

дорогам Российской Федерации: Постановление правительства Российской Федерации от 9 января 2014 г. № 12. М.

4. Усталостная долговечность эксплуатируемых асфальтобетонных покрытий / Е.В. Углова, С.К. Илиополов, М.Г. Селезнев. Ростов н/Д: РГСУ, 2009. 244 с.

УДК 625.089.23

Д.В. Репников, С.А. Чудинов
(D.V. Repnikov, S.A. Chudinov)
УГЛТУ, Екатеринбург
(USFEU, Ekaterinburg)

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
ТЕПЛЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ
(MODERN TECHNOLOGIES FOR OBTAINING
WARM ASPHALT CONCRETE MIXTURES)**

Представлены основные особенности и эффективность современных технологий получения теплых асфальтобетонных смесей для строительства покрытий дорожных одежд автомобильных дорог.

The main features and efficiency of modern technologies for producing warm asphalt concrete mixes in the road pavement construction are presented.

Теплые асфальтобетоны – это общий термин, охватывающий множество технологий, позволяющих производить, транспортировать, укладывать и уплотнять асфальтобетонные смеси при более низких чем предусмотрено для обычных (горячих) смесей температурах [1].

В ГОСТе 9128-84, действовавшем до 1998 года, была изложена классификация асфальтобетонных смесей с упоминанием теплых смесей, от которых в дальнейшем отказались и забыли. Ранее теплыми считались смеси, приготовленные на вязких или жидких битумах, при работе с которыми достичь необходимой плотности асфальтобетонных покрытий при пониженных температурах было невозможно, поэтому доуплотнение происходило в процессе эксплуатации под давлением колес транспорта, с частым образованием колеи и наплывов. Смеси такого же типа, называвшиеся plant mixes, применяли и в США с 1920-х, но впоследствии от них отказались, поскольку необходимость обеспечения высокой плотности асфальтобетона до открытия движения по дороге стала очевидной.

Современная технология получения теплых асфальтобетонов основывается на применении физических и химических процессов, снижающих вязкость или изменяющих структуру битума.

Первым способом приготовления теплых асфальтобетонных смесей является вспенивание битума. Есть несколько технологий вспенивания битума: вспенивание битума водой и механическое вспенивание битума (добавление различных добавок). Вспенивание битума водой считается наиболее экономически эффективными, т. к. в качестве добавки к битуму выступает вода, которая является легкодоступной. Механическое вспенивание битума получается при введении в битум органических пластифицирующих добавок на основе воска или парафина. Использование органических добавок приводит к снижению температуры плавления битумов, что позволяет производить смеси при более низких температурах.

Одностадийная технология

По этой технологии щебень нагревают до 130 °С и обрабатывают битумом, добавляют холодный влажный песок и вводят минеральный порошок. После добавления песка битум вспенивается. Температура смеси на выходе из смесителя – 90 °С.

Двухстадийная технология WAM-Foam

Она была разработана совместно известной английской компанией Shell International Petroleum Company Ltd. и норвежской компанией Kolo-Veidekke. На первой стадии вводят менее вязкий битум, который перемешивают с каменным материалом при 110–120 °С, и достигается полное покрытие зерен. На второй стадии более вязкий битум во вспененном состоянии перемешивают с предварительно обработанным каменным материалом. Пена образуется в результате быстрого испарения холодной воды, введенной в нагретый вязкий битум в момент его введения в смесь. В некоторых случаях рекомендуют на первой стадии дополнительно вводить добавку, улучшающую сцепление битума с каменным материалом. Для использования этой технологии требуется модернизация смесителя [2].

Технология Sasobit

Эта технология была предложена компанией Sasol Wax. Технология позиционируется на введении в битум добавки на основе парафина. Sasobit – это синтетический парафиновый воск, мелкокристаллический алифатический углеводород, получаемый путем газификации угля или природного газа (метана). Парафиновый воск Sasobit характеризуется преобладающей длиной углеводородных цепей в диапазоне от 40 до 115 атомов углерода.

