавками асфальтенов). На основе проведенных экспериментов установлено, что в процессе окисления именно асфальтены, являясь сореагентами, способствуют образованию и конденсации альдегидов, кетонов с ароматическими соединениями. В результате поликонденсации образуются высокомолекулярные соединения и вода. Этим можно объяснить существенное увеличение вязкости нефтяных остатков даже при неглубоком их окислении. Поэтому в ИК – спектрах окисленных битумов, не наблюдается заметное увеличение интенсивности сигнала карбонильных групп. Это предположение подтверждено экспериментальными данными. Установлено, что добавка 1-2% (мас.) параформа и бензальдегида при температуре 200-210°C и выдержки в течение 1-2 часов существенно понижают уровень пенетрации гудрона с 330 до 220-250 дмм. Эти реакции, наряду с окислительным дегидрированием, дегидроконденсацией и дегидроциклизацией, приводят к образованию из масляной фракции смол, а затем асфальтенов

Кроме того, экспериментально установлено, что в условиях окисления гудрона получить битум из сырья, не содержащего асфальтенов (например, из 2-го вакуумного погона), невозможно. При окислении 2-го вакуумного погона с добавкой 8% мас. асфальтенов получается окисленный битум с характеристиками, близкими к битуму, получаемому из гудрона.

Важно отметить, что при термическом разложении нефтяных остатков (420-430°C) с увеличением содержания в них асфальтенов существенно возрастает скорость процесса и выход отгоняемых продуктов.

Асфальтены существенно влияют на совместимость нефтяных остатков с полимерами. С ростом содержания асфальтенов существенно понижается дисперсность битумно-полимерных составов (БПС). Так инверсия БПС на основе гудрона (8% мас. асфальтенов) наступает при содержании атактического полипропилена 20-25% мас., у

кровельного битума (19% мас. асфальтенов) при 10-15% мас.. Однако при сравнении БПС с различным содержанием смол и асфальтенов установлено, что более четкая зависимость наблюдается при сопоставлении соотношения содержания смолы:асфальтены - дисперсности. Чем выше отношение смолы:асфальтены, тем больше полимера может быть диспергировано в битуме.

Таким образом, для получения качественных окисленных, компаундированных битумов и битумно-полимерных составов необходимо учитывать влияние асфальтенов и смол, контролируя их содержание в сырье и конечных продуктах.

Литература

1. А.А.Гуреев, Н.В.Быстров. Дорожные битумы – вчера, сегодня, завтра. Нефтепереработка и нефтехимия, 2013, №5, с.3-6.
4. А.А.Гуреев, Н.В.Быстров, А.В.Клейменов, Д.В.Орлов. О долговечности и эластичности дорожных битумных материалов. Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. 2013, №9, с.35-37.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАРЕНИЯ БИТУМНЫХ СМЕСЕЙ С АТАКТИЧЕСКИМ ПОЛИПРОПИЛЕНОМ

О. Ф. Глаголева,

РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина,

К. А. Иноземцев, Н. Ю. Белоконь, И. В. Маркова

ООО «НПП Химкомпозит»

В работе изучена возможность модифицирования окисленных нефтяных дорожных и строительных битумов атактическим полипропиленом производства ООО «Томскнефтехим» с точки зрения как корректировки вязкостно-температурной кривой, так и улучшения термоокислительной стабильности. АПП является достаточно известным недорогим модификатором битумов, применение которого ограничено тем, что он производится как побочный продукт в сравнительно небольших объёмах. Преимущество АПП заключается в хорошей совместимости с битумными системами, отсутствии склонности к термической сшивке, присущей вулканизуемым эластомерам и ТЭП. Для исследования были приготовлены смеси дорожного битума БНД 60/90 и строительного БН 90/10 с 5% мас. АПП кажущейся вязкости расплава по Брукфильду при 180°C 168000 мПа·с.

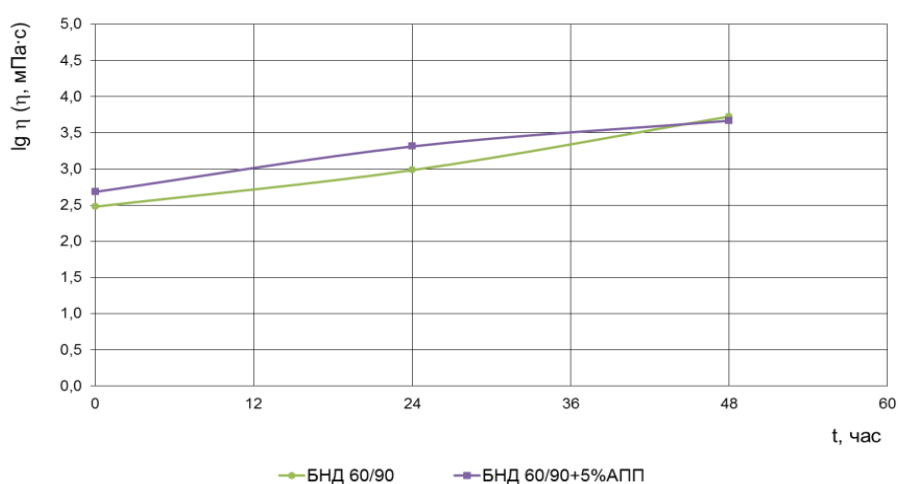
Показатели свойств исходных образцов и полимерно-битумных материалов

Показатели	Битум БНД 60/90			Битум БНД 60/90+ 5% АПП		
	Исх.	24ч	48ч	Исх.	24ч	48ч
Температура размягчения, °С (по КиШ)	49,5	68,2	86,5	59,3	73,5	90,6
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при температуре:						
25°C	73,0	30,7	19,7	50,7	30,7	22,3
0°C	24,0	22,5	14,0	40,7	25,3	17,5
ИП	-0,39	1,4	3,0	0,9	2,2	3,7
	Битум БН 90/10			Битум БН 90/10+ 5% АПП		
Температура размягчения, °С (по КиШ)	97,2	119,5	131,5	107,3	127,6	140,3
Глубина проникания иглы, 0,1 мм, при температуре:						
25°C	9,3	8,0	7,0	11,3	7,3	6,3
ИП	2,8	4,6	5,3	4,1	5,0	5,7

В результате исследования показано, что добавка АПП в битум повышает температуру размягчения битума и улучшает низкотемпературные свойства битумов без существенного увеличения их вязкости при температурах смешения и приготовления покрытий, что дает возможность использовать те же технологии и то же оборудование, что и для битумов без добавки полимера. Введение АПП улучшает

вязкостно-температурные свойства битума, снижая наклон вязкостно-температурной кривой в рабочем диапазоне температур, что положительно влияет на эксплуатационные свойства битумов. Стандартные показатели полученных смесей приведены в таблице.

Наиболее существенным и важным для производства композиций фактом, обнаруженным в результате исследований, является повышение за счёт АПП стойкости битумных смесей к термоокислительному старению. Методом изучения на ротационном вискозиметре и ускоренным методом на приборе Термоскан-М1 изменения динамической вязкости в процессе длительного состаривания в термошкафу при 180°C полученных на пилотной установке образцов смесей показано, что реокинетические кривые старения смесей битума с АПП имеют меньший наклон, нежели кривые немодифицированных битумов, причём как дорожных, так и строительных. Вид кривых для дорожного битума и его смеси с АПП показан на рисунке.



Вид реокинетических кривых старения дорожного битума и его смеси с АПП

Установленная зависимость объясняется тем, что АПП как замедляет термоинициированную поликонденсацию фрагментов ВМС битума, так и снижает их деструкцию, что уменьшает изменение температуры и массы образцов битума после прогрева стандартным методом испытания и, соответственно, изменяет наклон реокинетической кривой. Это объясняется антиокислительной активностью и собственной термической стабильностью АПП. В этом отношении полезное действие АПП сходно с действием церезина, применяемого в резиновой промышленности в качестве поверхностного антиозонанта в резиновых смесях.

