УДК 625.855.3

ВЛИЯНИЕ НАГРЕВА НА СВОЙСТВА ЛИТЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Д-р техн. наук, профессор **А.П. Лупанов**,
канд. техн. наук **А.С. Суханов**,
инженер **А.В. Силкин**
(АО «АБЗ КАПОТНЯ»),
канд. техн. наук, профессор **В.В. Силкин**,
магистр **П.В. Воронежских**
(Московский автомобильно-дорожный
государственный технический университет (МАДИ))
Конт. информация: alesilkin@yandex.ru

В статье приводятся экспериментальные данные по изменению свойств литого асфальтобетона на полимерно-битумном вяжущем с добавлением асфальтового гранулята. Показано, что при нагреве в течение 6 ч показатели свойств материала выходят за требования стандарта. Для сокращения времени нагрева при больших расстояниях перевозки предложена технология гранулирования литого асфальтобетона с последующим разогревом на месте производства работ.

***Ключевые слова**: литая асфальтобетонная смесь, литой асфальтобетон, асфальтовый гранулят, гранулят из литого асфальтобетона, плотность, глубина вдавливания штампа, прочность на растяжение при расколе.*

В последние годы в России и за рубежом все большее применение находят литые асфальтобетонные смеси **[1]**. Преимущества литых асфальтобетонов связаны с их высокой плотностью, водостойкостью, трещиностойкостью и удобоукладываемостью. Наряду с использованием литых смесей для текущего ремонта их все чаще применяют и для нового строительства, особенно на мостах и путепроводах, где литой асфальтобетон выполняет функцию гидроизоляции **[2]**.

Опыт эксплуатации покрытий из литого асфальтобетона в Московском регионе показал, что при использовании в качестве вяжущего стандартного битума БНД 60/90 на покрытии в летнее время образуются пластические деформации. Применение битумов БНД 40/60 или ПБВ 40 существенно повышает сдвигоустойчивость. Однако из-за того, что битумы марки БНД 40/60 в Московском регионе не выпускаются, производители применяют ПБВ 40, что ведет к заметному удорожанию материала.

Один из путей снижения стоимости литых смесей связан с добавлением асфальтового гранулята. Как показали проведенные исследования, гранулят способствует повышению сдвигоустойчивости за счет вязкого битума, состарившегося в процессе эксплуатации **[3]**.

ГОСТ Р54401-2011 допускается применение гранулята в литых смесях для верхних слоев в количестве до 10 % **[4]**. Проведенные исследования свойств литого асфальтобетона показали, что возможно введение в состав смеси гранулята в количестве до 30 % **[3]**. При этом свойства асфальтобетона отвечают требованиям стандарта при существенной экономии вяжущего. В то же время ограничение количества добавляемого гранулята может быть связано с технологическими возможностями асфальтосмесительных установок, поскольку довольно сложно обеспечить требуемую температуру на выходе смеси с большим количеством гранулята, особенно в осенне-зимний период.

В зимний период возрастает дальность возки литых смесей до объектов проведения дорожных работ, поскольку большая часть АБЗ приостанавливает работу до начала строительного сезона. Имеющийся опыт показывает, что часто расстояние возки превышает 100 км, при этом время нахождения смеси в горячем состоянии при транспортировании и ожидании на объекте может составить более 10 ч **[5]**. Очевидно, что длительный нагрев приводит к изменению свойств материала за счет старения вяжущего. ГОСТ Р54401-2011 **[4]** допускает время хранения и транспортирования литых асфальтобетонных смесей до 12 ч. При этом рекомендуется в процессе хранения снижать температуру смеси на 15 °С, а перед укладкой повышать её до требуемых значений. Данные рекомендации представляются невыполнимыми, поскольку трудно снизить, а потом повысить температуру в кохере в процессе перевозки и подготовки смеси к укладке.

Важное практическое значение имеют данные по изменению свойств литой асфальтобетонной смеси на полимерно-битумном вяжущем (ПБВ) с добавлением асфальтового гранулята в процессе хранения и перевозки. Для такой оценки в лаборатории ООО «Дорэксперт» были проведены испытания литых асфальтобетонов после термостатирования, моделирующего нагрев смеси в кохере в процессе перевозки. Смесь выдерживали в термостате в открытой ёмкости при температуре 215 °С и периодически перемешивали, аналогично перемешиванию в кохере. Следует отметить, что термоокислительные процессы и, соответственно, изменение свойств вяжущего в открытой ёмкости происходит более интенсивно по сравнению с термостатированием в закрытой ёмкости без перемешивания. Контрольные образцы отбирали после 6, 12 и 18 ч нагрева.

