



Влияние технологических параметров режима приготовления на свойства полимерно-дисперсно-армированных асфальтобетонов

Д.А. Строев, Д.С. Черных

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: В статье представлены результаты экспериментальных исследования изменения физико-механических и эксплуатационных показателей полимерно-дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей в зависимости от температуры минеральных материалов и времени перемешивания компонентов материала при приготовлении на асфальтобетонном заводе.

Ключевые слова: асфальтобетон, полимерно-дисперсно-армированная асфальтобетонная смесь, полимерный модификатор, температура, время перемешивания, физико-механические свойства.

Современный уровень развития автотранспортной индустрии и повышение объёма грузовых перевозок с использованием автомобильного транспорта ставит всё более сложные задачи перед дорожно-строительными организациями и органами государственного заказчика. Совершенствуются методы контроля качества ремонтно-строительных работ, повышаются требования и к качеству применяемых материалов[1].

Одним из современных типов асфальтобетонов являются полимерно-дисперсно-армированные асфальтобетоны, применяющиеся на федеральных автомобильных дорогах нашей страны в настоящее время. Отличие данного типа асфальтобетона от традиционного, состоит в использовании специальной дисперсно-армирующей добавки, которая вводится в состав смеси на стадии приготовления. Распределяясь в структуре вяжущего, полимерные компоненты модификатора изменяют его свойства, способствуя повышению устойчивости материала к транспортным и погодно-климатическим воздействиям. Влияние добавки на свойства асфальтового вяжущего и асфальтобетона во многом зависят от качества её распределения в структуре смеси в момент приготовления. Важнейшими факторами, влияющими на однородность распределения модификатора, являются,

температура компонентов смеси и время их перемешивания в камере смешения асфальтобетонного завода.

В 2016 году, на одной из производственных баз в Тверской области, выполнялись экспериментальные исследования, направленные на выявление оптимальной технологии приготовления полимерно-дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей на асфальтобетонном заводе. В рамках эксперимента были исследованы 4 пробы крупнозернистых плотных асфальтобетонных смесей типа «Б», I марки, приготовленные при различных технологических режимах. Зерновой состав приготовленных смесей, представлен в таблице 1.

Таблица 1

Зерновой состав крупнозернистых асфальтобетонных смесей типа «Б»

| Содержание минеральных зерен, %, мельче данного размера, мм | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 40 | 20 | 15 | 10 | 5 | 2,5 | 1,25 | 0,63 | 0,315 | 0,16 | 0,071 |
| 93,11 | 82,17 | 73,78 | 65,33 | 54,22 | 42,12 | 33,09 | 23,54 | 18,43 | 12,98 | 9,03 |

Параметры технологических режимов приготовления материала и процентное содержание ПДА-добавки в смесях, указаны в таблице 2.

Таблица 2

Параметры технологических режимов приготовления полимерно-дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей

| Состав № | Содержание ПДА добавки, % | Время «сухого» перемешивания, секунд | Время перемешивания с битумом, секунд | Температура минеральных материалов, °С |
|----------|---------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
| 1 | 0 | 15 | 20 | 170 |
| 2 | 0,3 | 15 | 20 | 170 |
| 3 | 0,3 | 15 | 20 | 190 |
| 4 | 0,3 | 15 | 25 | 190 |

Результаты исследований физико-механических свойств, приготовленных смесей представлены в таблице 3.

Анализ полученных результатов определения физико-механических свойств материалов позволяет сделать вывод о существенном влиянии технологических параметров режима приготовления на качество полученных смесей. Наиболее существенные изменения свойств вызвало повышение температуры каменных материалов, в меньшей степени сказалось увеличение интервала перемешивания компонентов смеси. Так при увеличении температуры минеральных материалов зафиксировано увеличение пределов прочности при сжатии при 50 и 20 °С на 30%, снижение показателя водонасыщения на 16%. Увеличение времени перемешивания способствовало дальнейшему незначительному повышению водостойкости и прочностных показателей асфальтобетона.

Таблица 3

Физико-механические показатели полимерно-дисперсно-армированных асфальтобетонных смесей приготовленных при различных технологических режимах

| Наименование показателей | Требования | | Фактические значения | | | |
|--|---|----------------------|----------------------|------|------|----------------------|
| | ГОСТ 9128-2013 | СТО АСФАДОП 2.6-2013 | Состав № | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Средняя плотность, г/см ³ | не нормируется | не нормируется | 2,44 | 2,43 | 2,43 | 2,44 |
| Водонасыщение, % по объему | от 1,5 до 4,0 | 1,5 - 4 | 2,0 | 1,8 | 1,73 | 1,61 |
| Водостойкость | не менее 0,90 | не менее 0,85 | 0,86 | 0,89 | 0,91 | 0,93 |
| Предел прочности при сжатии, МПа при температуре: 0 °С | не более 11,0 не менее 2,5 не менее 1,2 | 11,0 | 9,89 4,12 | 10,0 | 10,4 | 10,7 5,69 2,07 |

| | | | | | | |
|-------|--|-----|------|------|------|--|
| 20 °С | | 3,0 | 1,08 | 4,29 | 5,57 | |
| 50 °С | | 1,4 | | 1,5 | 1,97 | |

При максимальном времени перемешивания компонентов зафиксировано высокое значение предела прочности при сжатии при 0 °С, что соответствует предельным значениям нормативных требований, в этой связи дальнейшее увеличение интервала перемешивания признано нецелесообразным.