Помимо придания улучшенных свойств полимерно-битумным композициям использование АПП в качестве модификатора позволяет решить проблему утилизации АПП как побочного продукта при производстве изотактического полипропилена по традиционной технологии, а также снижение образования кислых газов отдува и чёрного соляра при производстве окисленного нефтяного битума за счёт сокращения времени окисления. При добавлении АПП в менее окисленный битум можно получать смеси, которые по свойствам будут работать в покрытиях так же, как более окисленный битум, оставаясь при этом более стойкими к термоокислительному старению.

РУБИТРОН – «МЫ РЕШАЕМ ПРОБЛЕМУ ПЛОХИХ ДОРОГ»

О. Н. Киндеев

Компания «Рубитрон», Москва

Компания Рубитрон осуществляет проект по строительству сети современных заводов по производству ПБВ в России. Первый завод ПБВ Рубитрон строится в Московской области – запуск запланирован на октябрь 2013 года. Мощность завода – до 20 т.т. ПБВ/мес.

Применение ПБВ значительно улучшит сопротивляемость дорожного покрытия интенсивным нагрузкам и в 3-4 раза снизит сроки межремонтных работ.

Недостаточная протяженность и низкое качество дорожной сети в РФ сегодня является одним из основных тормозов отечественной экономики, без применения ПБВ эту ситуацию изменить не удастся.

Уникальный отраслевой опыт и знания команды, гибкие и современные технологические решения, заложенные в строительство заводов, опыт эффективного строительства и реализации бизнес-идей, являются ключевыми предпосылками успешной реализации проекта Рубитрон.

Проектирование завода и изготовление оборудования осуществлено в Германии компанией Benninghoven, мировым лидером в данной области. Реализованные технологические решения разработаны в тесном сотрудничестве с нашими специалистами и эксклюзивно для компании Рубитрон.

Опыт работы в российских реалиях и глубокое понимание химии процесса создания устойчивых межмолекулярных связей между битумом и полимером, позволили реализовать в технологической схеме производства гибкие решения, способные решить проблемы, которые ранее считались нерешаемыми.

Стабилизация качества исходного битума при подаче на коллоидную мельницу. Технологическая схема Рубитрон предусматривает использование узла подготовки сырья, который позволяет отдельно хранить несколько типов битумов и в зависимости от их качественных характеристик автоматически формировать рецептуру смешения, позволяющую на входе в коллоидную мельницу получить битум со стабильными характеристиками.

Отсутствие расслоения битума и полимера при транспортировке и хранении. Создание стабильной однородной смеси битума и полимера является сложной инженерной задачей и требует использования соответствующего оборудования, технологических режимов, компонентных процедур и квалифицированного персонала.

Тотальный контроль качества. Современная лаборатория позволяет оперативно проводить анализ исходного сырья и качества продукции. Специализированный парк битумовозов будет способен осуществить доставку продукции без потери качества и в требуемый срок.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕКСТУРЫ НЕФТЯНЫХ БИТУМОВ И ПОЛИМЕР-БИТУМНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

С. В. Ступак

Группа компаний СИМАС, Москва

Анализ текстуры материала представляет собой исследование структурно-механических свойств образцов путем испытания на сжатие, разрез, надламывание, растяжение, прокол, пенетрацию и т.д.

Знание этих свойств позволяет технологу управлять процессом производства с целью получения продуктов с требуемыми характеристиками и новыми эксплуатационными свойствами.

Такие классические структурно-механические свойства как — вязкость, пенетрация, дуктильность, растекаемость, сцепление, адгезия, прямая и обратная экструзия, сыпучесть и сжатие порошков, дают практически полные представления об образце, с точки зрения структурно-механических свойств.

Измеряемые показатели являются эмпирическими и не регламентируются какими-либо стандартами (за редким исключением).

Анализаторы текстуры и предлагаемые аксессуары позволяют исследовать однофазные и многофазные системы. Например, различные по составу смеси: нефтяные остатки, гудрон, битумы, масла, смазки, вазелин и присадки к ним, резино-технические изделия, гидроизоляционные материалы и прочее.

Серия универсальных Текстуromетров TA.XT Plus (специальные испытательные машины) — производства компании «Stable Micro System» (Великобритания) - позволяют проводить фундаментальные, эмпирические и имитирующие тесты для исследования реологических свойств различных вязких и полувязких жидкостей и позволяют оценивать эластичность, вязкость, текучесть, консистенцию и другие параметры продукции.

Широкие и уникальные технические возможности автоматических Текстуromетров TA.XT Plus позволяют исследовать и оценивать определяемые параметры образцов точно и информативно. Например, благодаря очень маленькой скорости сдавливания или растяжения образца — 0,01 мм в сек. можно оценить молекулярную структуру полимерных цепочек и кристаллических решеток, что невозможно реализовать на других анализаторах. Получаемая кинетика изменения структуры образца при минимальной скорости воздействия во времени (и при различных температурах) является ценной и информативной для исследователя , технолога и пользователя.

Серия Текстуromетров TA.XT Plus имеет специальное программное обеспечение, которое позволяет упростить и автоматизировать сбор, обработку, хранение и анализ получаемой информации, что чрезвычайно важно. В качестве дополнительной опции предлагаются специальные термостаты для проведения исследований при различных температурах. Благодаря программному обеспечению и термостату возможно получение уникальных зависимостей различных свойств образцов во времени и при изменении температур или наоборот — при заданной температуре и т. д. Кинетика изменения свойств образцов при увеличении или уменьшении температуры, или при определенном

выдерживании — является уникальной и позволяет целенаправленно корректировать процесс производства с заведомо заданными эксплуатационными свойствами.

Серия Текстуromетров TA.XT Plus имеет большое количество различных насадок: зондов, конусов, игл и прочего для определения различных свойств смазочных масел и пластичных смазок.

Определение стандартных свойств нефтяных битумов и полимерно-битумных композиций не всегда позволяет исследователю и технологу рекомендовать оптимальный режим их производства. Потому как определение стандартных (ГОСТ и ASTM D) свойств нефтяных битумов и полимерно-битумных композиций не дает полной информации, например, об эластичности, отсутствует информация о полном и равномерном распределении добавок в объемах нефтяного битума, нет возможности оценить адгезию к минеральной смеси и т. д.

В частности, для определения полного и равномерного растворения в нефтяных битумах добавок предлагается многоигольный зонд (A\MPP). Он состоит из 11 игл, которые одновременно входят в образец в нескольких местах. Он позволяет усреднить показания эластичности, твердости и т. д. по всей площади и объему образца, что позволяет оценить равномерность распределения и растворения добавки.

В ассортименте предлагаемых специальных зондов для исследования пенетрации имеются: конические, сферические, игольные, цилиндрические, и полусферические зонды. Выбор персонального зонда определяется целью исследования.

Определение нестандартной пенетрации для смазок с использованием зондов и конусов с различными углами (от 30 до 60 градусов) позволяет оценить эластичность образца. А варьирование конусов с разными углами и скорости их вхождения в образец позволяет провести комплексную оценку структуры, и сделать выводы об упругости, сжимаемости, эластичности, адгезии к различным металлам и т. д. Корреляция полученных результатов с показателем стандартной пенетрации для нефтяного битума и полимерно-битумных композиций позволит увязать стандартные и нестандартные свойства между собой, получить дополнительную информацию о структуре, и о целесообразности на какие исследования и показатели ориентироваться при требуемых эксплуатационных свойствах.

Благодаря расширенному программному обеспечению Текстуromетры могут работать в соответствии со стандартными пенетрационными иглами по ГОСТ 5346 и ASTM D 217. Кроме того, программное обеспечение позволяет определить — при извлечении стандартной пенетрационной иглы из образца — максимальную силу, адгезию и т. д.