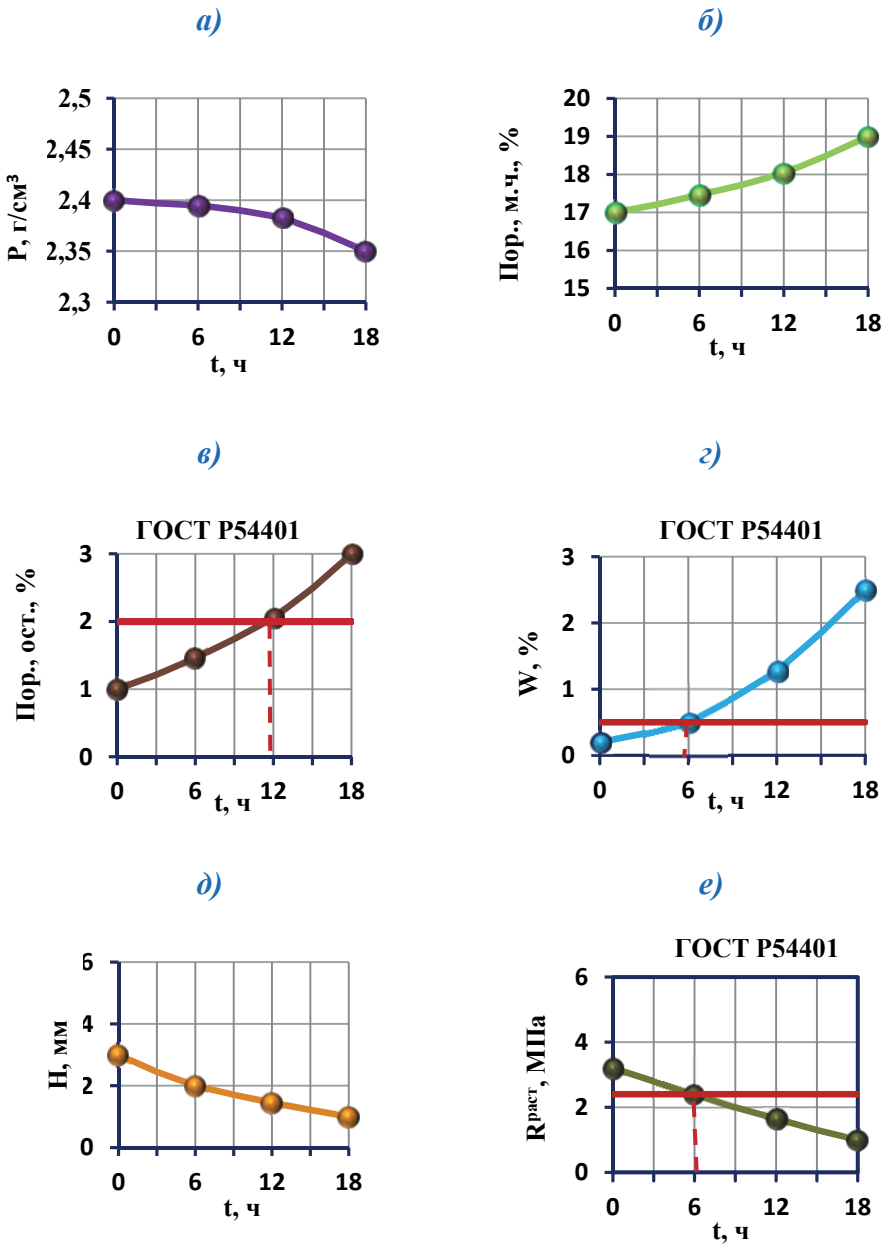

Рис. 1. Зависимость показателей свойств литого асфальтобетона от времени термостатирования:

а – плотность; б – пористость минеральной части;
в – остаточная пористость; г – водонасыщение;
д – глубина вдавливания штампа; е – прочность на растяжение при расколе при 0 °С (значения по ГОСТ показаны красной линией)

В процессе испытаний были определены основные характеристики литого асфальтобетона по ГОСТ 54401: плотность, пористость минеральной части, остаточная пористость, водонасыщение, глубина вдавливания штампа, прочность на растяжение при расколе. Результаты испытаний представлены на **рис. 1**.

Из приведенных данных следует, что с увеличением времени термостатирования уменьшается плотность и увеличиваются показатели пористости и водонасыщения асфальтобетона. Это связано с испарением легких фракций вяжущего. Одновременно уменьшается глубина вдавливания штампа и прочность при расколе, что свидетельствует о повышении вязкости вяжущего и хрупкости асфальтобетона. Показатели водонасыщения и прочности при расколе выходят за требования стандарта уже после 6 ч нагрева. Это подтверждает правильность требований ГОСТ по ограничению времени хранения и перевозки литых смесей. Однако максимально допустимое стандартом время хранения и транспортировки до 12 ч, видимо, требует корректировки для различного типа смесей.

В связи с этим представляет интерес разработанная на «АБЗ КАПОТНЯ» технология приготовления и перевозки гранулята из литого асфальтобетона в холодном состоянии. Гранулят получают путем дробления литого асфальтобетона и перевозят в упаковке обычным грузовым транспортом (**рис. 2**).