В настоящее время актуальными методами исследований устойчивости асфальтобетонов в условиях эксплуатации, являются различные схемы испытания образцов под действием циклических нагрузок, моделирующие воздействие автомобильного транспорта [2,3,4]. В этой связи, параллельно проводились исследования полученных образцов смесей на устойчивость к развитию остаточных деформаций при циклическом воздействии нагрузки. В ходе эксперимента на приборе динамических испытаний выполнен сравнительный анализ цилиндрических образцов асфальтобетона диаметром 200 мм и толщиной 100 мм приготовленных из полученных смесей в соответствии с ГОСТ 12801. Приготовленные образцы выдерживались перед испытанием в воздушной среде при температуре 60 °С в течение 4 часов. После чего, каждый образец, так же при температуре 60 °С, был подвержен воздействию 400000 циклов нагрузки величиной 0,6 МПа передаваемой на поверхность образца через металлический штамп диаметром 70 мм. Величины остаточных деформаций исследуемых образцов асфальтобетонов представлены на Рис.1.

Полученные результаты хорошо коррелируют с показателями стандартных физико-механических свойств исследуемых материалов. В результате введения в состав смеси полимерно-дисперсно-армирующей добавки фиксировалось значительное увеличение показателей предела

прочности при сжатии при 50 °С, при этом результаты исследований устойчивости асфальтобетонов к развитию остаточных деформаций под воздействием повышенных температур, также свидетельствуют о большей устойчивости модифицированных асфальтобетонов в сравнении с традиционными (составы 1 и 2).

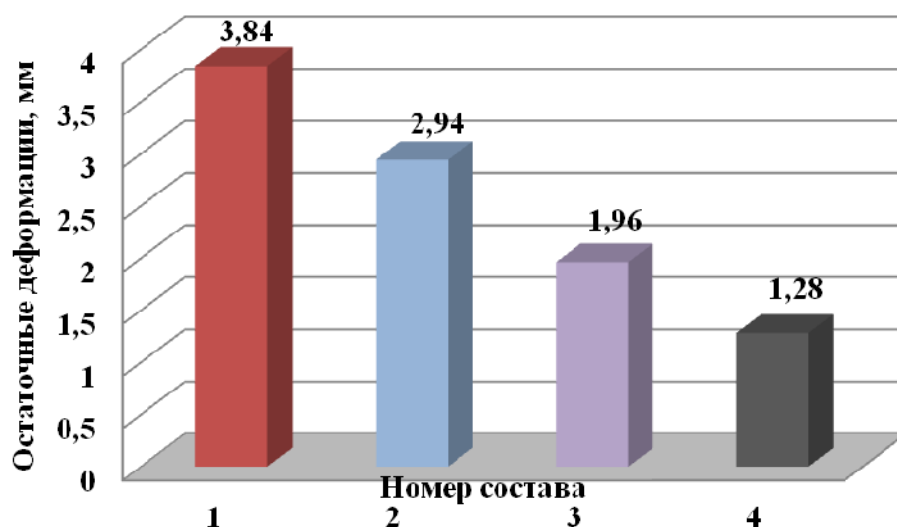


Рис. 1. – График интенсивности накопления остаточных деформаций в асфальтобетонах.

Так с введением ПДА-добавки величина остаточной деформации асфальтобетона снизилась на 23 % (составы 1 и 2).

По мнению В.Н. Лукашевича при дисперсном армировании асфальтобетонных смесей повышение физико-механических характеристик происходит в результате формирования из волокон дисперсной арматуры объёмных структур, а размер и форма таких структур определяют свойства армируемых материалов [6]. Вместе с тем, изменение технологических параметров режима приготовления материала ещё в большей степени способствовало снижению значений данного показателя уже у модифицированных асфальтобетонов. Последовательное продление интервала перемешивания компонентов смеси, и увеличение температуры

каменных материалов привело к уменьшению величины остаточной деформации на 56 % (составы 2 и 4), что положительным образом должно сказаться на эксплуатационной устойчивости материала.

Проведённые экспериментальные исследования позволили определить наиболее рациональные температурные режимы подогрева каменных материалов при производстве полимерно-дисперсно-армированных смесей и оптимальный временной интервал перемешивания компонентов в смесительной камере асфальтобетонного завода, при которых обеспечивается наиболее высокий уровень однородности распределения ПДА-добавки в структуре материала, способствующий обеспечению необходимого уровня качества асфальтобетонных смесей.