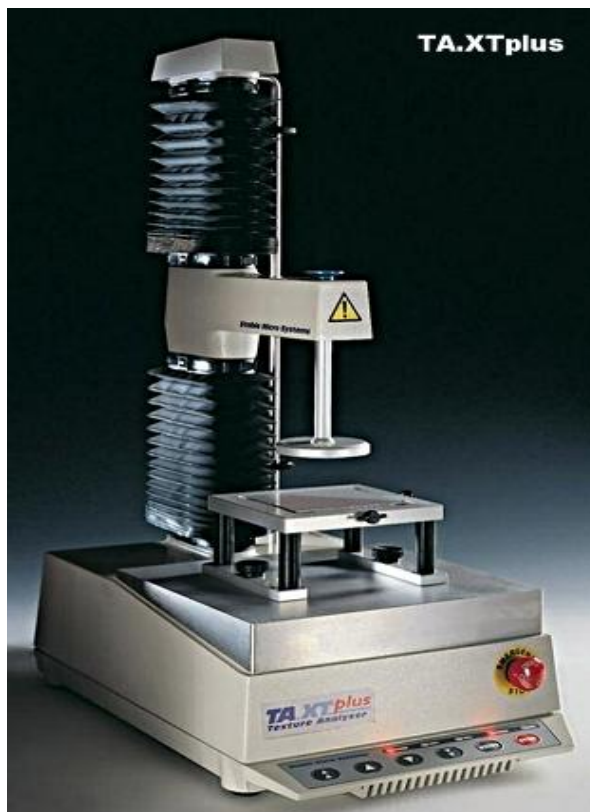
Специальные насадки, которые могут быть изготовлены по техническому заданию исследователя — позволят определить адгезию нефтяного битума и полимерно-битумных композиций к минеральному наполнителю, щебню, бетону, деревянным и металлическим покрытиям.

Специальные зажимы A\TG и A\MTG – позволяют определять растяжимость, силу разрыва и т. д. Для нефтяного битума и полимерно-битумных покрытий.

Использование нескольких насадок и методов исследования для одного конкретного позволит исследователю и технологу получить комплексную, достоверную и полную информацию об образце, выдать рекомендации по оптимизации

технологического процесса с целью получения товарных продуктов с заведомо необходимыми свойствами.

Компания производитель «Stable Micro System» принимает заказы на изготовление специальных насадок, зондов, платформ и т. д. по требованию и техническим условиям заказчика.



Литература

1. Р. Б. Гун Нефтяные битумы. М., Химия, 1973.
2. З.И.Сюняев, Р.З.Сюняев, Р.З.Сафиева. Нефтяные дисперсные системы. М., Химия, 1990.
3. А.А.Гуреев, Н.В.Быстров, А.В.Клеймёнов, Д.В.Орлов. О долговечности и эластичности дорожных битумных материалов. Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. 2013, №9, с.35-37.

СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА НЕФТЯНЫХ ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ СТИРОЛ-БУТАДИЕН-СТИРОЛОМ.

С. В. Ступак

Группа компаний СИМАС, Москва

Нефтяные вязкие битумы, в составе дорожных покрытий, чувствительны к перепадам температур, становятся хрупкими на холоде и размягчаются при повышенной температуре, приводя к продавливанию и деформации поверхности дороги.

Добавление в нефтяной дорожный вязкий битум полимеров повышает их эластичность и прочность, делая дорожное покрытие долговечнее и устойчивее к температурным и механическим воздействиям.

Исторически в нефтяной дорожный битум добавлялись различные полимеры, такие как ПВХ (поливинилхлорид), АПП (атактический полипропилен), СБС (сополимер стирол-бутадиен-стирол и многие другие.

Но одним из наиболее эффективных и распространенных полимеров для модификации нефтяного дорожного битума является сополимер стирол- бутадиен -стирол (СБС).

Технические условия к получаемому нефтяному дорожному битуму модифицированному СБС изложены в Государственном стандарте РФ ГОСТ Р 52056-2003.

В связи с этим модифицированные СБС нефтяные дорожные битумы все шире используются для производства дорожных покрытий.

Особенности технологического процесса

Полимер СБС, обычно в форме крошки, гранул или порошка, смешивается с готовым горячим нефтяным битумом. Нефтяной битум проникает в частицы СБС, заставляя их разбухать и плавиться. На эффективность технологического процесса диспергирования СБС влияет ряд важных факторов:

1. Размер частиц полимера.

Чем меньше частицы, тем больше площадь его поверхности и быстрее проникновение битума.

2. Температура процесса.

При высоких температурах битум быстрее проникает в полимерные частицы.

3. Система для введения полимера.

Она должна обеспечивать быстрое смачивание полимера и его равномерное распределение в содержимом резервуара.

4. Система диспергирования.

Для полного и равномерного диспергирования и растворения СБС в нефтяном дорожном битуме обязательно необходим дезинтегратор с большим усилием сдвига.

Проблемы во время технологического процесса

1. В отличии от ПВХ (поливинилхлорида) и АПП (атактического полипропилена) — СБС (стирол-бутадиен-стирол) растворяется в нефтяном дорожном битуме труднее и дольше других полимеров.

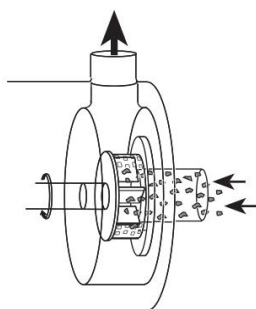
2. СБС имеет жесткую, но в то же время эластичную молекулярную структуру. Для полного и равномерного растворения молекулярной структуры СБС в нефтяном дорожном битуме необходим дезинтегратор с мощным усилием сдвига.

Решение технологических проблем

В предлагаемой технологии и установке для получения нефтяных дорожных битумов модифицированных СБС рекомендуется использовать гомогенизаторы и дезинтеграторы производства английской компании SILVERSON.

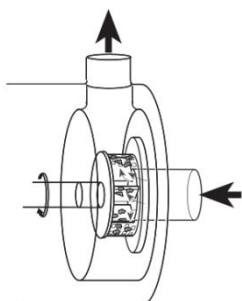
Характерной особенностью гомогенизаторов и дезинтеграторов является:

- они непрерывного действия и встраиваются в технологическую линию
- применение специальных насадок, сит и комбинированных головок, одноступенчатых и многоступенчатых, с помощью которых достигается максимальное разрушение образцов при их прохождении через устройство (ротор\статор). Также этому способствуют высокоскоростные и мощные электродвигатели гомогенизаторов и дезинтеграторов.
- наличие масляной рубашки вокруг узла дезинтегрирования позволяет обеспечить равномерный нагрев всего объема гомогенизируемой смеси.

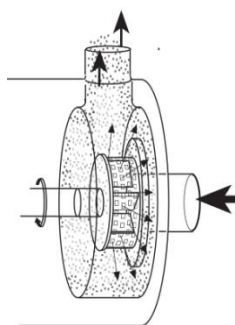


Принцип работы дезинтеграторов SILVERSON

Шаг 1. Разогретый нефтяной битум и полимер засасываются в шпindelную дезинтеграционную головку гомогенизатора. Высокая скорость вращения вызывает интенсивный сдвиг слоев материала.



Шаг 2. Благодаря интенсивному сдвигающему воздействию ротора\статора размер частиц полимера непрерывно уменьшается, а площадь его поверхности для контакта с нефтяным битумом резко возрастает.



Шаг 3. Смесь битума с полимером выталкивается наружу через статор и возвращается в сосуд благодаря всасывающей силе, создающейся в дезинтеграторе. Сочетание тонкого измельчения частиц и энергичного перемешивания быстро переводит полимер в растворимое состояние. Благодаря использованию для разных образцов и разных компаундов различных насадок, сит и комбинированных головок - минимальный размер частицы после обработки может быть от 1 до 3 мкр.

