

Для цитирования: Белова Н.А., Кортювенко Л.П., Страхова Н.А. Добавки в битумы. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2018;45 (3): 175-184. DOI:10.21822/2073-6185-2018-45-3-175-184

For citation: Belova N.A., Kortovenko L.P., Strakhova N.A. Additives to bitumens. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2018; 45(3):175-184. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2018-45-3-175-184

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 665.775

DOI:10.21822/2073-6185-2018-45-3-175-184

ДОБАВКИ В БИТУМЫ

Белова Н.А.³, Кортювенко Л.П.², Страхова Н.А.¹

¹Государственный морской университет им. адмирала Ф.Ф. Ушакова,

¹353918, г. Новороссийск, просп. Ленина, 93, Россия,

^{2,3}Астраханский государственный архитектурно-строительный университет,

^{2,3}414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 18, Россия,

¹e-mail: strakhova_na@mail.ru, ²e-mail: astra_kortovenko@mail.ru,

³e-mail: astra_belova@mail.ru

Резюме. Цель. Повышение качества дорожных битумов в настоящее время особо актуально, т.к. позволяет продлить срок службы дорожных асфальтобетонных покрытий при постоянно увеличивающемся автопарке машин. Основной задачей исследований являлось изучение влияния отработанных масел на процесс структурообразования окисленных битумов. **Метод.** Введение добавок различной природы, т.е. его модификация, как самого, так и сырья является одним из основных способов улучшения физико-механических свойств битумов. Введение в битум небольших добавок, содержащих карбоксильные группы, оксикислоты и смоляные кислоты позволяет целенаправленно регулировать не только адгезионные свойства битумов, но и обеспечивать стабильность асфальтобетонной смеси при высоких температурах. В качестве компонентов полифункционального модификатора, для улучшения физико – химических и физико – механических свойств битумов и их асфальтобетонов предложены: дистиллированное таловое масло ТУ 13-00281074-26-95, петаэритрит ГОСТ 9286-76 и сополимер этилена с винилацетатом ТУ 6-05-1636-97. **Результат.** Разработана технология вовлечения отработавших масел в гудроны с целью получения высококачественных дорожных марок битума БНД 60/90 и исследованы качественные характеристики битумного сырья, отработанных синтетических и минеральных масел и битумов. Отработанные масла с моющей - диспергирующей присадкой КНД (коллоидная дисперсия карбоната кальция в масле М-14 стабилизированная сульфонатом кальция, используемая при получении моторных топлив) могут быть использованы в составе остаточного сырья процессов нефтепереработки в качестве активирующей добавки. **Вывод.** Улучшение физико-механических свойств высококачественных битумов возможно комплексной модификацией различными добавками, что позволяет создавать условия для долговременной работы дорожных покрытий под действием современных транспортных нагрузок и неблагоприятных погодных условий. Для получения модифицированных битумов улучшенного качества требуется подбор модифицирующих добавок и технологии их получения.

Ключевые слова: высококачественные битумы, дорожные покрытия, современные транспортные нагрузки, модифицированные битумы

TECHNICAL SCIENCE
BUILDING AND ARCHITECTURE
ADDITIVES TO BITUMENS

Natalia A. Belova³, Lyubov P. Korotovenko², Nina A. Strakhova¹

¹ Admiral F.F. Ushakov State Maritime University,

¹93 Lenina Ave., Novorossiysk 353918, Russia,

^{2,3} Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering,

^{2,3} 18 Tatishchev Str., Astrakhan 414056, Russia,

¹ e-mail: strakhova_na@mail.ru, ² e-mail: astra_kortovenko@mail.ru,

³ e-mail: astra_belova@mail.ru

Abstract. Objectives. Improving the quality of road bitumen is currently particularly relevant, since allows you to extend the life of road asphalt coatings with the ever-increasing fleet of cars. The main task of research was to study the effect of used oils on the process of structure formation of oxidized bitumen. **Method.** The introduction of additives of different nature, i.e. its modification, both itself and raw materials, is one of the main ways to improve the physicomechanical properties of bitumens. Introduction to bitumen of small additives containing carboxyl groups, hydroxy acids and resin acids allows one to control not only the adhesion properties of bitumens, but also to ensure the stability of the asphalt concrete mixture at high temperatures. As components of a polyfunctional modifier, to improve the physicochemical and physicomechanical properties of bitumen and their asphalt concrete, the following distilled talovoe oil TU 13-00281074-26-95, pentaerythritol GOST 9286-76 and ethylene-vinyl acetate copolymer are proposed. -97. **Result.** A technology has been developed to draw used oils into tars in order to obtain high-quality road bitumen grades BND 60/90 and to investigate the qualitative characteristics of bitumen raw materials, used synthetic and mineral oils and bitumen. Waste oils with detergent - dispersant additive CPD (colloidal dispersion of calcium carbonate in oil M-14 stabilized with calcium sulfonate, used in the preparation of motor fuels) can be used in the composition of the residual raw materials of refining processes as an activating additive. **Conclusion.** Improvement of the physicomechanical properties of high-quality bitumen is possible by complex modification with various additives, which allows creating conditions for the long-term operation of pavements under the influence of modern traffic loads and adverse weather conditions. In order to obtain modified bitumen of improved quality, selection of modifying additives and the technology for their preparation are required.

Keywords: high-quality bitumens, road surfaces, modern transport loads, modified bitumens

Введение. Повышение качества строительства, ремонта, реконструкции автомобильных дорог лежит в основе национальной программы «Модернизация и развитие автомобильных дорог России до 2025 года», предложенной Министерством транспорта РФ. Реализация транспортной стратегии России с учетом сложных климатических условий эксплуатации требует разработки новых дорожных улучшенных материалов модификацией различными добавками.

