Интернет-журнал «Транспортные сооружения» <https://t-s.today>
Russian journal of transport engineering

2018, №3, Том 5 / 2018, No 3, Vol 5 <https://t-s.today/issue-3-2018.html>

URL статьи: <https://t-s.today/PDF/01SATS318.pdf>

DOI: 10.15862/01SATS318 (<http://dx.doi.org/10.15862/01SATS318>)

Статья поступила в редакцию 09.06.2018; опубликована 31.07.2018

Ссылка для цитирования этой статьи:

Левкович Т.И., Мевлидинов З.А., Родин П.В., Фещенко М.А. Исследование трещиностойкости асфальтобетонных покрытий улиц города Брянска и автомобильных дорог Брянской области // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», 2018 №3, <https://t-s.today/PDF/01SATS318.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/01SATS318

For citation:

Levkovich T.I., Mevlidinov Z.A., Rodin P.V., Feshchenko M.A. (2018). Study of crack resistance of asphalt concrete pavements of the streets of the city of Bryansk and roads of the Bryansk region. *Russian journal of transport engineering*, [online] 3(5). Available at: <https://t-s.today/PDF/01SATS318.pdf> (in Russian). DOI: 10.15862/01SATS318

УДК 625.855

Левкович Татьяна Ивановна

ФГБОУ «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: tilevkovich@mail.ru

Мевлидинов Зелгедин Алаудинович

ФГБОУ «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: zelgedinm@yandex.ru

Родин Павел Валерьевич

ФГБОУ «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Студент
E-mail: pavlik.rodin.1996@mail.ru

Фещенко Максим Андреевич

ФГБОУ «Брянский государственный инженерно-технологический университет», Брянск, Россия
Студент
E-mail: maxon03217@mail.ru

Исследование трещиностойкости асфальтобетонных покрытий улиц города Брянска и автомобильных дорог Брянской области

Аннотация. Асфальтобетон является основным видом покрытий улиц города Брянска и других городов Брянской области, а также автомобильных дорог вне населенных пунктов.

Обследование состояния асфальтобетонных покрытий улиц г. Брянска и некоторых участков автомобильных дорог других городов Брянской области (улиц г. Сураж, г. Клиницы, г. Унеча и др.) показало, что на многих участках имеются поверхностные разрушения в виде трещин: поперечных, продольных и "сетки". Наличие трещины в покрытии автомобильной дороги – снижение несущей способности конструкции дорожной одежды в месте ее образования.

Трещиностойкость асфальтобетона снижается в процессе эксплуатации покрытия из-за ряда причин: ухудшения свойств и структуры асфальтобетона под воздействием внутренних и внешних факторов (вода, замораживание-оттаивание, кислород воздуха, ультрафиолетовое и инфракрасное облучение, характер и степень взаимодействия битума с минеральным материалом, структура и состав битума и т. д.), низкотемпературное растяжение, старение вяжущего и др.

Авторами данных исследований ставилась задача проверить качественные показатели свойств битумов БНД 60/90 и БНД 90/130 при введении в них полимерных добавок, технического углерода и др., а также асфальтобетонных смесей с введением в них пенополистирольных и пенополиуретановых и других видов добавок при строительстве покрытий дорог в летних жарких климатических условиях, чтобы повысить трещиностойкость асфальтобетонных покрытий.

В работе приведён анализ основных параметров поперечных трещин г. Брянска на улицах: Фокина, Советской, Горбатова, Крахмалева, а также покрытий автомобильных дорог Брянской области.

Ключевые слова: город; улица; автомобильная дорога; покрытие; трещина; асфальтобетон; обследование; исследование; свойства; добавки; трещиностойкость

Введение

В процессе эксплуатации автомобильных дорог работоспособность асфальтобетонных покрытий постепенно снижается. Прочностные показатели снижаются в основном из-за появления на них трещин [1-3, 5-7]. Среди различных по виду и причинам образования трещин наиболее распространены температурные трещины. Они прогрессируют при отрицательной температуре воздуха.

Причина их образования – недостаточная пластичность асфальтобетона при низких температурах [4]. Обычно, через 2...5 лет эксплуатации трещины образуются и на покрытиях с удовлетворительной пластичностью (деформативной способностью).