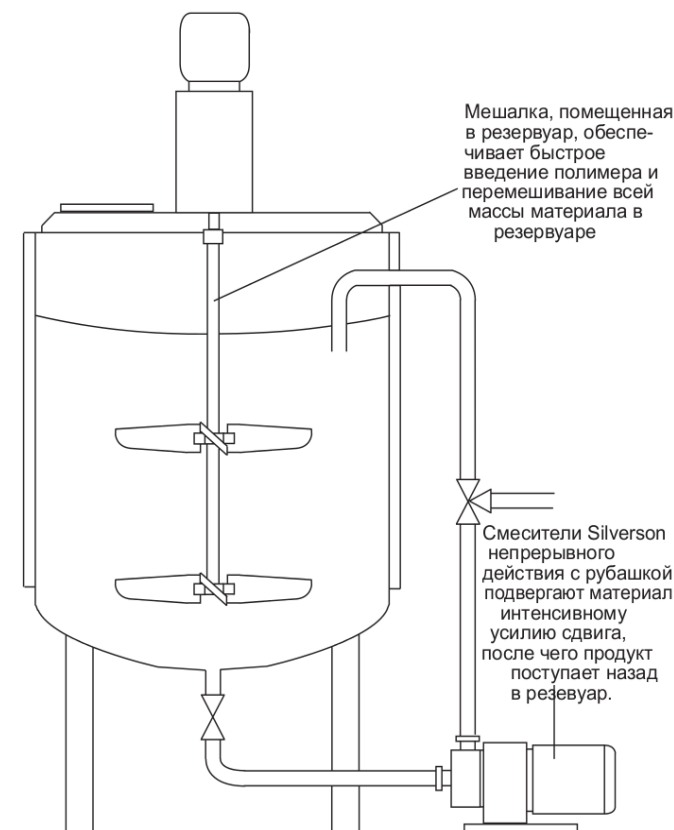
Типичная технологическая схема получения модифицированного нефтяного битума

Технология предполагает постоянный принцип действия и необходимо использовать гомогенизатор\дезинтегратор проточного типа действия. Также в емкости

предусматривается обыкновенная лопастная мешалка. Объем емкости от 2 000 до 10 000 литров. Полимерная крошка загружается в резервуар по контейнерной ленте.

Преимущества предлагаемой технологии.

1. Ротор\статор дезинтегратора быстро измельчают частицы полимера, увеличивая его площадь для контакта с нефтяным битумом.
2. Действие гомогенизатора сконцентрировано в относительно малом объеме в пределах



дезинтеграционной головки, а не во всем объеме резервуара, что повышает КПД процесса.

3. Высокая скорость вращения кромки ротора сокращает время технологического процесса и позволяет достичь максимальный эффект сдвигающего действия.

4. Для возвращения смеси нефтяного битума и СБС в резервуар не требуется дополнительного насоса. Сам дезинтергатор обладает всасывающим эффектом.

5. Цилиндрические стенки корпуса гомогенизатора имеют масляную рубашку. Это гарантирует равномерный прогрев всех движущихся частей перед запуском и препятствует затвердеванию нефтяного битума внутри дезинтегратора.

6. Эта установка имеет сальник из графита\углеродного волокна,

предназначенный специально для работы с нефтяным битумом.

Во время ведения технологического процесса возможно отобрать пробы для анализа. Возможно дополнительно ввести любые добавки для получения готового продукта соответствующего требуемому стандарту. После того как продукт прошел контроль качества, содержимое емкости может сливаться через проточный гомогенизатор.

При необходимости решения индивидуальных технологических задач по производству нефтяного битума модифицированного СБС — компания производитель предложит специальное решение и подберет требуемые гомогенизатор\дезинтеграторы.

В случае заинтересованности предлагается отработать технологию производства нефтяного битума, модифицированного СБС, на лабораторных моделях гомогенизаторов\дезинтеграторов. И затем применить принцип масштабирования для пилотных и промышленных установок. Все модели гомогенизаторов\дезинтеграторов SILVERSON позволяют это сделать.

ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ МОДИФИКАЦИИ СВОЙСТВ ВЯЖУЩИХ КОМПОЗИЦИЙ

М. М. Григорьева, В. Ю. Пивсаев, А. А. Пименов

*ФГБОУ ВПО "Самарский государственный
технический университет", Самара*

Рост объёмов добычи, подготовки и транспорта нефти и газа приводит к образованию значительного количества нефтесодержащих отходов, представляющих собой экологически агрессивные образования, квалифицированная переработка которых до настоящего времени не получила комплексного научно-технического обоснования.

Нефтесодержащие отходы представляют собой сложные многофазные высоковязкие дисперсные системы, что является основным препятствием при их переработке в рамках известных технологий. Это означает, что необходима разработка принципиально нового подхода к проблеме практической реализации переработки нефтесодержащих отходов с получением вторичных нефтепродуктов, в частности нефтяного вяжущего.[1]

Основной вид нефтяного вяжущего, успешно применяемого в разных отраслях, – это нефтяной битум, пластичный, способный без разрушения выдерживать воздействие низких температур и температурных перепадов, а также различных деформаций.

В процессе термической обработки нефтешламов на лабораторной установке переработки нефтесодержащих отходов при остаточном давлении 37 мм.рт.ст., были получены вакуумные гудроны. Для них было проведено определение исходного группового состава сырья, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Групповой химический состав вакуумного гудрона

Образец №	Содержание (в % мас.)				
	Мех. примеси	Асфальтены	Смолы	Масла	Парафины
1	7,03	11,3	22,16	58,18	8,36
2	15,83	22,22	21,28	46,31	10,19
3	12,35	15,48	23,51	39,77	21,24
4	4,68	15,32	25,26	48,45	10,97

Из данных таблицы 1 следует, что, несмотря на проведение перегонки при пониженном давлении, образцы гудронов содержат 8-21% мас. парафинов, что делает их малопригодными для получения окисленных классическим образом битумов. Поэтому было принято решение об использовании модификаторов.

После изучения соответствующей научно-технической литературы [2,3,4] было решено использовать в качестве модификатора элементную серу.

Образцы серобитума были получены путём смешивания при определённых режимах нагрева фиксированной навески серы в количестве 5, 10, 15 и 25% мас. с вакуумными гудронами. Смешивание осуществлялось в лабораторной установке. В разогретый вакуумный гудрон вносилась порция серы, после чего масса нагревалась до 160°C и при постоянном перемешивании механической мешалкой с частотой вращения 60 об/мин выдерживалась 30 мин. В результате был получен ряд образцов, для которых

было проведено определение физико-химических свойств. В частности, были проведены определение температуры размягчения по методу "Кольца и Шара" по ГОСТ 11506-73 и глубина проникновения иглы при 25 и 0°С по ГОСТ 11501-78. Результаты этих испытаний представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты физико-химических испытаний вторичных битумов

Показатель Образец		Без добавления серы	С добавлением серы в количестве, % мас.:				Требования ГОСТ 22245–90 для битума БН 200/300
			5	10	15	20	
Температура размягчения по методу "кольца и шара", °С	1	29	38	28,5	37,5	41,5	Не ниже 35
	2	49	46,5	48	49	50	
	3	47,5	43	38,5	41,5	43	
	4	43,5	37,5	36,5	37	40	
Глубина проникновения иглы при 25°С, 0,1 мм	1	492	347	329	336	346	201-300
	2	182	303	251	246	181	
	3	281	270	188	252	158	
	4	391	335	261	304	282	
Глубина проникания иглы при 0°С, 0,1 мм	1	553	347	307	330	338	Не менее 45
	2	61	303	70	88	87	
	3	76	270	105	91	104	
	4	111	335	109	89	101	

Графики, соответствующие данной таблице, изображены ниже, на рисунках 1, 2, 3.