Постановка задачи. Высококачественные битумы, в силу своих природных качеств, не в состоянии создавать условия для долговременной работы дорожных покрытий под действием современных транспортных нагрузок и неблагоприятных погодных условий. Поэтому совместно с обеспечением необходимого качества и долговечности, необходимо радикальное улучшение физико-механических характеристик этих материалов путем комплексной модификации различными добавками.

Методы исследования. В России и за рубежом широкое практическое распространение получили такие полимерные добавки, как блоксополимеры бутадиена и стирола типа СБС (ДСТ-30), этиленвинилацетат, нефтеполимерные смолы, сера и др.

Введение добавок различной природы, т.е. его модификация, как самого, так и сырья является одним из основных способов улучшения физико-механических свойств битумов. Адгезионные добавки улучшают сцепление битума с гранитными и каменными материалами, придают водостойкость асфальтобетону и предотвращают возникновение трещин, выбоин и ям у дорожного покрытия.

Полимерные добавки улучшают износостойкость и антидеформационные свойства битумов и асфальтобетонов. Благодаря добавкам повышается сопротивление образования на поверхности дорог колеи при высоких температурах, уменьшается опасность образования трещин при низких температурах, а также усталость асфальтобетона под действием продолжительных нагрузок.

Введение добавок кубового остатка производства 4,4-диаминодифенилметана (КОД) в битум марки БНД 90/130 приводит к значительным изменениям его дисперсного состава и увеличению вязкости композиций [1]. Окисленные битумы марки БНД 60/90 модифицируются пластификатором – маловязким гудроном с применением полимер – модификатора отечественного производства ДСТ-30-01 [2].

Введение в битум второй дисперсной фазы - полимерного материала придающего свои свойства композициям позволяет получать материал с высокими сдвиговыми характеристиками при температурах выше температуре его размягчения. Полимеры, не растворяющиеся в битуме, оказывают пластифицирующее действие на асфальтобетон, находящийся в хрупком состоянии и практически не влияют на его свойства при температурах выше температуры размягчения битума, когда вязущее находится в вязкотекучем состоянии. Объектом исследования использовался нефтяной битум БНД 90/130, полученный из смеси западно - сибирских нефтей, содержащий 53,4% масел, 28,2% смол и 18,4% асфальтенов и полимерные модификаторы: дивинилстирольный термоэластопласт (ДСТ-30) молекулярной массы 150000 и 75000 и атактический полипропилен (АПП) молекулярной массы 20000. Суммарное содержание полимера и надмолекулярных структурных образований асфальтенов не превышает 25% [3].

Модификация битумов фосфагенами – трифосфонитрилхлоридом (ТФНХ) и полифосфонитрилхлоридом (ПФНХ) позволяет расширить температурный интервал эластичности – пластического его состояния. Фосфагены добавляли к разогретому до 125 °С битуму БН-11 (содержание асфальтенов – 17,2%, мальтенов – 82,7%) порциями при интенсивном перемешивании в течение 1,5 часа. В битум дополнительно добавлялся хлорид алюминия [4]. Смесь гудрона и асфальта (75:25 масс) с условной вязкостью соответственно 49,5 и 252,5 с (при 80 °С) окисляли в реакторе периодического действия с рабочим объемом 400 мл при температуре 235 - 250°С, расходе воздуха 1-1,5 л/мин и продолжительностью окисления 110 – 180 мин. В качестве модифицирующей добавки использовали КПАВ – четвертичное аммониевое соединение с углеводородным радикалом С17-С19 в количестве 0,06-0,07 % масс. При этом существенно на (6° С) возрастает температура размягчения и почти в 1,5 раза уменьшается глубина проникания иглы в битум, повышается индекс пенетрации, что свидетельствует об улучшении структуры битума.

В присутствии ПАВ достигается более полное использование поступающего с воздухом кислорода. В целом соотношение масла и асфальтенов в присутствии КПАВ понижается, вследствие чего повышается температура размягчения и уменьшается глубина проникания иглы при 25 °С, и в отходящих газах окисления уменьшается в 1,5-2 раза содержание кислорода и примерно на 30% продолжительность окисления [5].

Остаток вакуумной перегонки модифицированного мазута, (модифицирование мазута проводилось нетрадиционным методом в аппарате с вихревым слоем с введением элементной серы при интенсивном перемешивании при 140° С до образования однородного раствора) выкипающий выше 500° С с содержанием 17% масс асфальтенов, соответствует дорожному битуму марки БНД 200/300. Битумы с более высокой теплостойкостью можно получать изменяя условия электромагнитной обработки мазута (с Астраханского ГПЗ) и глубину последующей вакуумной перегонки [6].

Гудрон с установки АВТ-3 Рязанского НПЗ был использован в качестве сырья (его физико-химические характеристики: - температура размягчения по К и Ш -39,2 С, условная вязкость – 228,3 с, глубина проникания иглы -597 при 25 С, плотность – 1020 кг/м³, растяжимость - 75 см при 25° С).

Групповой химический состав % масс: -парафино-нафтеносые, моно- и бициклические ароматические углеводороды – соответственно 18,5;16,6 и 25 петролейно и спиртобензолные смолы – соответственно 17,4 и 13,5; асфальтены -9. Комовая сера имела степень чистоты 99,96%

масс и содержала % масс: золы - 0,014, воды – 0,4, неорганических кислот - 0,0019, органических кислот – 0,02, механических примесей – следы.

