

УДК 625.855.31

Смирнов Денис Сергеевич

кандидат технических наук, доцент

E-mail: denis27111974@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Броднева Валерия Евгеньевна

лаборант

E-mail: valeria011278@gmail.com

АО «Татавтодор»

Адрес организации: 420012, г. Казань, ул. Достоевского, д. 18/75

Лобанова Ангелина Сергеевна

лаборант

E-mail: lobangelina@icloud.com

АО «КВАРТ»

Адрес организации: 420054, Россия, г. Казань, ул. Техническая, д. 25

Анализ опыта применения теплых асфальтобетонных смесей

Аннотация

Постановка задачи. Дорожно-строительный сезон в климатических условиях Республики Татарстан ограничен сроками, поэтому основная укладка асфальтобетонных смесей производится с апреля по октябрь месяц. Дальность возки таких смесей с учетом территории республики и ограниченного числа асфальто-смесительных установок составляет зачастую 100 и более километров. При увеличивающейся стоимости энергоресурсов цель исследования – выявить уменьшение энергетических затрат на производство асфальтобетонных смесей.

Результаты. Основные результаты исследования приводят дорожников к применению теплых асфальтобетонных смесей, позволяющих решить данные задачи, уменьшив температуру приготовления и укладки асфальтобетонных смесей. Отдельную нишу в области модификации асфальтобетонных смесей занимают природные воски и синтетические парафины. Они используются для производства теплых асфальтобетонных смесей, а также для придания литым асфальтобетонным смесям лучшей удобоукладываемости.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в том, что применение теплой смеси, изготовленной по представленной технологии и концентрату канадской компанией «CantatAssociatesInc», позволяет продлить сезон укладки асфальтобетонной смеси, вплоть до отрицательных температур. Дальность возки и время нахождения смеси в кузове автомобиля намного увеличивается. Смесь длительное время не остывает, остается пластичной, однородной. Кроме того, смесь не имеет запаха, что существенно для проведения лабораторных испытаний.

Ключевые слова: теплые асфальтобетоны (ТАБ), асфальтобетонная смесь (АБС), битум, минеральный порошок, добавки.

Введение

Дорожно-строительный сезон в климатических условиях Республики Татарстан ограничен сроками, поэтому основная укладка асфальтобетонных смесей (АБС) производится с апреля по октябрь месяц. В России, как и во всем мире, в качестве основных смесей применяются горячие АБС. В целях продления дорожно-строительного сезона всё чаще используются асфальты теплой укладки и холодные смеси [1].

Термин «асфальты тёплой укладки» вбирает в себя различные технологии, позволяющие изменить традиционное понимание процессов производства, транспортировки, укладки и уплотнения, используемых при работе с горячими асфальтобетонными смесями [2].

Надо отметить, что технология теплых АБС воспринимается нами как технология, пришедшая из-за рубежа, но она известна ещё по ГОСТ 9128-84 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия». Именно в этом документе, действовавшем до 1998 года, мы видим классифицирование теплых асфальтов и изменение температурных параметров при производстве и укладке. В настоящее время в России нет нормативной документации, регламентирующей применение добавок для производства асфальтобетонных смесей тёплой укладки, но всё чаще новые технологии позволяют внедрять их в дорожном строительстве. Применение тёплых асфальтобетонных смесей в России имеет направленность в сторону увеличения сроков строительства, а также за счет уменьшения температуры смеси при укладке, увеличения дальности возки. За рубежом, однако, первоначальная идея применения добавок для приготовления тёплых асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов из вспененного битума состояла в возможной экономии энергозатрат и, следовательно, уменьшения их стоимости [3-4].

Из зарубежного опыта применения асфальтов теплой укладки можно выделить следующий ряд целей:

- экономия энергии и уменьшение выбросов углекислых газов;
- уменьшение паров из битума при нагреве;
- снижение сроков старения битума;
- повышение термостойкости в сравнении с литыми смесями;
- улучшение адгезионных свойств битума с инертными материалами.

