

АДГЕЗИОННЫЕ ДОБАВКИ В АСФАЛЬТОВЫХ СМЕСЯХ. ИСТОРИЯ, СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Вахидов У.Ш.

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Строительные и дорожные машины», ФГБОУ ВО Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексева

Ерасов И.А.

кандидат технических наук, доцент кафедры «Строительные и дорожные машины»

Молев Ю.И.

доктор технических наук, профессор кафедры «Строительные и дорожные машины» Россия, г. Н. Новгород, тел. +7 (831) 436-01-59 email: moleff@yandex.ru

Пуртов А.Р.

кандидат технических наук

Бабанин В.А.

Заместитель ген директора по техническим вопросам ООО «ТК Риминвест»

Павлов В.В.

Заместитель генерального директора по развитию ООО «ТК Риминвест», тел. +7 929 053 55 92, email: pavlov@riminvest.ru

АННОТАЦИЯ

В представленной статье проведён аналитический обзор применения адгезионных добавок в асфальтобетонных смесях. Адгезионные добавки являются химическими соединениями, которые улучшают сцепление между битумом и минеральными материалами. Их использование позволяет повысить прочность и долговечность асфальтобетона. В текущее время сеть дорог постоянно расширяется, и все больше асфальтобетонных смесей производится для поддержания дорожной инфраструктуры в работоспособном состоянии. Однако, часть дорог не соответствует нормативным требованиям, поэтому исследования в области адгезионных добавок являются актуальными. Существуют различные способы подачи добавок в битум, такие как использование дозаторов и переходных бункеров. Оптимальная концентрация добавок и равномерное распределение их в битуме являются важными факторами для достижения положительного эффекта. Технологическое совершенствование процесса укладки асфальта и контроль качества работ являются ключевыми аспектами для повышения качества дорожного покрытия. Дан анализ текущему состоянию дел в области технического ввода ПАВов, оценена потребность в данном компоненте.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

асфальтобетонная смесь – Рационально подобранная смесь минеральных материалов (щебня (гравия) и песка с минеральным порошком или без него) с битумом, взятых в определенных соотношениях и перемешанных в нагретом состоянии.

асфальтобетон – Уплотненная асфальтобетонная смесь.

адгезионная добавка – Химическое соединение, которое, концентрируясь на поверхности раздела битум – минеральный материал, вызывает снижение поверхностного натяжения и способствуют увеличению адгезии.

поверхностно-активное вещество (ПАВ) – Химическое соединение, которое вызывает снижение поверхностного натяжения, концентрируясь на поверхности раздела термодинамических фаз.

адгезия – Сцепление между вяжущим и минеральными материалами. Характеризуется способностью битумного вяжущего удерживаться на предварительно покрытой им поверхности минерального материала.

ВВЕДЕНИЕ

Устойчивое развитие любого общества невозможно без совершенствования средств коммуникации между его членами. Поэтому повышение мобильности населения, снижение финансовых и временных затрат на доставку грузов являются приоритетными направлениями развития нашей страны, в том числе закреплённых в национальном проекте «Безопасные и качественные дороги». Существенный объём работ, выполняемых в рамках данной программы, приходится на укладку асфальтобетонных покрытий.