Исследуемые смеси гудрона с 1-10% масс серы подвергали дозированной механической обработке по специальной технологии и для оценки возможности получения из них битумов марок БНД и окисляли в течение 3-6 часов на лабораторной установке, моделирующей непрерывный промышленный процесс при температуре 250 – 260° С и расходе воздуха 8 л/мин на 1 кг сырья. Полученный битум эластичен (растяжимость равна 150 см) и соответствует марке БНД 60/90 [7].

Модифицирование свойств нефтяных битумов возможно вовлечением серы при температуре 120 – 130° С при совместной обработке в течение 5-15 секунд с использованием аппарата с вихревым слоем. При этом часть серы растворяется в масляных компонентах битума, проявляя себя в качестве пластификатора, увеличивая, при этом массовую долю дисперсионной среды, другая – образует дополнительную дисперсную фазу, повышая теплостойкость вяжущего [8]. Введение в битум небольших добавок, содержащих карбоксильные группы, оксикислоты и смоляные кислоты позволяет целенаправленно регулировать не только адгезионные свойства битумов, но и обеспечивать стабильность асфальтобетонной смеси при высоких температурах. В качестве компонентов полифункционального модификатора, для улучшения физико – химических и физико – механических свойств битумов и их асфальтобетонов предложены: дистиллированное таловое масло ТУ 13-00281074-26-95, петаэритрит ГОСТ 9286-76 и сополимер этилена с винилацетатом ТУ 6-05-1636-97 [9].

Гудроны западно - сибирской и арланской нефтей, вакуумированные крекинг – остатки, асфальты пропановой деасфальтизации были использованы в качестве сырья для производства битумов в комплексе исследований по определению степени физико – химического и химического взаимодействия серы с различными видами битумного сырья в условиях термообработки, механоактивации и окисления. Технико – экономическая оценка показала высокую эффективность производства битумов из нефтяного сырья, модифицированного серой [10].

В качестве полимерных модификаторов битума применяется резиновая крошка, атактический полипропилен, термоэластопласты (стирол - бутadiенстирол). В качестве пластификаторов используется индустриальное масло И-20, И-40 и остаточный экстракт селективной очистки масел, состоящий более чем на 70% из ароматических углеводородов [11].

Наиболее эффективными модификаторами битума являются набухающие полимеры, такие как дивинилстирольные термоэластопласты, этиленпропиленовые каучуки, полиэтилены, бутилкаучук. При набухании полимерных добавок происходит перестройка дисперсной структуры битума, основой которой является масляная фракция битума, что приводит к улучшению эксплуатационных свойств последнего.

В качестве битума использовали фракцию кумкольской и жанажолской нефтей, полученные вакуумной перегонкой, с температурой кипения от 450 до 550° С с последующим окислением кислородом воздуха в течение 3,4 – 4,0 часов. Процесс окисления проводили при 180 – 200° С при среднем расходе воздуха 1 л/мин на 1 кг сырья. К полученной битумной массе добавляли сополимеры бутенилциклонолов и алкилметакрилатов в различных соотношениях. Полученные битум – полимерные смеси показали улучшенные эксплуатационные свойства [12].

Влияние оптимальной добавки – комплексного модификатора КМБ-2 на основные показатели битума марки БНД 90/130 увеличивает растяжимость битума на 11,5%, повышает его адгезионную прочность на 40% и улучшает пластические свойства, прочность и трещиностойкость асфальтобетона [13]. Новое битумное вяжущее, которое используется для изготовления покрытий дорог, мостов, аэродромов и других строительных объектов, обладает высокой адгезионной способностью к минеральным компонентам основного и кислого характера и состоит из масс %: битум 80-92; продукт полукоксования углей 8-20, гексаметилентетрамин 0,35-1,0.

Модифицированный битум получают смешением исходного битума с продуктом полукоксования углей (термическая фракция более 230 °С смолы полукоксования углей) при темпе-

ратуре 110° С до получения однородной смеси, в которую вводят гексаметилентетрамин, нагревают до 160° С и выдерживают при этой температуре 30 минут не прекращая перемешивания [14].

Введение в стандартные битумы 3% парафиновых добавок с высокой температурой плавления приводит к практическому переводу их по показателю пенетрации в более консистентную марку, резко повышает их температуру размягчения. Снижает дуктильность (в случае исходных битумов марок БНД 90/130, БНД 130/200 до уровня меньшего нормативных требований, повышает индекс пенетрации за счет огромной температуры размягчения до чрезмерно высокого и неприемлемого для обычных битумов значений. Битумы с добавками остаются агрегативно - устойчивыми при хранении в условиях высоких температур [15].

Для активации битума ультразвуком и улучшения его адгезионных свойств, образцы каменного материала после погружений в обработанный ультразвуком битум выдерживался в течение 15, 30, 60, 90, 180 минут, после чего подвергался кипячению в растворе поваренной соли в течение 30 минут. После ультразвуковой обработки вязкость битума уменьшается на 10-50% и при приготовлении асфальтобетонной смеси происходит незамедлительное объединение его с минеральными составляющими [16]. Сера, входящая в состав тяжелых остатков перегонки нефти, способствует получению битумов высокого качества. Она выполняет роль структурирующего агента в битуме, а также пластифицирует его структуру. При взаимодействии серы с тяжелыми нефтяными остатками их структура становится более аморфной, приближается к стекловидной. Сера, введенная в нефтяной остаток, при высоких температурах связывается с асфальтеновой и парафиновой частью сырья. Сера является хорошим инициатором процесса окисления.