Рис. 2. Гранулированный литой асфальтобетон в упаковке

Затем гранулят разогревают на месте производства работ в рециклере или кохере (**рис. 3**).

Рис. 3. Машины для разогрева гранулята:
1 – кохер; 2 – рециклер SRM; 3 – рециклер EM-3200

Такая технология эффективна при большой дальности возки. При этом сокращается время нагрева смеси, снижаются энергозатраты и затраты на эксплуатацию кохера. Проведенные расчеты показали, что при дальности транспортирования смеси в кохере на расстояние свыше 70 км использование гранулированного асфальтобетона более экономично. Причем с увеличением расстояния экономический эффект существенно возрастает.

ВЫВОДЫ

1. Высокая температура при транспортировании и хранении литых смесей приводит к изменению свойств в части снижения плотности и повышения хрупкости асфальтобетона. Данные показатели могут выходить за требования стандарта после 6 ч термостатирования.
2. Для уменьшения влияния нагрева при больших расстояниях транспортирования смесей рекомендуется использовать гранулят литого асфальтобетона, который перевозится в холодном состоянии и разогревается на месте производства работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *The Mastic Asphalt Industry – A Global Perspective. Final version EMAA/ HSEE, Working Group. – November, 2010. – 29 P.*
2. *Мелик-Багдасаров М.С. Использование асфальтобетонного гранулята в литых асфальтобетонных смесях / М.С. Мелик-Багдасаров, Н.А. Мелик-Багдасарова // Строительная техника и технологии. – 2016. – № 5. – С. 54-55.*
3. *Лупанов А.П. Исследование влияния асфальтового гранулята на свойства литого асфальтобетона / А.П. Лупанов, А.С. Суханов, В.В. Силкин, И.О. Козиков, О.Н. Ильина // Известия КГАСУ, Строительные материалы и изделия. – 2018. – №2. – С. 201-207.*
4. *ГОСТ Р 54401-2011. Дороги автомобильные общего пользования. Асфальтобетон дорожный литой горячий. Технические требования. – М.: Стандартинформ, 2012. – 19 с.*
5. *Силкин В.В. Приготовление, транспортирование и укладка литого асфальтобетона / В.В. Силкин, В.В. Рудакова, А.П. Лупанов // Строительная техника и технологии. – 2015. – № 2. – С. 60-65.*

LITERATURA

1. *The Mastic Asphalt Industry – A Global Perspective. – Final version EMAA/ HSEE, Working Group. – November, 2010. – 29 P.*

2. *Melik-Bagdasarov M.S. Ispol'zovanie asfal'tobetonnogo granulyata v lityh asfal'tobetonnyh smesyah / M.S. Melik-Bagdasarov, N.A. Melik-Bagdasarova // Stroitel'naya tekhnika i tekhnologii. – 2016. – №5. – S. 54-55.*
3. *Lupanov A.P. Issledovanie vliyaniya asfal'tovogo granulyata na svojstva litogo asfal'tobetona / A.P. Lupanov, A.S. Suhanov, V.V. Silkin, I.O. Kozikov, O.N. Il'ina // Izvestiya KGASU, Stroitel'nye materialy i izdeliya. – 2018. – №2. – S. 201-207.*
4. *GOST R 54401-2011. Dorogi avtomobil'nye obshchego pol'zovaniya. Asfal'tobeton dorozhnyj litoj goryachij. Tekhnicheskie trebovaniya. M.: Standartinform, 2012. – 19 s.*
5. *Silkin V.V. Prigotovlenie, transportirovanie i ukladka litogo asfal'tobetona / V.V. Silkin, V.V. Rudakova, A.P. Lupanov // Stroitel'naya tekhnika i tekhnologii. – 2015. – № 2. – S. 60-65.*

.....

INFLUENCE OF HEATING ON MASTIC ASPHALT CONCRETE MIXES PROPERTIES

*Doctor of Engineering, Professor **A.P. Lupanov**,*
*Ph. D. (Tech.) **A.S. Sukhanov**,*
*Engineer **A.V. Silkin***
(A.O. «ABZ Kapotnya»),
*Ph. D. (Tech.), Professor **V.V. Silkin**,*
*Master student **P.V. Voronezhskykh***
(Moscow State Automobile and Road Technical University (MADI))
Contact information: alesilkin@yandex.ru

The article presents experimental data on changes in the properties of mastic asphalt concrete on polymer-bitumen binder with the addition of asphalt granulate. It is shown that when heating for more than six hours, the material properties do not meet the standard requirements. In order to reduce the heating time at large distances of transportation, the technology of granulation of mastic asphalt concrete with subsequent heating at the work site is proposed.

Key words: *mastic asphalt mix, mastic asphalt, old reclaimed asphalt pavement granulate, mastic mix asphalt concrete granulate, density, indentation depth of the stamp, breaking tensile strength.*

Рецензент: канд. техн. наук Л.А. Горелышева (ФАУ «РОСДОРНИИ»).
Статья поступила в редакцию: 02.10.2019 г.