Производят тёплые асфальтобетонные смеси в России по технологии, соответствующей обычным горячим смесям, с той лишь разницей, что уплотнение их производится при температуре более низкой. За рубежом же приготовление смесей основано на изначально более низкой температуре нагрева, что дает множество преимуществ экологического и экономического аспекта.

Особенности производства АБС

Физико-механические свойства асфальтобетонов, такие как прочность при сжатии и сдвигу, устойчивость, сильно зависят от температуры нагрева инертных материалов. Одним из путей снижения зависимости асфальтобетонов от температуры является повышение сцепления и внутреннего трения минерального остова асфальтобетонной смеси.

Различают несколько возможных вариантов получения теплых асфальтобетонных смесей: технологии вспенивания битума – вспенивающие добавки (например, цеолиты) или системы механического вспенивания, а так же применение пластифицирующих, модифицирующих и химических добавок [5]. Принято считать, что формирование структуры горячих смесей происходит при температуре не ниже 100 градусов Цельсия и, в дальнейшем, при уплотнении происходит разрушение связей. При анализе приводимых ниже участков укладки видно, что формирование смеси при использовании отдельных видов добавок, возможно, производить уплотнение при температуре 85 градусов и ниже.

Смеси тёплой укладки производят в обычных смесителях. Основное условие, чтобы температура отходящих газов не превышала точку росы. Существует несколько вариантов снижения зависимости свойств смеси от температуры:

- применение добавки, изменяющей вязкость (минеральной и органической);
- применение вспененного битума;
- применение нестандартной технологии приготовления смеси.

В иностранной литературе (Józef Judyski. Construction and Building Materials) в качестве добавок, изменяющих вязкость, рекомендуется применять цеолиты (минеральные добавки) для производства асфальтов тёплой укладки (WMA). Ковалентная решётка этого вещества содержит воду. Рекомендуется применение данного компонента на время не более 4 часов. Технологии, позволяющие вспенивать битумы, считаются наиболее эффективными экономически, так как добавкой к битуму является недорогая и доступная в наших условиях вода. Однако технологически организация данного процесса требует дополнительной подготовки. Так скорость вращения сушильного барабана, а следовательно скорость прохождения инертных материалов должна изменяться – это и дополнительное оборудование необходимое для впрыскивания воды в смеситель требует дополнительных

затрат и требует очень серьезного технологического контроля при применении. Также при попадании воды в смеситель увеличивается объём вспененной массы, что влечет за собой увеличение объёма смесителя. Необходимо понимать, что при введении воды в битум, даже при условии её перехода в парообразное состояние, существуют риски по обратному переходу пара в воду и попаданию остаточной влаги в конечный уложенный асфальтобетон, что, несомненно, приведет к разрушению дорожного покрытия. Это может быть связано с недостаточной технологичностью или скоростью работ по укладке асфальта, погодными условиями, затруднённой или удаленной транспортировкой асфальтобетонной смеси к месту проведения работ и т.д. Однако за рубежом вспенивающие технологии используются очень широко, но это больше связано с экономическим и экологическим преимуществом теплого асфальта, а не с продлением дорожно-строительного сезона или увеличением дальности перевозки асфальтобетонной смеси [6].

Органические пластифицирующие добавки – это добавки, содержащие воск и парафин. Использование органических добавок приводит к снижению температуры плавления битумов, что позволяет производить смеси при более низких температурах. Стоит отметить, что использование воска в составе битума, при приготовлении теплой асфальтобетонной смеси приводит к снижению трещиностойкости и может быть не таким эффективным [7].

Химические добавки – поверхностно-активные вещества (ПАВ), при введении в битум изменяют структуру вяжущего, что позволяет снизить температуру производства и укладки асфальтобетонной смеси примерно на 40-60°C. Также такого рода добавки выступают как активатор активной адгезии в асфальтобетонной смеси, т.е. способности вяжущего вытеснять влагу с границы раздела фаз битума – каменный материал, что позволяет использовать их для снижения рисков по наличию остаточной влаги во вспененных низкотемпературных смесях (рис. 1).

