

УДК 625.852/853

## КОМБИНИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

**В.Б. Татаринский, к.т.н., ген. директор,  
Р.И. Рыбалко, к.т.н., техн. директор ООО «НПО «Транссистема»»**

***Аннотация.** Приведены основные данные по производству теплых асфальтобетонов и представлены основные технологии их производства. Даны характеристики основным способам модификации битумов. Отражен краткий анализ оборудования, позволяющего с минимальными приведенными затратами на одну тонну получать наиболее качественные смеси с хорошей подвижностью при укладке и уплотнении.*

***Ключевые слова:** асфальтосмесительная установка, теплый асфальтобетон, битум, модификация, адгезионная добавка.*

## КОМБІНОВАНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛИХ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ СУМІШЕЙ

**В.Б. Татаринський, к.т.н., ген. директор,  
Р.І. Рибалко, к.т.н., техн. директор ТОВ «НВО «Транссистема»»**

***Анотація.** Наведено основні дані з виробництва теплих асфальтобетонів та подано основні технології їх виробництва. Надано характеристики основним засобам модифікації бітумів. Відображено короткий аналіз обладнання, що дозволяє з мінімальними наведеними втратами на одну тонну отримувати найбільш якісні суміші із доброю рухливістю при укладанні та ущільненні.*

***Ключові слова:** асфальтозмішувальна установка, теплий асфальтобетон, бітум, модифікація, адгезійна добавка.*

## COMBINED TECHNOLOGY OF WARM ASPHALT-CONCRETE MIXTURES PRODUCTION

**V. Tatarynskyi, Ph. D. (Eng.), Director General,  
R. Rybalko, Ph. D. (Eng.), Chief Technology Officer of OJSC «NPO «Transsistema»»**

***Abstract.** The basic data of the production of warm asphaltic concrete are given in the work. The main technologies for the production of warm asphalt concrete are presented. The characteristics of the main methods of bitumen modification are given. A brief analysis of the equipment allowing with the minimum specified costs per one ton to obtain high-quality mixtures with good mobility during laying and compaction is presented.*

***Key words:** asphalt mixing installation, warm asphalt concrete, bitumen, modification, adhesion additive.*

### Введение

Одной из основных задач дорожного строительства является повышение качества автомобильных дорог с асфальтобетонным по-

крытием при одновременном снижении материалоемкости и энергоемкости производства асфальтобетонных смесей.

В настоящее время за рубежом широко применяются теплые асфальтобетонные смеси (ТАС), которые используются при устройстве дорожных покрытий различного назначения и позволяют обеспечить их длительный срок службы, увеличить продолжительность строительного сезона, снизить энергетические затраты на производство, а также негативное воздействие на окружающую среду.

### Анализ публикаций

В США и странах Европы объем применения ТАС быстро увеличивается и составляет уже десятки миллионов тонн. Количество асфальтобетонных заводов, оборудованных асфальтосмесительными установками, предназначенными для их производства, составляет уже около 20 % от общего числа АБЗ.

Проблема энергосберегающих экологически чистых технологий была ведущей на шестом конгрессе «Евроасфальт – Евробитум», состоявшемся в Праге в 2016 году [1]. Отдельно обсуждался вопрос теплых асфальтобетонных смесей. При этом обращено внимание на целесообразность рециклирования с использованием биотехнологических добавок и восков, цеолитов, резиновой крошки, старого асфальтобетона. Повышается внимание к вспенивающим технологиям и к комплексному использованию вспенивания с добавками. Тёплые смеси в настоящее время рассматриваются как альтернатива традиционным горячим смесям. В ряду асфальтобетонных смесей, снижающих нагрузку на окружающую среду, первыми, как и в отношении ресурсосбережения, являются тёплые смеси с использованием энергопонижающих добавок и рециклирования в теплом состоянии за счёт тонкого измельчения старого асфальтобетона. Низкотемпературные технологии снижают канцерогенность за счёт уменьшения испарения полициклических ароматических углеводородов [2–7].

В Украине, уже начиная с 2007 года, проводились отдельные инициативные исследования и единичные практические применения ТАС, которые показали свою эффективность, но отсутствие нормативных документов, отработанных на практике технологий с использованием отечественного оборудования на длительное время остановили развитие в

нашей стране мировой тенденции производства ТАС.