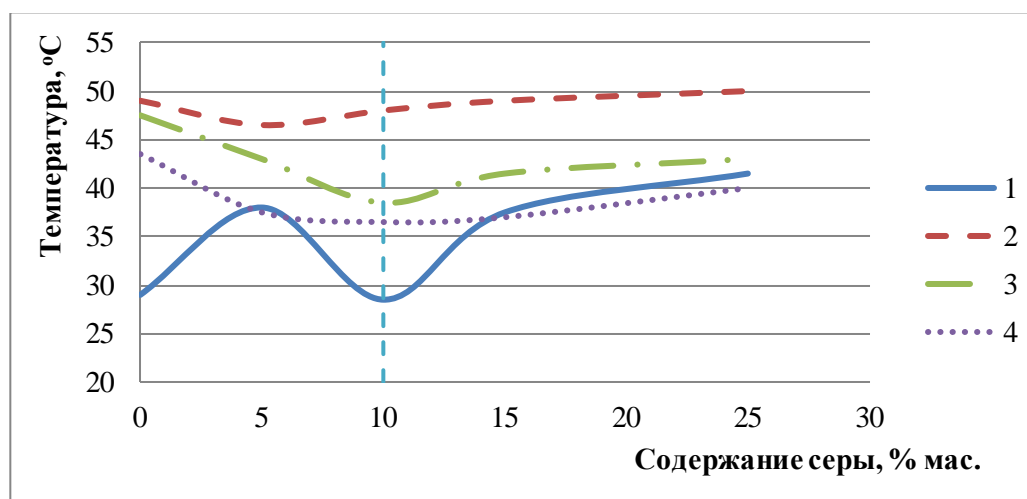


Рис.1. График изменения температуры размягчения битума

Анализ данных, представленных в таблице 2, позволяет сделать вывод о возможности использования вторичного битума, полученного из отходов процессов нефтедобычи и нефтепереработки, в качестве дорожного битума - аналога БН 200/300.

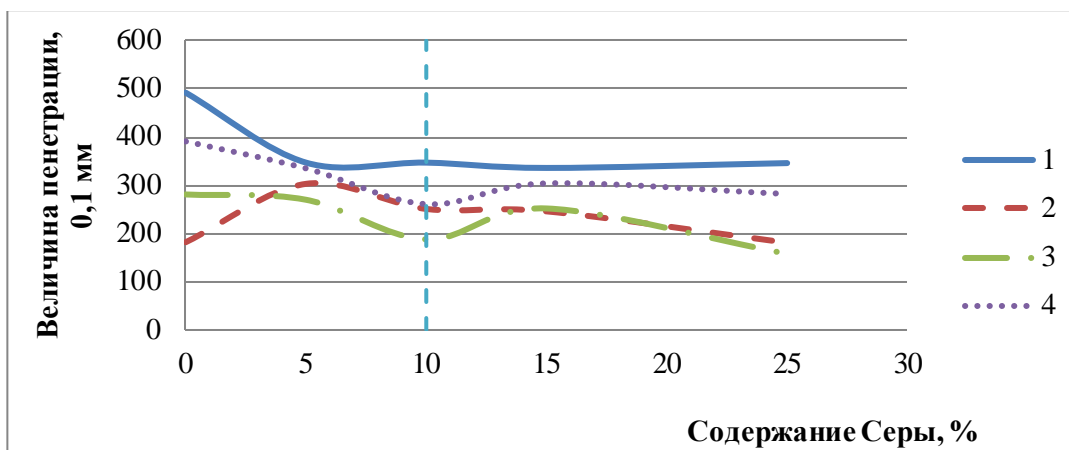


Рис. 2. Пенетрация при температуре 25°C

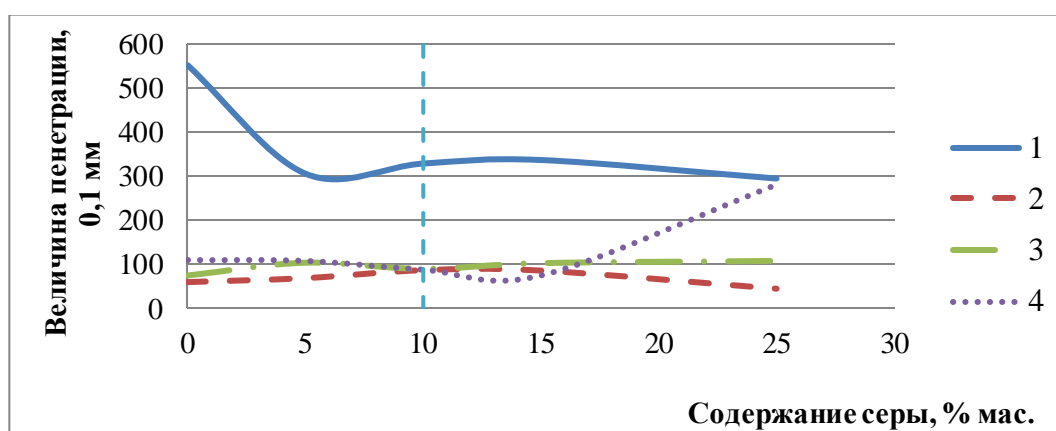


Рис. 3. Изменение значения пенетрации при температуре 0°C

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод о том, модификация вторичного битума с помощью элементной серы позволяет добиться качественных показателей продукта, соответствующих показателям стандартных марок битумов. Благодаря этому можно не только сократить негативное влияние нефтесодержащих отходов на окружающую среду, но и получить востребованный продукт на основе вторичного сырья.

Литература

1. А.Г.Эйвазова Нефтяной шлам и возможные области его использования // XVIII Международная научно-практическая конференция «Современные техника и технологии», с. 147-148, 2012.
2. Краткая справка по применению серобитумов в дорожном строительстве и проводимым ЗАО «АТОН» инновационным разработкам.
3. А.В.Осипов, В.А.Будник, В.В.Зольников, А.В.Горбунов, Б.С.Жирнов. Взаимодействие серы с органическим сырьём. Часть 1-теоретические основы. Нефтегазовое дело, 2010.
4. Т.С.Худякова «Полимерно-битумные вяжущие: особенности структуры и свойств» (URL: http://www.newchemistry.ru/printletter.php.n_id=5490, 05.07.13).

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В ОБЛАСТИ НЕФТЯНЫХ ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ

Е. Н. Симчук

*АНО «Научно-исследовательский институт
Транспортно-Строительного Комплекса», Москва*

В настоящее время в дорожной отрасли России разработан комплекс нормативных документов в области нефтяных вязких дорожных битумов, гармонизированных с зарубежными нормами и устанавливающих требования и методы испытаний, а именно:

- ПНСТ 1-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия»;
- ПНСТ 2-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения растяжимости»;
- ПНСТ 3-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения глубины проникания иглы»;
- ПНСТ 4-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения температуры размягчения – Метод «Кольцо и Шар»;
- ПНСТ 5-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения температуры хрупкости по Фраасу»;
- ПНСТ 6-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения динамической вязкости ротационным вискозиметром»;
- ПНСТ 7-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения температур вспышки. Метод с применением открытого тигля Кливленда»;
- ПНСТ 8-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения сопротивления битума старению под воздействием высокой температуры и воздуха (метод RTFOT)»;
- ПНСТ 9-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения растворимости»;
- ПНСТ 10-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Определение содержания твердого парафина»;
- ПНСТ 11-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Метод определения кинематической вязкости»;
- ПНСТ 12-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Определение индекса пенетрации».

В рамках публичного обсуждения в Федеральном дорожном агентстве неоднократно (13.01.2012, 25.01.2012, 10.04.2012, 20.06.2012) проходили совещания у заместителя руководителя, на которых обсуждались и уточнялись данные методики и требования к битумам.

Основные направления изменений в ПНСТ:

- Изменена классификация марок битумов (сужен интервал пенетрации);
- Введен новый для России метод старения битума (по EN и SUPERPAVE – старение в тонкой пленке под воздействием температуры и воздуха при вращении).

- Введено определение динамической вязкости при 60°C основываясь на принципах ротационной вискозиметрии (SUPERPAVE);
- Расширен интервал пластичности (интервал рабочих температур) марок битума;
- Введены основные и дополнительные показатели, устанавливаемые исходя из региона применения битумов (европейский подход);
- Введено определение усилий при растяжении;
- Введено определение температуры хрупкости после старения.