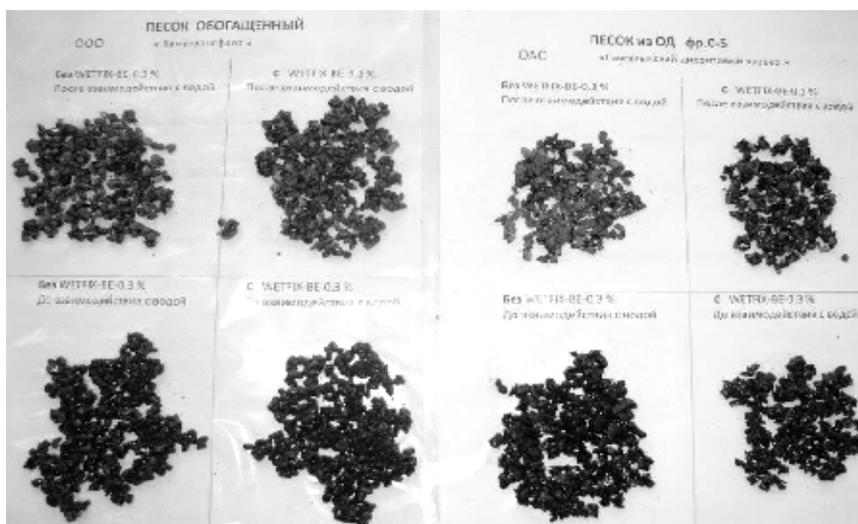


Рис. 1. Результаты испытания сцепления битума с песком (иллюстрация авторов)

Использование химических добавок не требует дополнительных затрат на модернизацию оборудования, и, как правило, добавки смешиваются с битумом в резервуарах смесительной установки, или вводятся посредством уже имеющегося автоматического оборудования для ввода обычных адгезионных добавок [8, 9].

Отдельную нишу в области модификации асфальтобетонных смесей занимают природные воски и синтетические парафины. Они используются для производства теплых асфальтобетонных смесей, а также для придания литым асфальтобетонным смесям лучшей удобоукладываемости. Применение восков и парафинов позволяет добиться следующих положительных качеств:

- снижение вязкости вяжущих в области температур выше 140°C;
- изменение реологических свойств вяжущих;

- снижение температуры производства и укладки асфальтобетонных смесей.

В настоящее время на рынке представлены следующие виды природных восков и парафинов:

- sasobit (температура плавления 114-120°C). Производится фирмой «SasolWax» (Германия) и является длинноцепным алифатическим углеводородом, получаемым путем газификации угля в процессе синтеза Фишера-Тропша;

- asphaltan (температура плавления 110-140°C). Производится фирмой «RomontaGmbH» (Германия). Получают путем экстракции бензолом или бензином из содержащего воск бурого угля с высоким содержанием озокерита;

- licomont.BS 100 (температура плавления 120-140°C). Производится фирмой «Clariant» (Швейцария). Представляет собой амидный воск – продукт реакции смесей длинноцепочечных жирных кислот с алифатическими диаминами;

- rediset WMX (температура плавления около 104°C). Производится компанией «AkzoNobel» (Нидерланды). Обеспечивает активную и пассивную адгезию вяжущего по отношению к каменному материалу, снижает водонасыщение асфальтобетона.

Одним из вариантов уменьшения температуры приготовления асфальтовых смесей является изменения технологии изготовления. Суть метода заключается в том, что сначала смешиваются с битумом крупные фракции инертных материалов, а затем добавляются мелкие (заполнитель и песок). Такая асфальтобетонная смесь может выпускаться и укладываться при более низких температурах за счёт остаточной влаги в мелком материале. Метод двухфазного смешивания. При этом методе сначала перемешивают смесь с низковязким битумом, а потом с более вязким. Это даёт возможность уменьшить температуру приготовления на 10-30К по сравнению с обычным способом. Надо отметить, что производство на асфальтосмесительной установке теплых АБС сопряжено с рядом трудностей:

- дозирование добавок зависит от типа добавки. Так, для жидкостных добавок требуются совершенно другие дозирующие устройства, чем для сыпучих. Причем, из-за ограниченного количества возможных устройств, подающих в смеситель, не всегда возможно использование весового дозирования. Для подачи вспененного битума требуется устройство вспенивания битума, также возникают вопросы по увеличению объёма смесителя;

- желательна доработка сушильного барабана, позволяющая регулировать скорость прохождения материала. Обычно скорость прохождения материала через сушильный барабан регулируется количеством лопаток, находящихся внутри него. Для оперативного изменения этой скорости нужно оснащение его привода частотным преобразователем, что позволит регулировать расход энергоресурсов при производстве.

Опыт применения теплых АБС в республике Татарстан

Рассмотрим опыт использования теплой АБС на территории Республики Татарстан. Осенью 2011 года ООО «Свиягадорстрой» имела опыт производства применения теплового АБ на нижних слоях покрытия. На строительстве объекта «А/дорога от М7 до СММЛЦ» в Зеленодольском районе Республики Татарстан при приготовлении пористого крупнозернистого асфальтобетона для нижнего слоя покрытия применялась жидкая добавка Evotherm II (США).

Для производства данного асфальтобетона использовались следующие компоненты: щебень фракции 20-40 мм, щебень фракции 5-20 мм, песок речной крупный, битум БНД 90/130. Добавка впрыскивалась в смеситель АБЗ «Ammann» «Global 160» из емкости, предназначенной для адгезионной добавки, в расчете на 0,3 % от содержания битума до 100 г на тонну а/б смеси. Смещение, происходящее за 26 секунд. Минеральный порошок не применялся, использовали только 1 % собственной пыли инертных материалов. Итого было получено около 4000 тн. теплового пористого асфальтобетона.

Первая четверть была использована при температуре окружающей среды + 4°C 14-17 октября 2011 г., вторая при t -4 ° C 14-18 ноября 2011 г.

Температура выпуска смеси 150-155°C. Перевозка осуществлялась автосамосвалами, оборудованными системой подогрева. Дальность возки на объект – 95 км. В пути автомобили до выгрузки проводили 2-3 часа.

После выхода из-под асфальтоукладчика теплая смесь снизилась до температуры 14°C. С момента остывания смеси до 100-110°C прошло 15-20 минут при этом асфальтобетон оставался горячим, пластичным, поддающимся уплотнению почти 45 мин. После уплотнения движение приостанавливалось по свежеложенному покрытию минимум на 2 часа. В дальнейшем вырубки асфальтобетона показали отличное уплотнение $k=1,0$; показатель водонасыщения $w=5,0$ %; средняя плотность $Y=2,42$ г/см³.

Практика показала, что применение теплой смеси, изготовленной по представленной технологии и концентрату канадской компанией «CantatAssociatesInc», позволяет продлить сезон укладки асфальтобетонной смеси, вплоть до отрицательных температур. Дальность возки и время нахождения смеси в кузове автомобиля намного увеличивается. Смесь длительное время не остывает, остается пластичной, однородной. Кроме того, смесь не имеет запаха, что существенно для проведения лабораторных испытаний [10].

В мае 2012 года АО «Татавтодор» применил добавку для теплых смесей Evoterm J1 при производстве асфальтобетонной смеси тип Б II марки для устройства ремонта картами на автомобильной дороге «Южный подход к г. Арску» на протяжении 250 м. В качестве эксперимента была выпущена партия смеси в 25 т с температурой 125-130°C. Укладка асфальтобетонной смеси производилась при температуре окружающего воздуха 9°C. Экспериментальная партия смеси 12 т. Из 25 т была уложена при температуре материала 120°C (участок маркировки X1). При достижении температуры 85°C на поверхности 95-100°C в толще асфальтобетонной смеси, была уложена оставшаяся часть, при этом наблюдалось следующее: при разгрузке материала в приемочный бункер и в шнеках укладчика образование комков и корки не наблюдалось; смесь уплотнялась так же удобно, как и при 120°C; поверхность асфальтобетона имеет ровный и нормальный вид (данный участок имеет маркировку X II). Кроме того, был уложен участок на протяжении 50 метров, где не использовались никакие добавки с целью сравнения коэффициентов уплотнения и водонасыщения. Дальность возки до данного участка составляла более пяти километров. Необходимо отметить, что до весны 2019 года капитальный ремонт на участке с использованием данной смеси не проводили.