Для сравнения: у содержащихся в битумах парафинов длина этих цепей – 22–45 атомов углерода. Sasobit при температуре выше 120 °С полностью растворяется в битуме. При температуре же ниже 102 °С он

образует в битуме кристаллообразную сетчатую структуру. Добавка Sasobit от 1 до 3 % по массе битума снижает его вязкость, что позволяет понизить температуру приготовления смеси на 18–50 °С. Улучшается также уплотняемость смеси [2].

Второй способ приготовления теплых асфальтобетонных смесей основан на введении добавок в битум и является самой распространенной технологией приготовления теплых асфальтобетонных смесей, поскольку она является самой простой и не требует затрат на модернизацию оборудования.

Химические добавки при введении в битум изменяют структуру вяжущего, что позволяет снизить температуру производства и укладки асфальтобетонной смеси примерно на 40–60 °С. Также такого рода добавки выступают как активатор активной адгезии в асфальтобетонной смеси. Иными словами, способности вяжущего вытеснять влагу с границы раздела фаз битум – каменный материал, что позволяет использовать их для снижения рисков по наличию остаточной влаги во вспененных низкотемпературных смесях.

По принципу действия добавки условно разделяются на разжижители и модификаторы. Разжижающие добавки снижают начальную вязкость битума и увеличивают скорость ориентации молекул, что связано с увеличением дисперсной среды в объеме вяжущего. Тогда как модифицирующие добавки должны не значительно влиять на начальную вязкость битума, но способствовать увеличению скорости ориентации молекул ПАВ и вяжущего при меньшей сдвиговой нагрузке, что обеспечивает лучшее уплотнение асфальтобетона в покрытии при более низких температурах. При этом не будет происходить уменьшение толщины пленок битума на зернах минерального материала в отличие от разжижающих добавок.

На отечественном рынке химических добавок для производства теплых асфальтобетонных смесей наиболее распространенными являются:

- «Адгезол 3-ТД» (ООО «Базис»);
- «Азол 1007» (Котласский химический завод);
- Сесабаз RT 945;
- Сесабаз RT Bio (Arkema);
- «ДАД-ТА» и «ДАД-ТА2» (ООО «Селена»);
- «Дорос-Т» (ООО «Дорос»);
- «Амдор ТС-1» (ООО «Уралхимпласт-Амдор»);
- Evotherm 3G (MeadWestvaco INC);
- Rediset LQ (AkzoNobel).

Эффективность таких добавок определяется способностью обеспечивать технологичность асфальтобетонной смеси при уплотнении при более низких температурах (в ряде случаев до 80 °С), увеличивать

пластичность вяжущего с сохранением физико-механических свойств асфальтобетонов [3].

Тем не менее эти технологии связаны с высокими первоначальными затратами на оборудование, ограничены нижним порогом температурного режима работ, обусловленного температурой конденсации водяного пара и требуют серьезного технологического контроля при применении.

Применение теплых асфальтобетонных смесей позволит увеличить строительный сезон за счет устройства покрытий при низких температурах (до $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$), увеличить радиус транспортирования асфальтобетонной смеси при сохранении ее уплотняемости и качества асфальтобетона, уменьшить энергозатраты АБЗ на производство асфальтобетонных смесей, а также уменьшить вредные выбросы за счет понижения температуры выпускаемой смеси.

Библиографический список

1. ОДМ 218.2.042-2014. Теплые асфальтобетонные смеси. Рекомендации по применению: методич. рекомендации: распоряжение Федерального дорожного агентства от 30.04.2014 г. № 847-р.
2. Радовский Б.С. Технология нового теплого асфальтобетона в США // Дорожная техника. 2008. С. 56–60.
3. Теплый асфальтобетон / Селена. URL: <https://www.npfselena.ru/technologies/warm-asphalt-concrete/>.

УДК 628.941

О.Н. Савченкова, С.А. Чудинов
(O.N. Savchenkova, S.A. Chudinov)
УГЛТУ, Екатеринбург
(USFEU, Ekaterinburg)

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ОСВЕЩЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ (ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES OF ROAD ARTIFICIAL LIGHTING)

Рассмотрена современная энергосберегающая технология на основе системы автономного искусственного освещения автомобильных дорог. Представлен принцип работы, оборудование и основные преимущества систем автономного освещения.

The modern energy-saving technology based on autonomous artificial lighting of roads is considered. The principle of operation, equipment and the main advantages of autonomous lighting systems are presented.