Добываемая нефть и газовые конденсаты (особенно Астраханское газоконденсатное месторождение) богаты серой и требуют очистки. Получаемая сера накапливается в отвалах, т.к. ее реализуют только около 40%, а остальное хранится, как правило, на открытых полигонах. При хранении серы протекают процессы: микробиологического окисления серы с образованием серной кислоты, сублимация и выветривание, выброс остаточных H₂S и SO₂, окисление серы под действием внешних факторов, взаимодействие серы с углеводородами с образованием серосодержащих органических соединений. Производство, хранение и транспортировка больших объемов технической серы сопряжены с высокими текущими и капитальными затратами и представляют серьезную экологическую проблему для населения близлежащих городов [17].

В качестве модифицирующих добавок битумов могут быть использованы отработанные масла. Отработанные масла являются одними из крупнотоннажных отходов, образующимися в процессе производственной деятельности предприятий и использования в бытовой сфере. Масла в процессе работы в машинах и механизмах соприкасаются с металлами и воздухом, загрязняются водой и пылью, разжижаются топливом, подвергаются воздействию температуры, давления, электрического поля и других факторов, вследствие чего их физико-химические (вязкость, кислотное число, зольность, коксуемость, температура вспышки, содержание воды, механических примесей, цвет) и эксплуатационные свойства с течением времени изменяются. Повторное использование отработанных моторных масел по прямому назначению после очистки и даже вторичной переработки (регенерации) требует более квалифицированного подбора соответствующих пакетов присадок, однако и в этом случае, регенерированные масла подвержены более интенсивному старению по сравнению с маслами, полученными традиционным способом. Вовлечение отработанных масел или вторичное их использование в производстве битумов является одной из приоритетных задач, решение которых может принести экономическую выгоду.

Обсуждение результатов. Основной задачей исследований являлось изучение влияния отработанных масел на процесс структурообразования окисленных битумов. Для проведения исследований были отобраны образцы гудронов с установки ООО «Битум» ОАО «Салават-нефтеоргсинтез» и отработанного масла промышленного марки И-40А с установок Астраханского ГПЗ.

Сырье гудрон (СБ 20/40) для производства нефтяных дорожных битумов имел следующую характеристику: -вязкость, ВУ⁸⁰ равную 31,0 по ГОСТ 11503, температуру вспышки в открытом

тигле 212⁰С по ГОСТ 4333, массовую долю воды (%, отсутствие) по ГОСТ 2477, плотность при 20⁰С 1001,3 кг/м³ по ГОСТ 3900. Битумы получали на лабораторной установке периодического действия (рис.1), состоящей из: окислительной колонны, системы подачи и регулирования воздуха в реактор, системы очистки газа (состоящей из поглотительных склянок (6а,6б,6в), две из которых предназначены для поглощения сероводорода и сернистых соединений (6б,6в), третья для конденсации выделившихся при окислении водяных паров и органических веществ).

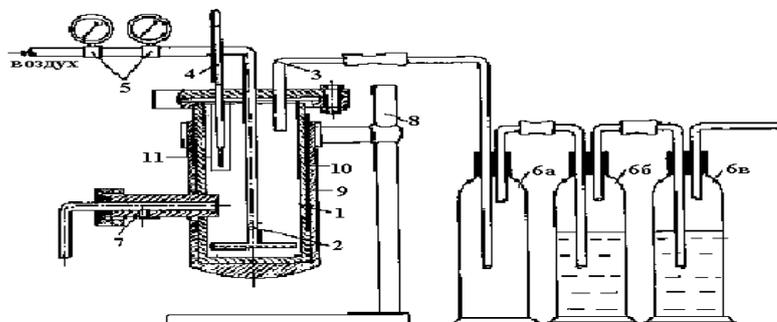


Рис.1. Лабораторная установка для получения окисленных битумов

1 - окислительная колонна; 2 - барботер; 3 - отвод отходящих газов; 4 - термометр; 5 – расходомер; 6а,б, в - склянки поглотительные; 7 - пробоотборник; 8 - штатив, 9 - теплоизоляционный слой, 10 - электрообогрев, 11 - карман для термометра

Fig.1. Laboratory installation for receiving the oxidized bitumens

1 - oxidation column; 2 - bubbler; 3 - off gas exhaust; 4 - thermometer; 5 - flow meter; 6a, b, c - absorption flasks; 7 - sampler; 8 - tripod, 9 - heat insulating layer, 10 - electrical heating, 11 - thermometer pocket

Окислительная колонна - реактор представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат, снабженный штуцерами для подачи воздуха поступающего на окисление в низ колонны и отвода паров и газов. Температуру в колонне регулировали изменением напряжения в обмотке колонны с помощью ЛАТРа. Работу осуществляли следующим образом - реактор заполняли сырьем (210г) и постепенно нагревали до необходимой температуры. После достижения требуемой температуры процесса (250⁰С) в колонну через барботер подавали воздух с объемной скоростью 2,5 л/мин на кг сырья. Выходящий сверху колонны отработанный воздух и отдув проходили через поглотительные склянки, заполненные 5,0 % - ным раствором щелочи и минеральным маслом, где происходило поглощение сернистых газов, низкомолекулярных компонентов гудрона, низкокипящих продуктов окисления, продуктов крекинга и далее газ поступал в атмосферу. Процесс окисления контролировали по температуре размягчения битумов (метод Кольцо и шар). Отработанное масло марки И-40А использовали в качестве пластифицирующей добавки. В табл.1 приведены показатели качества окисленных битумов, полученных из гудрона (СБ 20/40) с вовлечением в сырье чистого и отработанного масла промышленного марки И-40А в количестве 5% от массы.