В АО «Татавтодор» применяли два вида добавок: Evoterm J1 (США) и Honeywell Titan 7686 (США). Результаты приведены в табл.

Таблица

Результаты испытания а/б с добавкой Evoterm J1

№	Участок	Т выпуска, °С	Т укладки, °С	Водонасыщение образца из покрытия, г/см ³	Средняя плотность образца из покрытия, г/см ³	Средняя плотность переработанного образца, г/см ³	Коэффициент уплотнения покрытия
1	Тип Б II Марки+0,3 % Evoterm J1	125-130	120	0,70	2,533	2,543	0,996
2	Тип Б II Марки+0,3 % Evoterm J1	125-130	95-100*	1,49	2,516	2,546	0,988
3	Тип Б II Марки+0,3 % Evoterm J1	145	145	0,94	2,543	2,546	1,0
4	Тип Б II Марки без добавок	145	145	0,66	2,543	2,546	1,0

Весной 2012 года в Актанышском районе Республики Татарстан также был уложен участок дороги с применением данной смеси. И результат был положительный.

Первый объект сделан в 2012 году в Арске. Второй объект сделан на подъезде к базе Аэропорт в октябре 2015 года. Применяли Honeywell Titan 7686 – порошкообразный материал, который легко растворялся в битуме при температуре 135°C. В обоих случаях укладывали асфальтобетон при низких температурах и в обоих случаях покрытия показывают себя очень хорошо, несмотря на то, что уплотняли смеси при температуре 80-90 градусов. Также отмечалось, что обе добавки улучшали адгезию битума к любым щебням до отличного состояния.

Заключение

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что применение асфальтобетонов тёплой укладки в основном рассчитано на экономию энергозатрат, дорогостоящих материалов и трудовых ресурсов, позволяет существенно снизить количество вредных выбросов в атмосферу, а, следовательно, снизить расходы предприятий на выплаты за причинённый вред атмосфере. В условиях применения в нашей стране, помогает продлить строительный сезон и увеличить дальность возки. Совместное применение различных способов приготовления тёплых асфальтобетонов поможет дорожно-строительным предприятиям качественно выполнять возложенные на них функции, получая при этом соответствующие экономические результаты.

Список библиографических ссылок

1. Сахаров П. В. Способы проектирования асфальтобетонных смесей // Вестник ПНИПУ. 1935. № 12. С. 22–26.
2. Гезенцвей Л. Б., Горельшев Н. В. Дорожный асфальтобетон. М. : Транспорт, 1985. 350 с.
3. Садило М. В. Автомобильные дороги: строительство и эксплуатация М. : Феникс, 2012. С. 32–35.
4. Александров Д. Ю. Перспективы применения комплексно-модифицированного асфальтобетона в дорожном строительстве // Наука и техника. С. 316.
5. Józef Judycki. Influence of low-temperature physical hardening on stiffness and tensile strength of asphalt concrete and stone mastic asphalt // Construction and Building Materials. 2014, Vol. 61. P. 191–199.
6. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года // rosavtodor.ru : интерн-изд. 2014. URL: <http://rosavtodor.ru/storage/b/2014/03/23/strategia.pdf> (дата обращения: 11.09.2019).
7. Худоконенко А. А. Анализ требований отечественных и зарубежных нормативных документов к составам асфальтобетонных смесей : тезисы докладов Международной научно-практической конференции / Ростов-на-Дону, 2015. С. 28–29.
8. Транспорт России. Информационно-статистический бюллетень. 2014 // www.mintrans.ru : интерн-изд. 2014. URL: http://www.mintrans.ru/upload/iblock/5cd/stat_2014.pdf (дата обращения: 02.09.2019).
9. Центральная база статистических данных Росстата // cbsd.gks.ru интернет-ресурс. 2015. URL: <http://cbsd.gks.ru/> (дата обращения: 11.10.2019).
10. Аюпов Д. А., Макаров Д. Б. Теоретические аспекты расслаиваемости битумполимерных вяжущих // Вестник Казанского технологического университета. 2016. № 23. С. 50–53.