Снижение интервалов пенетрации для наиболее применяемых марок битумов в первую очередь позволит применять материалы наиболее близкие к конкретному региону, а также обеспечит более точный подбор составов асфальтобетонных смесей для конкретных условий эксплуатации, повысит однородность асфальтобетонных смесей.

Введение параметров вязкости в перечень требований к битумам позволяет учитывать этот важнейший параметр при управлении технологическим процессом приготовления асфальтобетонной смеси, а так же при проектировании состава асфальтобетонной смеси исходя из условий устойчивости к колееобразованию.

Введение в стандарт более жестких методов испытаний по устойчивости к старению, а также по определению температуры хрупкости после старения направлено на повышение стабильности свойств битумов. Данный метод наиболее приближен к реальным условиям старения битума при приготовлении асфальтобетонной смеси.

Расширение интервала пластичности марок битума позволит повысить работоспособность битума в дорожном покрытии в различных температурных режимах.

Введение определений усилий при растяжении позволит оценивать упругие деформации, характеризующие «жизненный цикл» битума, который в свою очередь, влияет на межремонтные сроки дорожных покрытий. Как видно из графиков усилие при растяжении для нефтяных битумов возникает при незначительном удлинении образца, а затем падает практически до нулевых значений. Вместе с тем, растяжимость данных битумов зачастую превышает значения 1000 мм при положительных температурах.

Графическое изображение определения усилий, возникающих при растяжении битума представлены на рис. 1 и 2.

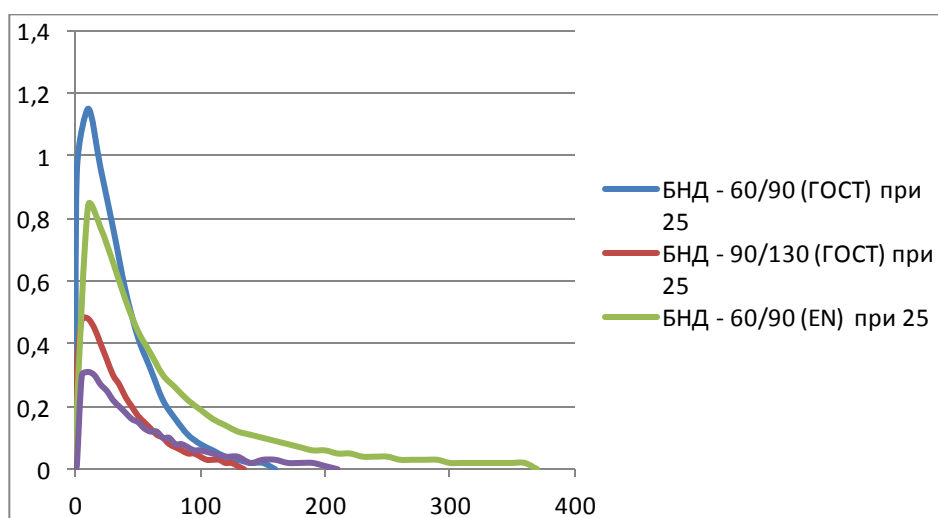


Рис. 1 Усилие при растяжении БНД 60/90 и БНД 90/130 при температуре 25°C.

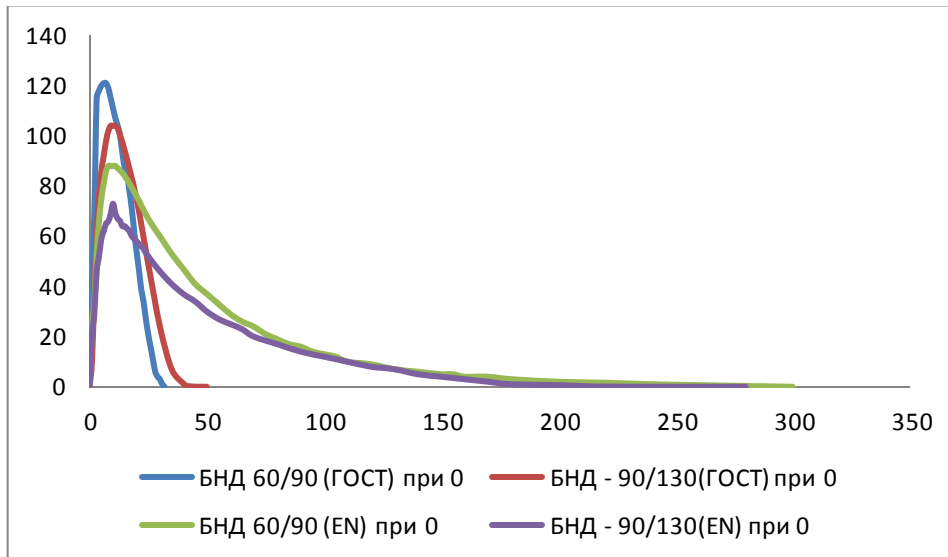


Рис. 2 Усилие при растяжении БНД 60/90 и БНД 90/130 при температуре 0

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ МАКСИМАЛЬНОГО ВОВЛЕЧЕНИЯ АСФАЛЬТИТА В ПРОИЗВОДСТВО ДОРОЖНОГО БИТУМА

А. В. Лакомых, В. В. Попкова, М. В. Самсонов, К. С. Иконникова

НОЦ «Битумные материалы»

РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина

Асфальтит пропановой деасфальтизации гудрона образуется в процессе производства остаточных масел и является крупнотоннажным, трудноутилизируемым отходом. В то же время, в условиях постоянно возрастающей потребности в нефтяных дорожных вяжущих он является перспективным источником для расширения сырьевой базы битумного производства.

Исследовательские работы, направленные на изучение возможности введения асфальтита в производство дорожных битумов показали, что максимальное содержание асфальтита в компаундированном битуме, полученном прямым введением асфальтита в товарный битум составляет 5-7% мас. в зависимости от марки битума. Дальнейшее увеличение концентрации асфальтита приводит к получению компаундов, не удовлетворяющих требованиям ГОСТ 222545-90 по низкотемпературным показателям, таким как значения пенетрации и растяжимости при 0°C. Введение асфальтита в сырьё для окисления увеличивает его предельно допустимое содержание в товарном битуме, соответствующим требованиям ГОСТ 22245-90, лишь до 10% мас.

В НОЦ «Битумные материалы» была выполнена двухэтапная работа по поиску способов значительного увеличения степени вовлечения асфальтита в производство дорожного битума, используя асфальтит как компонент сырья для окисления. Основной концепцией первого этапа исследований являлось изучение возможности максимального использования асфальтита, при обязательном его окислении с целью повышения низкотемпературных свойств за счет увеличения концентрации изопарафиновых и нафтеновых соединений в процессе окисления. Был осуществлён подбор оптимального состава сырья для окисления. Определено, что лучшими низкотемпературными показателями качества обладали образцы содержащие от 50-70% мас. асфальтита и 30-50% мас. гудрона, окисленные до температур 80-85°C. На втором этапе для получения компаундов с необходимым уровнем пластичности было определено оптимальное соотношение окисленный компонент: гудрон, которое составило 50:50% мас.

В результате проведённой работы были получены следующие результаты:

- Разработана двухстадийная технология получения асфальтитсодержащих компаундированных битумов, соответствующих требованиям ГОСТ 22245-90 и требованиям национального предстандарта «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия», позволяющая квалифицированно утилизировать крупнотоннажный отход производства остаточных масел.
- Максимальное количество асфальтита, введённого в состав товарного битума составило ~35% мас.
- Стоимость асфальтитсодержащего битума, производимого по разработанной схеме, на 30% меньше, чем стоимость традиционного окисленного битума.

- Анализ группового химического состава показал, что для удовлетворения низкотемпературных требований ГОСТ 22245-90 и ПНСТ предельная концентрация асфальтенов в компаундированных асфальтитсодержащих битумах не должна превышать 22% мас.
- Отмечено, что использование сырья битумной установки (смесь гудрона и 5-ого вакуумного погона, стабилизированная по вязкости количеством добавляемого 5 вакуумного погона) вместо гудрона, как компонента смеси для окисления, позволяет получать битумы с более высокими низкотемпературными свойствами.