За это время происходит старение битума, изменяется его групповой состав (содержание смолистой фракции уменьшается, асфальтенов – увеличивается). В последнее время в дорожные организации г. Брянска и области поступает битум с наличием в нем различного вида присадок. Вначале присадки увеличивают адгезию (сцепление со щебнем и песком). Такой битум качественно проходит по всем показателям. Но уже через полгода эксплуатации асфальтобетонного покрытия адгезия битума с каменным материалом может исчезнуть [8-10]. Также при выпадении осадков битум может быть вымыт из асфальтобетонной смеси, а на поверхности покрытия могут образоваться не только трещины, но и выбоины и даже неглубокие ямы. Появление трещин в асфальтобетонном покрытии может быть вызвано также поведением земляного полотна, особенно в переувлажненном, уплотнённом состоянии.

Методы

Асфальтобетон является основным видом покрытий автомобильных дорог г. Брянска и области. Обследование состояния асфальтобетонных покрытий г. Брянска и некоторых участков автомобильных дорог Брянской области показало, что на многих участках имеются поверхностные разрушения в виде трещин: поперечных, продольных и «сеток», и даже более глубоких разрушений. Наличие трещины в покрытии автомобильной дороги, как говорилось ранее, свидетельствует о некотором снижении несущей способности конструкции дорожной

одежды в месте ее образования. Трещиностойкость асфальтобетона снижается также в процессе эксплуатации покрытия из-за ухудшения свойств и структуры асфальтобетона под воздействием внутренних и внешних факторов (вода, замораживание-оттаивание, кислород воздуха, ультрафиолетовое и инфракрасное облучение, характер и степень взаимодействия битума с минеральным материалом, структура и состав битума и т. д.).

Но, в основном, трещина – это результат низкотемпературного растяжения, а не сжатия, и она образуется не при 0 °С, а при отрицательной температуре воздуха, то есть, при перепаде температур на поверхностях слоя асфальтобетонного покрытия [2, 3].

Трещины в асфальтобетонных покрытиях образуются из-за совокупности многих конкретных причин:

- неравномерного поднятия земляного полотна при промерзании вследствие неравномерности грунтовых условий вдоль дороги и различной глубины промерзания в поперечном сечении дороги;
- температурных деформаций (сжатия) слоя асфальтобетона при охлаждении;
- растяжения в условиях несвободного сжатия при охлаждении в связи с разностью коэффициентов линейного температурного расширения материалов основания и покрытия;
- коробления вследствие разности температур в верхнем и нижнем слоях покрытия.

Расчет резерва деформативной способности асфальтобетонного покрытия необходимо проводить с учетом охлаждения его от 0 °С до среднеинтегральной минимальной расчетной температуры по толщине слоя. Предполагается, что опасная (не залечивающаяся) трещина возникает в том случае, когда фактическая температура в покрытии равна среднеинтегральной (уровень, примерно равный одной трети толщины слоя покрытия).

При неблагоприятных условиях (малая толщина слоя – 5...6 см, общепринятая в целях экономии в Брянских дорожно-строительных и дорожно-эксплуатационных организациях; низких отрицательных значениях среднеинтегральной по толщине температуры слоя достаточно сурового зимнего климата) наступает момент, когда деформативная способность асфальтобетона исчерпывается полностью и покрытие вступает в зону пластических деформаций с неизбежным возникновением не залечивающихся трещин.

У дорожных служб при эксплуатации автомобильных дорог возникают две принципиальные позиции, требующие определенных материальных, энергетических и других видов затрат [5, 6]:

- принятие специальных мер, которые уменьшат количество трещин и растянут процесс трещинообразования во времени;
- качественное содержание покрытий с трещинами со своевременной их санацией (разделкой, заливкой и т. д.).

По повышению трещиностойкости покрытий в нашей стране и за рубежом разработан целый ряд мероприятий, проведены обширные исследования ведущими учеными. Но до сих пор многие вопросы остаются неясными и требуют углубленного исследования.

Результаты обследования улиц и автомобильных дорог

Нами в течение ряда лет в г. Брянске обследовались асфальтобетонные покрытия многих улиц: Авиационной, Крахмалева, Горбатова, Горького, Фокина, Костычева, проспекта Станке-Димитрова и др. На рисунках 1-4 приведены статистические распределения основных показателей трещин на улицах: Фокина, Крахмалева, Горбатова, Советской. На всех этих улицах наиболее характерными являются поперечные трещины. На рисунке 5 представлен пример внешнего вида трещин.