Smirnov Denis Sergeevich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: denis27111974@yandex.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Brodneva Valeria Evgenievna

laboratory assistant

E-mail: valeria011278@gmail.com

JSC «Tatavtodor»

The organization address: 420012, Russia, Kazan, Dostoevsky st., 18/75

Lobanova Angelina Sergeevna

laboratory assistant

E-mail: lobangelina@icloud.com

JSC «QUART»

The organization address: 420054, Russia, Kazan, Technicheskaya st., 25

Analysis of application experience of warm asphalt mixes

Abstract

Problem statement. The road construction season in the climatic conditions of the Republic of Tatarstan is limited in time, therefore, the main laying of asphalt mixes is carried out from April to October. The range of carriage of such mixtures, taking into account the territory of the republic and the limited number of asphalt mixing plants, is often 100 or more kilometers. With the increasing cost of energy resources, the aim of the study is to identify a decrease in energy costs for the production of asphalt mixes.

Results. The main results of the study lead road workers to the use of warm asphalt mixes, which can solve these problems by reducing the temperature of preparation and laying of asphalt mixes. A separate niche in the field of modification of asphalt mixes is occupied by natural waxes and synthetic paraffins. They are used for the production of warm asphalt mixes, as well as to give cast asphalt mixes better workability.

Conclusions. The significance of the results for the construction industry lies in the fact that the use of a warm mixture made by the presented technology and concentrate by the Canadian company «CantatAssociatesInc» allows you to extend the season for laying asphalt mixture, up to freezing temperatures. The range of the wagon and the residence time of the mixture in the car body is much longer. The mixture does not cool down for a long time, remains plastic, homogeneous. In addition, the mixture is odorless, which is essential for laboratory tests.

References

1. Sakharov P. V. Methods of designing asphalt mixtures // Vestnik PNIPU. 1935. № 12. P. 22–26.
2. Gezentsvei L. B., Gorelyshev N. V. Road asphalt concrete. M. : Transport, 1985. 350 p.
3. Sadilo M. V. Roads: construction and operation M. : Fenix, 2012. P. 32–35.
4. Aleksandrov D. Yu. Prospects for the use of complex-modified asphalt concrete in road construction // Nauka i tehnologii. P. 316.
5. Józef Judycki. Influence of low temperature physical hardening on stiffness and tensile strength of asphalt concrete and stone mastic asphalt // Construction and Building Materials, June 2014. Vol. 61. P. 191–199.
6. Transport strategy of the Russian Federation for the period until 2030 // rosavtodor.ru: internet-ed. 2014. URL: <http://rosavtodor.ru/storage/b/2014/03/23/strategia.pdf> (reference date: 11.09.2019).
7. Khudokonenko A. A. Analysis of the requirements of domestic and foreign regulatory documents on the composition of asphalt mixtures : theses of reports of the International scientific and practical conference / Rostov-on-Don, 2015. P. 28–29.
8. Transport of Russia. Statistical Newsletter. 2014 // www.mintrans.ru: intern. 2014. URL: http://www.mintrans.ru/upload/iblock/5cd/stat_2014.pdf (reference date: 02.09.2019).
9. The central database of statistics from Rosstat // cbsd.gks.ru Internet resource. 2015. URL: <http://cbsd.gks.ru/> (reference date: 10.10.2019).
10. Ayupov D. A., Makarov D. B. Theoretical aspects of the delamination of bitumen-polymer binders // Vestnik Kazanskogo technologicheskogo universiteta. 2016. № 23. P. 50–53.