### Цель и постановка задачи

Вышеизложенное позволяет говорить об актуальности проблемы разработки научной концепции развития технологий и оборудования для производства ТАС с изучением их механических и физико-химических свойств. Одним из направлений решения данной проблемы является создание эффективных комбинированных технологий, позволяющих производить ТАС с минимальными приведенными затратами на одну тонну смеси.

Целью работы является исследование рабочих процессов производства ТАС с использованием комбинированных технологий, основанных на одновременном введении адгезионных добавок и механического вспенивания модифицированного битума непосредственно в асфальтосмесительной установке.

### Технологии тёплых смесей

В настоящее время существует шесть основных технологий производства ТАС:

- технологии использования поверхностно-активных веществ (химических добавок);
- технологии использования специальных восков (органических добавок);
- технологии использования твердых вспенивающих добавок в процессе смесеобразования (гидрофильные материалы);
- двухстадийная технология WAM foam;
- технологии механического вспенивания битума;
- комбинированные технологии.

Каждая из вышеуказанных технологий имеет свои достоинства. Определяющим фактором при выборе одной из них, как было указано выше, должны быть минимальные приведенные затраты при производстве одной тонны ТАС. Этого можно достичь за счет минимизации затрат на приобретение дополнительного оборудования, позволяющего использовать существующее аппаратное оснащение приводов действующих асфальтосмесительных установок, и минимизации их средних эксплуатационных затрат.

Анализ существующего оборудования для введения адгезионных добавок в битум пока-

зывает, что минимальных затрат на его приобретение можно добиться при использовании жидких модификаторов битума [8, 9]. При их выборе определяющими факторами, кроме цены, являются: качество, возможность точной дозировки, равномерность распределения добавки по объему битума, термическая стойкость, условия и срок хранения, опыт использования, возможность бесперебойной доставки.

Большинству из вышеперечисленных факторов соответствует отечественный многофункциональный модификатор битума К1, который является поверхностно-активным веществом катионного действия, до 100 % увеличивает адгезию битума с кислыми, ультракислыми и основными каменными материалами, снижает трение между их частицами, исключает поляризацию молекулярных связей основных углеводов битума в асфальтобетонных смесях. При рабочей температуре битума до 160 °С модификатор К1 не испаряется и не теряет своей активности в течение одного месяца и более, в отличие от зарубежных и отечественных аналогов. Он легко растворяется в битуме при температуре 100–160 °С. Его средний расход составляет 1 % от массы битума.

В процессе отработки технологий производства ТАС с использованием модификатора К1 был произведен сравнительный анализ двух температурных режимов начала уплотнения асфальтобетонной смеси: 135–145 °С и 90–100 °С при температуре воздуха 3–5 °С. Во всех случаях асфальтобетонная смесь имела хорошую подвижность при укладке и уплотнении.

Многолетний опыт работы с модификатором битума К1 показывает, что достигается значительное улучшение таких основных характеристик асфальтобетона, как плотность, водонасыщение, высокий коэффициент водостойчивости. При этом остальные физико-механические свойства не ухудшаются, а по некоторым показателям – превосходят требования нормативных документов.

Точность дозирования является важным фактором при выборе оборудования для подачи жидких модификаторов битума. Недоподача модификаторов ставит под сомнение качество получаемого вяжущего, а передозировка ведет к нежелательному увеличению себе-

стоимости продукции. Неравномерность распределения модифицирующих добавок по объему битума позволяет сомневаться в целесообразности их применения вообще.

На рис. 1 показана эффективная система подачи жидких модификаторов в трубопровод, по которому битум поступает непосредственно в дозатор битума асфальтосмесительной установки. Для улучшения перемешивания перед дозатором битума устанавливается гидродинамический смеситель.



Рис. 1. Гидродинамический смеситель для подачи жидких модификаторов

Центральным элементом дополнительного оборудования является дозирующий насос погружного типа, который монтируется непосредственно в расходную емкость с жидким модификатором. Такое конструктивное исполнение дает целый ряд преимуществ при эксплуатации, в частности: насос хорошо всасывает жидкий модификатор, т.к. всегда в нем находится; насос не имеет уплотнений, подтеканий, не требует регламентного обслуживания; насос не дает пульсаций, а равномерная подача – это необходимое условие однородного распределения жидкого модификатора по объему битума.