Литература

1. Черных Д.С., Строев Д.А., Задорожний Д.В. и др. Оценка влияния количества асфальтогранулята и технологии его подачи на свойства приготавливаемых асфальтобетонных смесей // Инженерный вестник Дона, 2013, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2197.

2. Loaded wheel testers in the United States: state of the practice. L.Allen Cooley Jr., Prithvi S. Kandhal, M. Shane Buchanan, and other, NCAT Report 00-04, 2000.pp. 21-23.

3. Validation of Asphalt binder and mixture tests that measure rutting susceptibility, Kevin D. Stuart, Walaa S. Mogawer, and Pedro Romero, FHWA-RD-99-204, 2000.pp. 17-19.

4. Калгин Ю.И. Дорожные битумоминеральные материалы на основе модифицированных битумов / Ю. И. Калгин - Воронеж: изд-во Воронеж.гос. ун-та, 2006. – 272 с

5. Руденский А.В. Дорожные асфальтобетонные покрытия на модифицированных битумах. /А.В. Руденский, Ю.И. Калгин; Воронеж. Гос. Арх.-строит. Ун-т. – Воронеж, 2009. – 143 с.

6. Лукашевич В.Н. Технология производства асфальтобетонных смесей, оптимизированная по критерию прочностных свойств асфальтобетона: автореф. дис. д-р техн. наук: 05.23.08. - Томск, 2001. - 40 с.

7. Grimaux J.-P., Hyrax R. Utilisation de l'ornieur type LCP // Bull.Liaison Labo P.et Ch., Special V. – Bitumes et enrobes bitumineux. – 1977.-pp.165-180.

8. Золотарев В.А. Влияние свойств битумополимерных вяжущих на сдвигоустойчивость асфальтобетонов // Наука и техника в дорожной отрасли. 2004. -№2. –С. 27-30.

9. Д.А. Строев, Н.Х.Чан, С.В. Горелов Снижение интенсивности развития пластических деформаций с помощью дисперсного армирования дорожно - строительных материалов добавками минерального волокна // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. - 2011. - №1(30). - С. 192-199.

10. Илиополов С.К., Мардиросова И.В. Эффективный модификатор–стабилизатор для щебеночно-мастичных смесей // Автомобильные дороги. - 2006. -№7. -С. 19-22.

11. Черных Д.С., Строев Д.А., Батиров С.А. и др. Гармонизация требований европейских норм к гранулометрическому составу SMA-11(ЩМА-11) с учетом требований российских стандартов// Инженерный вестник Дона, 2016, №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3712

References

1. Chernykh D.S., Stroeve D.A., Zadorozhniy D.V. i dr. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2197.

2. L.Allen Cooley Jr., Prithvi S. Kandhal, M. Shane Buchanan Loaded wheel testers in the United States: state of the practice. NCAT Report, 2000. №4.pp.21-23.



3. Validation of Asphalt binder and mixture tests that measure rutting susceptibility, Kevin D. Stuart, Walaa S. Mogawer, and Pedro Romero, FHWA-RD-99-204, 2000, pp. 17-19.
4. Kalgin Ju.I. Dorozhnye bitumomineral'nye materialy na osnove modificirovannyh bitumov [Road bituminous materials based on modified bitumen]. Voronezh: izd-vo Voronezh.gos. un-ta, 2006. 272 p.
5. A.V. Rudenskij, Ju.I. Kalgin. Dorozhnye asfal'tobetonnye pokrytija na modificirovannyh bitumah [Road asphalt coating on modified bitumen]. Voronezh. Gos. Arh.-stroit. Un-t. Voronezh, 2009. 143 p.
6. V. Lukashevich. Tehnologija proizvodstva asfal'tobetonnyh smesej, optimizirovannaja po kriteriju prochnostnyh svojstv asfal'tobetona [Technology of production of asphalt mixes, optimized by the criterion of the strength properties of asphalt concrete] avtoref. dis. d-r tehn. nauk: 05.23.08. Tomsk, 2001. 40 p.
7. Grimaux J.-P., Hiernaux R. Utilisation de l'ornieur type LCP. Bull.Liaison Labo P.et Ch., Special V. Bitumes et enrobes bitumineux. 1977. pp.165-180.
8. Zolotarev V.A. Nauka i tehnika v dorozhnoj otrasli. 2004. №2. pp. 27-30
9. D.A. Stroyev, N.H.Chan, S.V. Gorelov. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. 2011. №1 (30). pp. 192-199.
10. S.K. Iliopolov, I.V. Mardirosova. Avtomobil'nye dorogi. 2006. №7. pp. 19-22.
11. Chernykh D.S., Stroyev D.A., Batirov S.A. i dr. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2016, №3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3712.