Таблица 1. Окисление гудрона (СБ 20/40) с добавлением отработанного масла промышленного марки И-40А

Table 1. Oxidation of tar (SB 20/40) with the addition of waste oil of industrial brand I-40A

Температура процесса окисления, °С Temperature Process oxidation	Количество добавки (% масс.) Quantity Supplements (% by weight)	Время окисления, ч Oxidation time, h	Расход воздуха, л/ч кг сырья Air consumption, l / h kg of raw material	Температура размягчения окисленного битума, °С Softening point of oxidized bitumen
Исходное сырье Original raw material	0	0	0	24
250	0	1,1	2,5	47
250	5% чистого масла pure oil	2,2	2,5	48
250	5% грязного масла dirty oil	1,0	2,5	28,5
250	5% грязного масла dirty oil	1,2	2,5	32,5
250	5% грязного масла dirty oil	1,3	2,5	36

Для разработки технологии вовлечения отработавших масел в гудроны и получения высококачественных битумов дорожных марок исследованы качественные характеристики битумного сырья и отработанных промышленных марок И-40А масел.

Как показали предварительные исследования, качество битумов улучшается при добавлении отработанных масел до 7 % масс. На основании проведенных исследований была разработана технология вовлечения отработавших масел в гудроны с целью получения высококачественных дорожных марок битума БНД 60/90 и исследованы качественные характеристики битумного сырья, отработанных синтетических и минеральных масел и битумов. Масла в процессе работы меняют свои эксплуатационные свойства в результате разложения и окисления. В них попадают топлива, вода. Увеличиваются кислотность, зольность, коксуемость, появляются смолы, шлам, падают вязкость, индекс вязкости, температура вспышки, масла темнеют. В масле разрушаются присадки. Установлено, что при этом 70-80% ценных углеводородов масла еще содержатся в отработанном масле и их следует использовать [18].

Способ утилизации отработанного моторного масла производят путем введения его в качестве добавки к дизельному топливу, затем производят центробежную очистку полученной смеси с разделением на фракции – тяжелую жидкую, легкую жидкую и твердую и с удалением частиц свыше 3-5 мкм и на смесь воздействуют ультразвуковым полем частотой 20-26 кГц [19]. Отработанные масла с моющей - диспергирующей присадкой КНД (коллоидная дисперсия карбоната кальция в масле М-14 стабилизированная сульфатом кальция, используемая при получении моторных топлив) могут быть использованы в составе остаточного сырья процессов нефтепереработки в качестве активирующей добавки.

Присадка и отработанные масла влияют на изменения средних размеров частиц дисперсной фазы мазута и гудрона, на материальный баланс процессов вакуумной перегонки мазута и окисления гудрона, а также на качество полученных продуктов. Оптимальные концентрации отработанных масел определены для: мазута, способствующие увеличению отбора дистиллятных вакуумных фракций и гудрона, и улучшающие качество получаемого битума (увеличивается величина пенетрации и растяжимости) [20].

Отработавшие моторные масла обрабатываются препаратом ЭКОНАФТ - М в специальном смесителе. В результате происходящих реакций препарат равномерно адсорбирует нефтепродукты с получением сухого, стойкого при хранении порошкообразного вещества – продукта утилизации нефтеотходов. Этот продукт состоит из мельчайших гранул, представляющих собой микрочастицы нефтемаслоотходов, заключенные в известковые оболочки – капсулы, которые

равномерно распределены в массе продукта и совместно с отходами полимерных материалов используются для получения полимербитумного вяжущего [21].

Отработавшее минеральное масло используется в сырьевой смеси для производства строительного кирпича. Для получения смеси гранулированный череповецкий шлам смешивают с отработавшим минеральным маслом в соотношении 1:10 и добавляют к глине в количестве 20% масс. Сформированный из полученной смеси кирпич обжигают в окисленной атмосфере при температуре 960-1000°C с выдержкой при максимальной температуре не менее 1 ч. [22]. Основным по объему направлением утилизации отработанных смазочных материалов остается их использование в качестве компонента котельного топлива или даже сжиганием в чистом виде (уничтожение). В США в качестве топлива используется 85-90% собираемых отработанных нефтяных масел [23].

Вывод. Для получения модифицированных битумов улучшенного качества требуется подбор сырья, модифицирующих добавок и технологии их введения, технология получения.

Библиографический список:

1. Басова Р.З., Леоненко В.В., Сафонов Г.А. Влияние азотистых соединений на реологическое поведение нефтяных битумов. Нефтепереработка и нефтехимия. №2. 2001. М. С.19-21
2. Моисеев В.М., Дошлов О.И., Кузора И.Е., Кукс И.В., Крацук С.Г., Лобанова Н.А. О перспективах производства полимер - битумных вяжущих в ОАО «АНХК». Нефтепереработка и нефтехимия. №8. 2003. М. С.34-35
3. Леоненко В.В., Сафонов Г.А. некоторые аспекты модификации битумов полимерными материалами. Химия и технология топлив и масел. №5. 2001. М. С.43-45
4. Поконова Ю.В., Митрофанова Л.М. Модификация битумов фосфагенами. Химия и технология топлив и масел. М. №4. 2005. С.46-48
5. Пустынников А.Ю., Рябов В.Г., Туманян Б.П., Нечаев А.Н., Питиримов В.С. Модификация сырья при получении окисленных битумов. Химия и технология топлив и масел. М. №3. 2001. С.16-17
6. Щугорев В.Д., Гераськин В.И., Страхова Н.А., Белинский Б.И., Кортюченко Л.П., Павлюковская О.Ю. Получение дорожных битумов из газоконденсатных мазутов. Химия и технология топлив и масел. М. №3. 2001. С.15
7. Гуреев А.А., Ларина Н.М., Аби-Фидель Ю., Федоров А.А. Модификация свойств дорожных битумов обработкой гудрона серой. Химия и технология топлив и масел. М. №5. 2002. С.16-17
8. Страхова Н.А., Павлюковская О.Ю., Бердников В.К. Модификация свойств битумов различными добавками. Тезисы докл. международной научной конференции "Проблемы добычи и переработки нефти и газа в перспективе международного сотрудничества ученых Каспийского региона". Астрахань. 2000. С.103-106
9. Кемалов Р.А., Петров С.М., Кемалов А.Ф. Изучение превращений компонентов модификатора для битумных материалов. Технология нефти и газа. М. №5. 2007. С.11-16
10. Теляшев И.Р., Обухова С.А., Везиров Р.Р., Хайрутдинов И.Р., Теляшев Э.Г. Производство битумов из нефтяного сырья, модифицированного элементарной серой. Нефтепереработка и нефтехимия. Материалы научно-практической конференции. 2002. Уфа. С.57
11. Кутын Ю.А., Теляшев Э.Г., Ризванов Т.М., Биктимирова Т.Г., Викторова Г.Н., Ишкильдин А.Ф. Применение полимерных материалов различного типа для модификации тяжелых нефтяных остатков. Нефтепереработка и нефтехимия. Материалы научно-практической конференции. Сборник научных трудов. Уфа. 2001. С.38-40
12. Алиев Н.У., Калдыгозов Е.К., Молдабаева Г.Ж., Жарылгасова Ж.Ш. Влияние добавок на основе сополимеров бутенилицикланолов и некоторых акрилатов на эксплуатационные свойства битумов. Нефтепереработка и нефтехимия. Материалы научно-практической конференции. Сборник научных трудов. Уфа. 2002. С.60
13. Меренцова Г.С., Чуб Н.В. Улучшение эксплуатационных свойств оафальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Ползуновский вестник. Барнаул. №1. 2011. С.282-285
14. Корнейчук Г.К., Стибло Г.К., Крылов А.А. Модифицированный битум и способ его получения. Владивосток. ДВГУ. Заявка на патент 2003118094/04 от 16.06.2003
15. Золотарев В.А., Пыриг Я.И., Галкин А.В. Технические свойства вязких дорожных битумов с добавками парафиновых восков. Вестник. Харьков. №75. 2009. С.10-19
16. Васильев Ю.Э., Юмашев В.М., Субботин И.В. Механохимическая активация битума. Промышленное и гражданское строительство. М. №2. 2010. С.38-39
17. Жилкин А.А. Астраханская область, добыча углеводородов. Журнал «Власть». Астрахань. №38 (791). 2008. С.21
18. Эрих В.Н., Расина М.Г., Рудин М.Г. Химия и технология нефти и газа. М. 1985. С.340-341
19. Гаранин Э.М. ЗАО «ТЕСАР-СО». Патент на изобретение 10.10.2006. RU (11)2333933 (13) С2 (51) МПК. Способ утилизации отработанного моторного масла и установка для его реализации. RU БИПМ №26 20.09.2008. С.676
20. Сафиев Р.З., Тюняев А.В., Сюняева Г.А. Материалы XXII Всероссийского мезотраслевого совещания семинара по проблеме сбора, подготовки и переработки легкого углеводородного сырья, проведенного ОАО «НИПИГазпереработка». г. Краснодар. 2004. С.6
21. Патент 2283194 РОССИЯ

22. М.Э. Бутовский. Международная научно-практическая конференция «Новые технологии в переработке и утилизации отработанных масел и смазочных материалов». М. 26-28 ноября 2003. Химия и технология топлив и масел. №5.2009. С.56

23. Евдокимов А.Ю., Фукс И.Г. Утилизация отработанных смазочных материалов; технологии и проблемы. Материалы международной практической конференции и выставки. М.РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. 26-28 ноября 2003.С.7-8

References:

1. Basova R.Z., Leonenko V.V., Safonov G.A. Vliyaniye azotistyykh soyedineniy na reologicheskoye povedeniye neftyanykh bitumov. Neftepererabotka i neftekhimiya. №2. 2001. M. S.19-21 [Basova r.z., Leonenko v.v., Safonov G.a. Influence of nitrogenous compounds on rheological behavior of oil bitumens. Refining and petrochemicals. No. 2. 2001. M. s. 19-21(In Russ)]
2. Moiseyev V.M., Doshlov O.I., Kuzora I.Ye., Kuks I.V., Krashchuk S.G., Lobanova N.A. O perspektivakh proizvodstva polimer - bitumnykh vyazhushchikh v OAO «ANKHK». Neftepererabotka i neftekhimiya. №8. 2003. M. S.34-35 [Moses v.m., Doshlov o.i., Kuzora i.e., Cooks i.v., Krashuk s.g., Lobanova N.a. about prospects for production of polymer-bitumen binders in JSC ANGARSK PETROCHEMICAL. Refining and petrochemicals. No. 8. 2003. M. pp. 34-35(In Russ)]
3. Leonenko V.V., Safonov G.A. nekotoryye aspekty modifikatsii bitumov polimernymi materialami. Khimiya i tekhnologiya topliv i masel.№5. 2001.M. S.43-45 [Leonenko v.v., Safonov G.a. some aspects of modification bitumen polymeric materials. Chemistry and technology of fuels and oils. # 5. 2001. M. pp. 43-45(In Russ)]
4. Pokonova YU.V., Mitrofanova L.M. Modifikatsiya bitumov fosfagenami. Khimiya i tekhnologiya topliv i masel. M. №4.2005.S.46-48 [Pokonova Yu.v., Mitrofanova L.m. bitumen Modification fosfagenami. Chemistry and technology of fuels and oils. M. No. 4.2005.pp. 46-48(In Russ)]
5. Pustynnikov A.YU., Ryabov V.G., Tumanyan B.P., Nechayev A.N., Pitirimov V.S. Modifikatsiya syr'ya pri poluchenii oksilennykh bitumov. Khimiya i tekhnologiya topliv i masel. M. №3.2001.S.16-17 [Hermits a.Yu., V. Rjabov, tumanyan b.p., Nechayev a.n., Pitirimov V.s. raw Modification upon receipt of oxidized bitumens. Chemistry and technology of fuels and oils. M. No. 3.2001 pp. 16-17(In Russ)]
6. Shchugorev V.D., Geras'kin V.I., Strakhova N.A., Belinskiy B.I., Kortovenko L.P., Pavlyukovskaya O.YU. Polucheniye dorozhnykh bitumov iz gazokondensatnykh mazutov. Khimiya i tekhnologiya topliv i masel. M. №3. 2001. S.15 [Shchugorev E, Geraskin v.i., Strahov n.a., Belinsky b.i., Kortovenko l.p., Pavljukovskaja O.Yu. Receipt of road asphalt from the condensate fuel oil. Chemistry and technology of fuels and oils. M. No. 3. 2001 p. 15(In Russ)]
7. Gureyev A.A., Larina N.M., Abi-Fidel' YU., Fedorov A.A. Modifikatsiya svoystv dorozhnykh bitumov obrabotkoy gudrona seroy. Khimiya i tekhnologiya topliv i masel. M. №5.2002.S.16-17 [Mr. a.a., Larina n.m., Abi-Fidel, Fedorov A.a. properties Modification of road bitumen tar processing gray. Chemistry and technology of fuels and oils. M. No. 5.2002 pp. 16-17(In Russ)]
8. Strakhova N.A., Pavlyukovskaya O.YU., Berdnikov V.K. Modifikatsiya svoystv bitumov razlichnymi dobavkami. Tezisy dokladov mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii "Problemy dobychi i pererabotki nefiti i gaza v perspektive mezhdunarodnogo sotrudnichestva uchenykh Kaspiyskogo regiona". Astrakhan'. 2000. S.103-106 [Insurance n.a., Pavljukovskaja o.Yu., Berdnikov V.k. Modification bitumen properties of various additives. Book of abstracts of international scientific conference "Problems of mining and processing of oil and gas in the perspective of international cooperation of scientists of the Caspian region ". Astrakhan. 2000. pp. 103-106 (In Russ)]
9. Kemalov R.A.,Petrov S.M., Kemalov A.F. Izucheniye prevrashcheniy komponentov modifikatora dlya bitumnykh materialov. Tekhnologiya nefiti i gaza. M. №5. 2007. S.11-16 Publicity of r.a., s.m., Petrov Apollinary Publicity the study of transformations the components for bitumen modifier materials. Technology of oil and gas. M. No. 5. 2007.pp.11-16 (In Russ)]
10. Telyashev I.R., Obukhova S.A., Vezirov R.R., Khayrutdinov I.R., Telyashev E.G. Proizvodstvo bitumov iz neftyanogo syr'ya, modifitsirovannogo elementnoy seroy. Neftepererabotka i neftekhimiya. Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii. 2002. Ufa. S.57 [G. Telyashev i.r., Obukhova s.a., R. R. Vezirov, Khairutdinov i.r., Teliyashev E.g. petroleum based bitumen production, modified cell gray. Refining and petrochemicals. Materials of scientific-practical Conference. 2002. Ufa. p. 57(In Russ)]
11. Kut'in YU.A., Telyashev E.G., Rizvanov T.M., Biktimirova T.G., Viktorova G.N., Ishkil'din A.F.Primeneniye polimernykh materialov razlichnogo tipa dlya modifikatsii tyazhelykh neftyanykh ostatkov. Neftepererabotka i neftekhimiya. Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Sbornik nauchnykh trudov. Ufa. 2001.S.38-40 [Kutyin Yu.a., e.g., G. Telyashev Rizvanov t.m., Biktimirova T. Viktorova, g.n., Ishkildin A.f. application of polymeric materials of various types for heavy oil residue modification. Refining and petrochemicals. Materials of scientific-practical Conference. Collection of scientific papers. UFA. 2001 pp. 38-40 (In Russ)]
12. Aliyev N.U., Kaldygozov Ye.K., Moldabayeva G.ZH., Zharylgasova ZH.SH. Vliyaniye dobavok na osnove sopolimerov butenilnitsiklanolov i nekotorykh akrilatov na ekspluatatsionnyye svoystva bitumov. Neftepererabotka i neftekhimiya. Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Sbornik nauchnykh trudov. Ufa. 2002.S.60 [Aliyev N.U., Kaldygozov E.K., Moldabaev G.ZH. Zharylgasova Z.S., influence of additives on the basis of copolymers of butenilciklanolov and some acrylics on operational properties of bitumen. Refining and petrochemicals. Materials of scientific-practical Conference. Collection of scientific papers. UFA. 2002. pp. 60 (In Russ)]