Линия подачи жидкого модификатора имеет циркуляционный и производственные круги, которые управляются собственным трехходовым пневмоклапаном, соединенным с пневматической системой асфальтосмесительной установки (рис. 2).

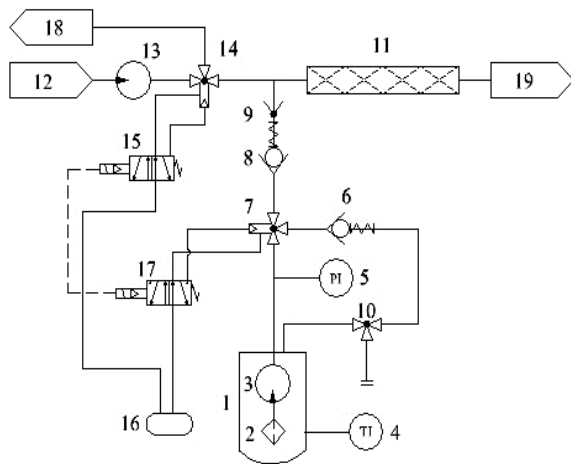


Рис. 2. Линия подачи жидкого модификатора: 1 – емкость с адгезионной присадкой; 2 – фильтр; 3 – дозирующий насос адгезионной присадки с электронным управлением; 4 – датчик температуры в емкости с присадкой; 5 – манометр; 6 – обратный клапан циркуляционной линии; 7 – трехходовой пневмоклапан присадки; 8 – обратный клапан напорной линии; 9 – форсунка впрыска; 10 – трехходовой кран для настройки линии; 11 – статический миксер; 12 – вход битума (существует); 13 – насос для подачи битума на весы (существует); 14 – трехходовой пневмоклапан битума (существует); 15 – пневмораспределитель с электроуправлением для клапана 14 (существует); 16 – пневмосистема АБЗ (существует); 17 – пневмораспределитель с электроуправлением для клапана 7; 18 – «обратка» битума (существует); 19 – подача битума с распределенной по объему адгезионной присадкой на весы

Математическое моделирование и дальнейшее практическое применение гидравлического смесителя показало высокую равномерность распределения жидких модификаторов по объему битума (рис. 3).

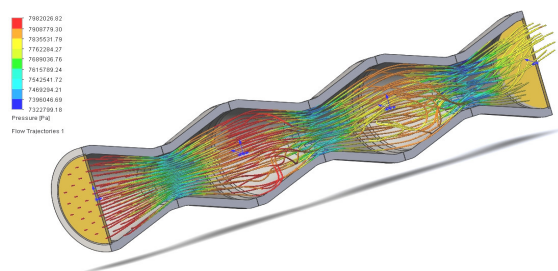


Рис. 3. Движение адгезионной добавки в завихрителе

Внешний вид асфальтосмесительной установки с установкой оборудования для подачи жидких добавок при производстве ТАС представлен на рисунке 4 [10].



Рис. 4. Внешний вид узла модификатора на асфальтосмесительной установке

В настоящее время в США при годовом объеме выпуска всех асфальтобетонных смесей 350–400 млн тонн, более 100 млн тонн – это теплые асфальтобетонные смеси. Более 80 млн тонн из них приходится на ТАС, произведенные по технологии механического вспенивания. В отличие от других технологий, ТАС с использованием механического вспенивания не повышает стоимость тонны смеси по причине отсутствия расходов на добавки.

Технология производства ТАС с использованием механического вспенивания битума построена на дозированном введении воды (до 2 % от объема битума) через вспенивающий коллектор в поток горячего битума с температурой 160 °С. В результате формируются микроскопические пузырьки пара, снижающие вязкость битума. Это происходит, пока смесь не уплотнится и температура не упадет до 100 °С. В этом случае используются те же исходные материалы, что и для производства горячих асфальтобетонных смесей. После уплотнения в асфальтобетоне остается небольшое количество воды (максимум, 0,0012 %), которое не сказывается на качестве покрытия.