Литература

1. Р. Б. Гун. Нефтяные битумы. М., Химия, 1973.
2. З.И.Сюняев, Р.З.Сюняев, Р.З.Сафиева. Нефтяные дисперсные системы. М., Химия, 1990.
3. В.В.Самсонов. Асфальтиты – в производстве дорожных битумов. Химия и технология топлив и масел, 2008, № 6, с. 19-22.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЕКТА МОДЕРНИЗАЦИИ БИТУМНОЙ УСТАНОВКИ С СОЗДАНИЕМ БЛОКА ПРОИЗВОДСТВА КОМПАУНДИРОВАННЫХ АСФАЛЬТИТСОДЕРЖАЩИХ ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ

Л. Н. Отвагина, К. С. Иконникова
РГУ нефти и газа имени И.М.Губкина

В проведенном исследовании по изучению возможности максимального вовлечения асфальтита процесса пропановой деасфальтизации и битумного сырья ОАО «Газпромнефть-Омский НПЗ» в производство конкурентоспособной битумной продукции были рассчитаны показатели экономической эффективности предполагаемого проекта модернизации - создание блока по производству компаундированных асфальтитсодержащих дорожных битумов.

Модернизация производства с вовлечением в сырьевую базу более дешевого компонента (асфальтита), а также извлечение существенной части гудрона из процесса окисления предполагают осуществление дополнительных расходов на капитальные вложения и текущие затраты на эксплуатацию блока.

Для оценки эффективности данного проекта были рассчитаны показатели денежного потока, что позволило получить величину чистого дисконтированного дохода (ЧДД) по проекту в размере 1863 млн. руб. и определить другие основные критерии оценки его эффективности – внутреннюю норму рентабельности, индекс доходности и срок окупаемости.

Внутренняя норма рентабельности проекта на уровне 36,9% подтверждает достаточно высокую эффективность рекомендуемой технологической схемы и показывает возможность получения предприятием 26,9% сверхприбыли.

Индекс доходности рекомендуемой технологической схемы показывает возможность получения предприятием 4,24 рублей дохода на 1 рубль вложенных инвестиций, что также подтверждает высокую эффективность рекомендуемой технологической схемы.

Дисконтированный срок окупаемости составляет 6 лет от начала проектирования. При этом прибыль предприятие получает в первом же году после начала реализации продукции.

Также в работе были проведены расчеты рисков проекта к изменению (уменьшению) объемов используемого сырья, в частности, асфальтита, которые показали средний риск такого изменения – коэффициент чувствительности равен 2,4. При этом переход в убытки может осуществиться при снижении объема асфальтита более чем на 42,5%.

Таким образом, по результатам проведенных расчетов можно сделать вывод об эффективности рекомендованной технологической схемы производства асфальтитсодержащих битумов дорожных марок и о целесообразности её внедрения в битумное производство ОАО «Газпромнефть – Омский НПЗ».

СРАВНЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ГРУППОВОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА БИТУМОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТАРЕНИЯ ПО ГОСТ 18180-72 И ПНСТ

А. В. Лакомых, А. Е. Моисеева, К. Н. Сухнева,

НОЦ «Битумные материалы»

РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина,

Л. Е. Корнишина

ОАО «Новокуйбышевский НПЗ», Новокуйбышевск

На сегодняшний день единым российским законодательным документом, нормирующим для производителей и потребителей комплекс качественных характеристик дорожных битумов, является ГОСТ 22245 - 90 «Битумы нефтяные дорожные вязкие». За годы, прошедшие с момента принятия данного документа, многое изменилось в требованиях потребителя к качеству дорожного битума (в частности, к уровню его термоокислительной стабильности). В указанном ГОСТе единственным, оценочным критерием степени старения окисленных битумов является уровень изменения температуры размягчения после прогрева тонкой битумной пленки при 163°C. Данный метод не учитывает всю совокупность факторов, влияющих на битум в процессе производства асфальтобетонной смеси, транспортировки, укладки в составе асфальтобетонного покрытия и его эксплуатации. В зарубежных спецификациях термическая стабильность оценивается по методам ASTM D 1754 и ASTM D 2872, суть первого сводится к термостатированию битума в тонком слое при температуре 163°C в течении 5 часов в печи RTFOT. Второй является экспресс-методом, его суть заключается в термостатировании битума в колбе, оборудованной системой подачи воздуха при температуре 163°C в течение 75 мин. Между методами существует хорошая корреляция. Эти методы имитируют процессы старения битума под действием температуры (при хранении битума и приготовлении асфальтобетона), света и кислорода воздуха (при эксплуатации верхних слоев дорожного покрытия).

С целью повышения качества битумов производимых в РФ был разработан и внедрён проект национального стандарта ПНСТ «Дороги автомобильные общего пользования. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия», в котором вводится новый показатель для оценки термоокислительной стабильности битумов – изменение температуры размягчения после прогрева в тонкой плёнке во вращающейся печи под воздействием высокой температуры и воздуха (метод RTFOT).

С целью изучения основных закономерностей изменения группового химического состава битумов происходящих в процессах термоокислительного старения и сравнения результатов, полученных при проведении старения по ГОСТ 18180-72 и ПНСТ были проанализированы образцы компаундированных битумов, полученных смешением глубокоокисленного и прямогонного гудрона. Результаты сравнения изменения ГХС и показателей качества исходного битума и битума после старения по двум методикам представлены на рисунке и в таблице.

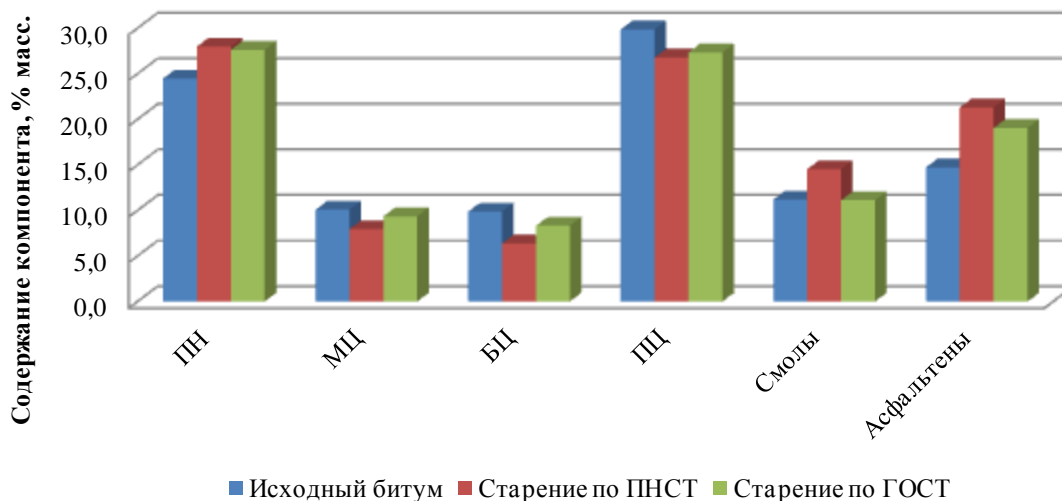


Рисунок. Сравнение групповых химических составов исходного и состаренного по методикам ГОСТ и ПНСТ битума.