Согласно данным Госкомстата на 2022 год в Российской Федерации функционировала сеть дорог, общей протяжённостью 1,578 млн км (из них 1,115 млн. км приходится на дороги с твёрдым покрытием). Рост протяжённости дорог за последние 10 лет составил 1,2 раза. Рост же производства асфальтобетонных смесей за тот же период составил 1,5 раза. То есть всё большее количество асфальтобетонных смесей производится для поддержания существующей дорожной сети в работоспособном состоянии. При этом, согласно публикации в журнале Дороги России (№1 за 2020 год) в 2020 году дорожникам предстояло увеличить долю региональных дорог, соответствующих нормативным требованиям, до 44,9%, что означает, что более 50% дорог в Российской Федерации не отвечает действующим нормам, поэтому поиск путей преодоления указанной проблемы является актуальной научной задачей.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Впервые специальные добавки в асфальтобетон было предложено использовать в 1966 году в ФРГ, и, начиная с 1970 года, они стали широко применяться в дорожном строительстве. Разработанный метод получения дорожного покрытия стал результатом исследований, направленных на повышение прочности асфальта, уменьшения скорости его разрушения при росте интенсивности движения вообще и большегрузных транспортных средств в частности. Накопленный при эксплуатации данного покрытия опыт позволил уже в 1984 году ввести первый национальный стандарт Германии на его спецификацию и применение. Преимущества использования нового материала не остались незамеченными в соседних странах, что привело к широкому применению данного вида асфальтобетона в странах Евросоюза и США. Национальные стандарты на асфальтобетон с адгезионными добавками принимались в этих странах в период с 1990 по 2000 годы. В нашей стране первое применение специального асфальтобетона отмечено с 2002 года, а стандарт ОДМ 218.3.064–2019 вступил в действие с 2021 года. За этот период времени имел место взрывной рост производства асфальтобетона с адгезионными добавками. Согласно [12] суммарная площадь, заасфальтированная новым материалом, возросла с 1,5 млн м² в 2002 году до 30 млн м² в 2009. Такому значительному увеличению объемов производства нового типа асфальтобетона способствовали технологические и эксплуатационные преимущества, которые были выявлены в результате строительства автомобильных дорог за эти годы.

Следует отметить, что согласно результатам исследования дорог с применением новой технологии формирования дорожного покрытия [8] имеет место неравномерность свойств дорожной одежды.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Все способы подачи адгезионных добавок или поверхностно-активных веществ в битум имеют несколько общих признаков. Во-первых, точное количество веществ, необходимых для получения модифицированного битума соответствующего качества, определяют путем предварительных лабораторных испытаний для конкретного рецепта асфальтобетонной смеси. Во-вторых, перед смешиванием ПАВ и вяжущее нагревают: температура битума, в зависимости от производимого вида асфальта, в среднем должна находиться в районе 150–160 °С, температура добавок — от 20 до 80 °С. В-третьих, основным оборудованием, отмеряющим необходимый объем химических веществ для добавления в вяжущее, практически в каждом способе подачи является дозирующий насос, в качестве которого может служить, например, шестеренный насос с регулятором. Для того, чтобы в процессе производства асфальта битум увеличил связь с минеральными материалами, но при этом сохранил свои физико-химические свойства, ПАВ добавляют в небольшом количестве — до 1,5% от массы вяжущего. При этом однородность модифицированного битума, необходимую для производства смеси высокого качества, можно достичь несколькими способами, каждый из которых находит свое применение на предприятиях того или иного уровня. Прямая зависимость между уровнем сцепления, вяжущего с минеральной частью смеси и сроком службы асфальтобетона, определила использование в работе производственных предприятий специальных адгезионных добавок для битума. Чаще всего они представляют собой жидкие поверхностно-активные вещества катионного, анионного или амфотерного типа. Катионные вещества применяют тогда, когда в качестве инертного материала выступает щебень, полученный из кислых горных пород, например гранит. Вещества анионного типа используют при работе с основными горными породами: габбро, диабазом, базальтом, и другими. Третий тип — амфотерные ПАВ — сочетают в себе преимущества катионных и анионных

Так коэффициент вариации коэффициента уплотнения при проведении исследований менялся от 0,1 до 0,6, (при изменении прочности покрытия от 0,6 до 0,9 МПа), что свидетельствует о значительном изменении качества покрытия по длине и ширине дороги. Значительное колебание параметров дорожного покрытия не могут не сказаться на качестве выполнения работ.

В научных трудах отечественных и зарубежных ученых большое внимание уделяется вопросам повышения стойкости и долговечности асфальтобетона, в том числе методами его структурирования и модификации добавками различного химического состава и строения. В мировой практике накоплен большой опыт применения различных модификаторов в технологии асфальтобетона, однако, для исследования долговечности этого материала актуальными остаются вопросы исследования влияния технологии не только приготовления, но и контроля изменения её свойств на этапе приготовления и укладки. На основе более, чем 20 летнего применения асфальтовых смесей, приготовленных по новым технологиям было установлено (и зафиксировано в ОДМ 218.3.064–2019 [7]), что положительный эффект от использования адгезионных добавок достигается лишь при их оптимальной концентрации, которую уточняют в каждом конкретном случае с учетом применяемого битума. Обязательным условием достижения объективных результатов является равномерное распределение адгезионной добавки в битуме, что достигается применением принудительного перемешивания с помощью механических мешалок любого типа или специализированную линию для принудительной подачи добавки в битум. В основном с этой целью применяются уже существующие установки для приготовления полимерно-битумных вяжущих.