Основным оборудованием в данной технологии выступает вспенивающий коллектор (рис. 5), который устанавливается непосредственно на смесителе или встраивается в подводный битумопровод. Коллектор включает в себя всю клапанную систему подачи воды и систему пневмоуправления. Целевой расход воды рассчитывается автоматически на основе текущего расхода битума.

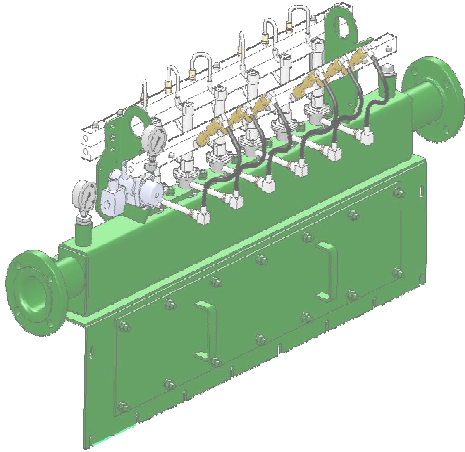


Рис. 5. Общий вид вспенивающего коллектора

Учитывая низкое качество битума, применяемого в Украине для производства асфальтобетонных смесей, применение технологии производства ТАС, с использованием только механического вспенивания битума, не даст полноценного результата. Чтобы достичь требуемого эффекта, нужно объединить две технологии – технологию подачи жидких химических добавок с последующим механическим вспениванием модифицированного битума.

В настоящее время данная комбинированная технология недостаточно изучена и требуется проведение глубоких исследований.

### Выводы

Современные технологии производства ТАС требуют развития на основе существующих особенностей поставки исходных материалов для производства асфальтобетонных смесей.

Целесообразно провести глубокие исследования комбинированных технологий производства ТАС с использованием отечественных жидких добавок, модифицирующих битум.

Результаты таких исследований позволят разработать нормативную базу, необходимую для производства ТАС и асфальтобетона на их основе.

### Литература

1. E&E 2016 Abstracts of accepted papers: (proceedings of the 6th Eurasphalt & Eurobitume Congress, Prague 1–3 June 2016). – 2016. – 246 p. Режим доступа: [http://www.eecongress2016.org/resource/eecongress2016/admin/sitefile/EE%202016-Abstracts-accepted\\_%20papers%20\\_1456627902943.pdf](http://www.eecongress2016.org/resource/eecongress2016/admin/sitefile/EE%202016-Abstracts-accepted_%20papers%20_1456627902943.pdf).
2. Золотарёв В.А. Ресурсосбережению нет альтернативы / В.А. Золотарёв // Автомобильные дороги. – 2016. – № 3. – С. 42–48.
3. Першин М.Н. Вспененные битумы в дорожном строительстве / М.Н. Першин, Е.Н. Баринов, Г.В. Кореновский. – М.: Транспорт, 1989. – 80 с.
4. Баринов Е.Н. Основы теории и технологии применения асфальтобетонов на вспененных битумах / Е.Н. Баринов. – М.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1990. – 180 с.
5. Королев И.В. Пути экономии битума в дорожном строительстве / И.В. Королев. – М.: Транспорт, 1986. – 149 с.
6. Дорожный теплый асфальтобетон / И.В. Королёв, Е.Н. Агеева, В.А. Головкин, Г.Р. Фоменко – К.: Вища школа, 1984. – 200 с.
7. Радовский Б.С. Технология нового теплого асфальтобетона в США / Б.С. Радовский // Дорожная техника. – 2008. – С. 24–28.
8. Low temperature asphalt: (официальный сайт компании Ammann Group. Тёплый асфальтобетон). – Режим доступа: <https://www.ammann-group.com/en/technology/low-temperature-asphalt>.
9. Facts & Figures: (официальный сайт компании Astec Industries, Ins. USA. Факты и графики). – 2017. – 252. – Режим доступа: <https://www.kpijci.com/upl/downloads/library/facts-figures.pdf>.
10. Официальный сайт компании ООО «Давиал Механик». – Режим доступа: <http://www.davial.ru/>.

Рецензент: В.А. Золотарёв, профессор, д.т.н., ХНАДУ.