Таблица. Сравнение показателей качества исходного и состаренного по методикам ГОСТ и ПНСТ битума

Показатели качества	Исходный битум	Старение по ПНСТ	Старение по ГОСТ
1. Глубина проникания иглы, 0,1мм при 25°C	94	46	57
2. Температура размягчения по КиШ, °C	49	55,8	52,3
3. Растяжимость, см, при 25°C	78,5	31	61,2
4. Температура хрупкости, °C	-25,1	-21,3	-23,2
5. Изменение температуры размягчения после старения, °C		6,8	3,3
6. Глубина проникания иглы, при 0°C	33	22	23
7. Растяжимость, при 0°C	4,7	3,5	4
8. Изменение температуры хрупкости после старения		3,8	1,9

Из полученных результатов следует, что оба метода дают схожие результаты, однако метод определения термической стабильности RTFOT более жесткий по сравнению с отечественным методом по ГОСТ 18180, что подтверждает более резкое изменение всех показателей качества и группового состава. Очевидно, что текущая отечественная система оценки качества битумов не учитывает в полном объеме изменение реологических свойств на различных стадиях использования дорожных битумов. Введение же нового метода определения термоокислительной стабильности битумов позволит учесть влияние такого важнейшего фактора в процессе старения, как окисление кислородом и соответственно более точно оценивать способность битума противостоять термоокислительному старению на всех этапах "жизни" вяжущего.

Литература

1. А.А.Гуреев, Н.Т.Чан. Термоокислительная стабильность дорожных битумов. Нефтепереработка и нефтехимия, 2010, № 4, с.9-12.
2. А.А.Гуреев, Н.В.Быстров. Дорожные битумы – вчера, сегодня, завтра. Нефтепереработка и нефтехимия, 2013, №5, с.3-6.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОБАВКИ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ГРУНТОВ SoilGrip В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Б. И. Ядгаров, С. В. Гробов, О. А. Цуканова

ООО «ЛАМ-Сервис», г. Москва,

Ю. Н. Киташов, А. В. Назаров

РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина

В условиях постоянного роста объемов дорожного строительства технология стабилизации (укрепления) грунтов - это перспективный метод в области создания прочных, водостойких и морозостойких грунтовых оснований для строительных объектов различного назначения, позволяющий значительно снизить (на 25-30%) стоимость строительно-монтажных работ за счет использования местных строительных материалов (например, малопрочных суглинков и смесей, а также различных шлаков и зол уноса). Стабилизация грунта сегодня применяется при строительстве новых, ремонте и реконструкции существующих автомобильных дорог, сооружении временных, технологических, вспомогательных и грунтовых дорог, портовых контейнерных терминалов, взлётно-посадочных полос и вертолетных площадок, оснований под железнодорожные пути, полигонов ТБО и опасных веществ, тротуаров, парковых, пешеходных и велодорожек, детских и спортивных площадок, оснований под стадионы и т.д.

Авторами разработана и опробована в промышленных масштабах добавка для стабилизации грунта SoilGrip, приготовленная на 95% из отечественного сырья. Успешные испытания были проведены в Казахстане и ближнем Подмоскowie. В состав добавки входят: серная кислота (не более 50%), композиция ПАВ, ингибитор коррозии и лимонен (цитрусовое масло). Действие концентрата SoilGrip основано на обменном поглощении катионов, являющихся продуктом гидратации цемента (Ca^{2+}), тонкодисперсной частью грунта; при этом имеет место необратимая коагуляция глинистых и коллоидных частиц, их микроагрегирование и прочное цементирование. Добавку используют совместно с традиционными цементами, но при этом можно уменьшить долю последних в смеси с 12 до 3% мас. Добавка SoilGrip снижает набухание и водопроницаемость глинистых грунтов, увеличивает плотность и прочность обработанных грунтов во времени. Расход добавки 0,12-0,15 л/м³ грунта в виде водного раствора. Введение происходит при работе ресайклера - самоходной дорожно-строительной машины, предназначенной для повышения технологических характеристик различных типов грунта, а также для переработки и повторного использования старого асфальтобетонного покрытия. Технологический цикл заканчивают уплотнением грунта 16-тонными катками. Для набора прочности необходима выдержка не менее 24 часов. В случае опасности выпадения осадков полотно укрывают пленкой или наносят битумную эмульсию.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ВЫБОРА АССОРТИМЕНТНОЙ ПОЛИТИКИ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Ф. Р. Матвеев, О. Н. Киндеев
РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина

Решение проблемы выбора ассортиментной политики предприятия, а также принятия решения о производстве нового продукта возможно только при условии внедрения в практику предприятий такой системы управленческого учета затрат, как DIRECT COSTING и ориентации на производство продуктов, отличающихся наибольшей маржинальной рентабельностью.

Это утверждение базируется на том, что при внедрении указанной выше системы учета результаты расчетов освобождаются от, по крайней мере, трех видов условности, присущих результатам получаемым на базе привычной себестоимости продукции.

К числу этих условностей следует отнести:

- способ отнесения (как правило пропорционально величине какого-либо вида затрат или их суммы) на себестоимость продукции так называемых накладных расходов, связанных с функционированием как всего предприятия в целом, так и отдельных его подразделений;

- деление продукции предприятия или его подразделений на целевую и побочную. Можно привести множество примеров когда в зависимости от складывающихся условий продукты из числа побочных переводились в число основных и наоборот;

- связанный с этим делением продукции способ оценки побочных продуктов, по цене их реализации, в процентах от стоимости потребляемого спроса и т.д.

Такой способ оценки побочной продукции в нефтепереработке (широко использующей оплату услуг по переработке сырья по системе «процессинга») приводит к абсурдной ситуации – бесплатности этих продуктов. И, очевидно, в том числе и этот факт привел к тому, что на НПЗ отказались от калькулирования себестоимости нефтепродуктов. Как по переделам, так и конечных товарных продуктов, ограничиваясь составляемыми сметами затрат по переработке.

Следует отметить, что «процессинг» явился причиной, породившей отсутствие заинтересованности НПЗ в совершенствовании структуры выпускаемой продукции.

Без сомнения «процессинг» позволяет головной компании благодаря аккумулярованию в своих руках прибыли решать проблемы развития компании в целом, но лишает стимула такого развития отдельно взятое предприятие, т.к. стремясь максимизировать суммарные накопления, компания минимизирует норму прибыли в стоимости процессинга.

В связи с этим практически постоянно головная компания подозревает входящие в ее состав предприятия в завышении себестоимости продукции, исходя из величины которой и определяется стоимость «процессинга».

Очевидно, что решения многих их перечисляемых выше проблем будет способствовать внедрению так называемых трансфертных цен для расчетов между НПЗ и поставщиков сырья и между НПЗ и сбытовым подразделениям компании.

Однако, в условиях нефтеперерабатывающего предприятия применение рассматриваемого нами метода управленческого учета затруднительно в силу того, что НПЗ представляет собой большую и сложную производственную систему, характеризующуюся:

- большим числом взаимосвязанных переделов;
- развитостью связей между ними;
- комплексность производства каждого из них;
- их взаимозависимостью как по используемому сырью, так и по производимой продукции;
- взаимозаменяемостью производимой продукции, которая зачастую граничит с их конкуренцией, как при использовании в качестве сырья, так и при производстве товарных продуктов.

В этих условиях решения проблемы выбора ассортиментной политики возможно только с помощью использования в расчетах математической модели НПЗ, которая представляет собой систему управлений или неравенств, описывающих все взаимосвязи существующие на НПЗ, ограничения по использованию технических установок, сырья и продуктов его переработки.

Решение задачи ориентировано на достижение максимума показателя, выбранного в качестве критериального – в нашем случае максимума маржинального дохода.

Помимо получения информации об объемах производства нефтепродуктов, в наибольшей степени соответствующих выбранному критерию, или об объеме производства внедряемого в производство нового продукта интерес представляет так называемый «постоптимальный анализ».

Во-первых, в результате получения так называемых «оценок оптимального плана», рассматривающих степень выгоды наращивания (сокращения) производства того или иного продукта.

Во-вторых, за счёт получения информации об уровне цен или затрат на производство, при которых производство интересующего нас продукта станет выгодным для предприятия.

***Коллектив битумной лаборатории
(теперь Научно-Образовательный Центр) РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина
сердечно благодарит все организации и коллег-битумщиков за участие в этой
конференции и поздравления с 50-летним Юбилеем!!!***