добавок, то есть обеспечивают высокий уровень адгезии битума как с кислыми, так и с основными горными породами.

В настоящее время реализовано уже три поколения способов приготовления асфальтобетонной смеси с автоматизированной подачей ПАВ:

1. Дозаторы первого поколения с помощью непрерывно работающего шестеренчатого насоса подают добавку вверх к дозатору битума и возвращают назад в емкость по гибким трубопроводам. Трехходовой пневмоуправляемый кран переключает поток жидкости (добавки) с циркуляционного круга в линию дозирования и по рассчитанному времени добавка закачивается в дозатор битума. Начало процесса дозирования добавки совпадает с началом набора дозы битума согласно рецепту смеси, но время дозирования добавки всегда должно быть меньше времени дозирования битума. После выдачи битума с добавкой из дозатора битума в смеситель процесс дозирования повторяется.

Перед началом процесса подачи добавки в дозатор битума местная лаборатория должна определить необходимое количество добавки на каждый замес с учетом конкретного рецепта асфальтобетонной смеси. Необходимо также опытным путем определить время набора дозы битума для заданного рецепта, а затем рассчитать время дозирования адгезионной добавки в дозатор битума, которое должно быть на 10...30% меньше времени набора битума (взято из паспортов Давил, УАД-1000М КХЗ, ДС-168 [9,10,11]). Задав время дозирования адгезионной добавки, необходимо оттарировать насос адгезии, установив необходимую частоту вращения электродвигателя насоса с помощью преобразователя частоты (потенциометром на пульте управления).

2. Дозирующие установки второго поколения оборудованы не только дозирующим насосом, но и небольшим переходным бункером ПАВ, оснащенным тензодатчиком. Он позволяет оператору получить точную массу дозиру-

емого материала, и подать в битумопровод необходимое количество адгезионной добавки в соответствии с лабораторными расчетами. Такой подход — надежный контроль за расходом адгезионной добавки вне зависимости от плотности вещества; снижение расходов организации на приобретение адгезионных добавок за счет более точного учета используемого сырья; увеличение качества выпускаемой асфальтобетонной смеси. Принцип работы оборудования для подачи адгезионных добавок следующий: ПАВ из бочек перекачивают в утепленную емкость и нагревают. После это включается дозирующий насос, настройку работы которого осуществляют опытным путем, увеличивая или уменьшая частоту вращения электродвигателя с помощью преобразователя частоты. По предварительно рассчитанному времени, которое указывают в блоке управления, жидкие вещества в необходимом количестве поступают в битумопровод, через форсунку. При этом начало впрыска адгезионной добавки должно совпадать с началом подачи вяжущего в дозатор битума, а вот время окончания впрыска всегда должно быть меньше на 10-30%, чем время подачи нефтепродукта, — это должно способствовать равномерному распределению вещества в битуме.

3. Принцип работы устройств третьего поколения (взято из паспорта РИМ-500 [13]) основан на определении фактической скорости ввода адгезионной добавки на встроенных весах по убыванию массы в гр/сек. В связи с чем такое устройство является не только дозирующим оборудованием, но и инструментом для лабораторного контроля точности подачи адгезионной добавки в промышленных производственных условиях. Расчёт задания скорости ввода адгезионной добавки также производится исходя из фактической скорости подачи битумного

насоса и назначенного соотношения подачи добавки в % сверх вяжущего. Выборка измеренных значений массы происходит один раз в секунду с последующими вычислениями и коррекцией расхода по массе адгезионной добавки. Выборка значений скорости вращения двигателей насосов осуществляется каждые 0,2 сек., чем обеспечивается синхронность работы последних и практически мгновенная реакция на изменение производительности насоса вяжущего. Копирование производительности производится при любом алгоритме дозирования вяжущего.