13. Merentsova G.S., Chub N.V. Uluchsheniye ekspluatatsionnykh svoystv oafal'tobetonnykh pokrytiy avtomobil'nykh dorog. Polzunovskiy vestnik. Barnaul. №1.2011.S.282-285 [Merentsova G.s., Chub N.v. Improving performance oafaltobetonnykh coatings for roads. Polzunovskij Vestnik. Barnaul. No. 1.2011.pp. 282-285(In Russ)]
14. Korneychuk G.K., Stiblo G.K., Krylov A.A. Modifitsirovanny bitum i sposob yego polucheniya. Vladivostok. DVGU. Zayavka na patent 2003118094/04 ot 16.06.2003 [Korniychuk g.k., Styblo g.k., Krilov A.a. modified bitumen and how to obtain it. Vladivostok. FENU. Patent application 2003118094/04 from 16.06.2003(In Russ)]
15. Zolotarev V.A., Pyrig YA.I., Galkin A.V. Tekhnicheskiye svoystva vyazkikh dorozhnykh bitumov s dobavkami parafinovykh voskov. Vestnik. Khar'kov. №75. 2009. S.10-19 [Zolotarev V.A., Pyrig Ya.I., Galkin A.V. Technical properties of viscous road bitumen with additives of paraffin waxes. Herald. Kharkiv. №75. 2009. pp.10-19(In Russ)]
16. Vasil'yev YU.E., Yumashev V.M., Subbotin I.V. Mekhanokhimicheskaya aktivatsiya bituma. Promyshlennoye i grazhdanskoye stroitel'stvo. M. №2. 2010. S.38-39 [Vasiliev Yu.E., Yumashev VM, Subbotin IV Mechanochemical activation of bitumen. Industrial and civil construction. M. №2. 2010. pp.38-39 (In Russ)]
17. Zhilkin A.A. Astrakhanskaya oblast', dobycha uglevodorodov. Zhurnal «Vlast'». Astrakhan'. №38 (791).2008. S.21 [Zhilkin A.A. Astrakhan region, hydrocarbon production. The magazine "Power". Astrakhan. № 38 (791) .2008. P.21 (In Russ)]
18. Erikh V.N., Rasina M.G., Rudin M.G. Khimiya i tekhnologiya nefi i gaza. M.1985. S.340-341 [Erich VN, Rasina MG, Rudin MG Chemistry and technology of oil and gas. M.1985. pp.340-341 (In Russ)]
19. Garanin E.M. ZAO «TESAR-SO». Patent na izobreteniyе 10.10.2006. RU (11)2333933 (13) S2 (51) MPK. Sposob utilizatsii otrabotannogo motornogo masla i ustanovka dlya yego realizatsii. RU BIPM №26 20.09.2008.S.676 [Garanin E.M. CJSC TESAR-SO. Patent for invention 10.10.2006. RU (11) 2333933 (13) C2 (51) IPC. Method for utilization of used engine oil and installation for its implementation. RU BIPM №26 20.09.2008.p.676(In Russ)]
20. Safiyev R.Z., Tyunyayev A.V., Syunyayeva G.A. Materialy XXII Vserossiyskogo meeotraslevogo soveshchaniya seminarо po probleme sbora, podgotovki i pererabotki legkogo uglevodorodnogo syr'ya, provedennogo OAO «NIPIgazpererabotka». g. Krasnodar. 2004.S.6 [Safiev RZ, Tyunyaev AV, Syunyaeva GA Materials of the XXII All-Russian mega-industry meeting of the seminar on the collection, preparation and processing of light hydrocarbon raw materials, conducted by OJSC NIPIgazpererabotka. Krasnodar city. 2004.p.6(In Russ)]
21. Patent 2283194 ROSSIYA [Patent 2283194 RUSSIA(In Russ)]
22. M.E. Butovskiy. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya «Novyye tekhnologii v pererabotke i utilizatsii otrabotannykh masel i smazochnykh materialov». M. 26-28 noyabrya 2003. Khimiya i tekhnologiya topliv i masel. №5.2009. S.56 [M.E. Butovsky. International scientific-practical conference "New technologies in processing and utilization of used oils and lubricants". M. 26-28 November 2003. Chemistry and technology of fuels and oils. №5.2009. P.56(In Russ)]
23. Yevdokimov A.YU., Fuks I.G. Utilizatsiya otrabotannykh smazochnykh materialov; tekhnologii i problemy. Materialy mezhdunarodnoy prakticheskoy konferentsii i vystavki. M.RGU nefi i gaza im. I.M. Gubkina. 26-28 noyabrya 2003.S.7-8 [Evdokimov A.Yu., Fuks I.G. Utilization of used lubricants; technology and problems. Materials of the international practical conference and exhibition. M.R. of oil and gas. THEM. Gubkin. November 26-28 2003. pp.7-81. (In Russ)]

Сведения об авторах:

Страхова Нина Андреевна – доктор технических наук, профессор.

Белова Наталья Александровна – аспирантка, кафедра «Промышленное и гражданское строительство».

Кортовенко Любовь Павловна – кандидат технических наук, доцент, кафедра «Промышленное и гражданское строительство».

Information about the authors:

Nina A. Strakhova – Dr. Sci. (Technical), Prof.

Natalia A. Belova – Graduate student, Department of Industrial and Civil Engineering.

Lyubov P. Korotovenko –Cand. Sci. (Technical), Assoc. Prof., Department of Industrial and Civil Engineering.

Конфликт интересов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию 10.08.2018.

Received 10.08.2018.

Принята в печать 18.09.2018.

Accepted for publication 18.09.2018.