Дозирующее устройство работает в составе устройства смесительно-весового и предназначен для ввода жидких добавок в битум в период его дозирования непосредственно перед дозатором битума или перед вводом в смеситель. Схема ввода адгезионной добавки в вяжущее определяется исходя из конфигурации АБЗ заказчика. Управляется устройство дозирующее непосредственно с панели оператора. Оператор вводит только процент сверх битумного вяжущего. Остальные параметры вычисляются автоматически контроллером установки. Повторение лабораторных подборов с равномерным распределением адгезионной добавки в вяжущем достигается измерением и коррекцией массового расхода добавки и битума (автоматическое поддержание соотношения). Расход адгезионной добавки по массе реализован на тензометрическом узле взвешивания. Это позволяет не только повторять лабораторный подбор, но и выпускать смесь на пробную укладку мелкими партиями, подбирая и уточняя лабораторный подбор при реальном уплотнении и температурном режиме в соответствии с ГОСТ Р 58401.18—2019 [1]

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на короткий промежуток времени применения асфальтобетонов с адгезионными добавками на дорогах нашей страны сменилось уже три технологии получения материала заданного качества, что позволяет предположить, что основным путём совершенствования технологии укладки дорожного полотна будет и дальше являться повышение точности дозировки компонентов и равномерности перемешивания. Однако, уже на данном этапе развития видно, что только технологическим совершенствованием процесса существенно улучшить качество строительства дорог уже невозможно. Особенности укладки асфальта является неравномерная подача материала на укладку, чаще всего с нескольких асфальтобетонных заводов, а также высокий процент ручного труда на укладке и уплотнении асфальтобетонной смеси. В таких условиях контроль качества выполнения работ как на заводе, так и на транспортировке и укладке асфальтобетонной смеси можно обеспечить только применяя цифровой паспорт каждого этапа с автоматическим документальным подтверждением, как это предусмотрено требованиями ГОСТ 58406.1(2)-2020 [4,5,6] в том числе и документированием выполненных этапов работ с фото скрытых работ (приёмка люков). При выполнении работ по уплотнению асфальта должна быть приложена температурная карта обрабатываемого слоя, с данными тепловизора и толщине уплотняемого слоя, при том, что данные о скоростях движения катков должны быть синхронизированы со спутниковыми навигационными системами. Только создание указанной глобальной системы контроля выполнения всех этапов работ по производству, укладке и уплотнению асфальтобетонной смеси позволит совершить качественный технологический рывок и повысить качество и долговечность асфальтобетонного покрытия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 58401.18—2019 Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения водостойкости и адгезионных свойств.
2. ГОСТ 31015—2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетоны щебеночно-мастичные. Технические условия
3. ГОСТ 9128—2013. Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия
4. ГОСТ Р 58406.1—2020. Дороги автомобильный общего пользования. Смеси щебеночно-мастичные асфальтобетонные и асфальтобетон. Технические условия
5. ГОСТ Р 58406.2—2020. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси горячие асфальтобетонные и асфальтобетон. Технические условия
6. ГОСТ Р 58406.3—2020. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон. Метод определения стойкости к колеобразованию прокатыванием нагретого колеса
7. ОДМ 218.3.064—2019. Методические рекомендации. По оценке эффективности адгезионных добавок. В составе асфальтобетона.
8. Кирюхин Г.Н., Покретья из щебеночно-мастичного асфальтобетона. // Г.Н. Кирюхин, Е. А.Смирнов - М: ООО «Издательство "Элит"», 2009.
9. Установка автоматизированного дозирования жидких адгезионных добавок в битум УАД-1000М. Паспорт, техническое описание, Москва, 2014г.
10. Агрегат минерального порошка. Паспорт ДС-18503.00.000-4 ПС,2001г
11. ГП РОСДОРНИИ МАДИ ВГАСА Костромаавтодор АООТ Воронежавтодор. Пособие по производственному контролю качества при строительстве автомобильных дорог Дата актуализации: 01.02.2017.32,45с.
12. <https://rosstat.gov.ru/>
13. Дозатор автоматический «РИМ-500» ТУ 28.29.39-001-44419384-2021, Нижний Новгород, 2021г.