Рисунок 1. Распределение глубины трещин: 1 – улица Фокина; 2 – улица Крахмалева; 3 – улица Горбатова; 4 – улица Советская (разработан авторами)

Рисунок 2. Распределение расстояний между трещинами: 1 – улица Фокина; 2 – улица Крахмалева; 3 – улица Горбатова; 4 – улица Советская (разработан авторами)

Рисунок 3. Распределение ширины раскрытия трещин: 1 – улица Фокина; 2 – улица Крахмалева; 3 – улица Горбатова; 4 – улица Советская (разработан авторами)

Рисунок 4. Распределение длин трещин: 1 – улица Фокина; 2 – улица Крахмалева; 3 – улица Горбатова; 4 – улица Советская (разработан авторами)

Рисунок 5. Внешний вид трещин на автомобильной дороге ул. Крахмалева, г. Брянск (разработан авторами)

Полученные выборки трещин обработаны статистически по нескольким параметрам: расстояние между трещинами, ширина раскрытия трещин, глубина трещин, длина трещин. Исследуемые параметры распределились неравномерно. Наибольший разброс ширины раскрытия трещин выявлен на ул. Горбатова (от 3 до 45 мм), длина трещин, в основном, на всех улицах соответствует ширине покрытий улиц исследуемых участков, наименьшее расстояние между трещинами (около 8 м) на ул. Советской, наибольшее – ул. Фокина (от 8 до 25 м).

Если на ул. Авиационной и ул. Крахмалева расстояние между поперечными трещинами составляет 8...10 м, средняя глубина – 20...31 мм, ширина раскрытия трещин – 14...21 мм, то на ул. Горького расстояние между трещинами – 11...14 м, а на ул. Горбатова 4...5 м. Аналогичное распределение параметров на улицах Фокина, Крахмалева и других, а также на улицах в городах: Унеча, Почеп, Сураж, Клинцы.

Отмеченное выше позволяет утверждать, что в природно-климатических, экономических, энергетических условиях города Брянска и области практически не может быть длительно эксплуатируемых дорожных асфальтобетонных покрытий без трещин при использовании традиционных асфальтобетонных смесей.

Задача дорожных служб заключается в ограничении количества трещин в асфальтобетонном покрытии, чтобы их наличие не приводило к снижению эксплуатационной надежности покрытия.

Один из основных способов повышения сроков службы асфальтобетонных покрытий (в силу их физической природы и структурных особенностей асфальтобетона) – это изменение структуры и свойств органических вяжущих материалов, используемых для его приготовления. Получаемые Брянскими дорожными организациями дорожные битумы не отвечают современным требованиям дорожного строительства по следующим причинам:

- битумы, как правило, не эластичны, так как по своей природе они являются термоэластопластами;
- битумы недостаточно трещиностойки для условий Брянской области;
- битумы имеют недостаточный температурный интервал работоспособности (от «плюс» 50 °С до «минус» 20 °С).

В результате этого сроки службы битумных и битумно-минеральных покрытий составляют 3...6 лет вместо нормативных 12...15 лет.

Основной причиной выхода из строя асфальтобетонного покрытия является трещинообразование. Для обеспечения трещиностойкости асфальтобетонных покрытий необходимо, чтобы скорость вязкого течения битума была сопоставима со скоростью приложения нагрузки, а длительная прочность асфальтобетона была бы не ниже возникающих в нем температурных напряжений.

Причина усадки асфальтобетона после охлаждения – уплотнение битума, вызванное тепловой релаксацией, то есть переходом структуры битума в более равновесное состояние относительно конкретных температурных условий.

Относительное удлинение асфальтобетона в основном зависит только от вязкости битума и незначительно изменяется с увеличением содержания в нем битума и минерального порошка. Считается, что наиболее эффективное средство борьбы с трещинообразованием – приготовление асфальтобетонной смеси на менее вязком битуме.

Брянские дорожные организации при приготовлении асфальтобетонных смесей используют битумы марок: БНД 60/90 и БНД 90/130.

В связи с выше изложенным, считаем необходимым и целесообразным вместо битумов применять полимерно-битумные вяжущие, которые относятся к классу эластомеров и характеризуются следующими требуемыми качествами: эластичностью, температурным интервалом работоспособности, трещиностойкостью (температурой хрупкости) и теплостойкостью (температурой размягчения) [2-4, 8].

Прочность – основной показатель качества асфальтобетона. По ГОСТ 9128-13 (Смеси асфальтобетонные, полимер-асфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия) прочность асфальтобетона нормирована показателями сжатия при температуре «плюс» 50 °С, «плюс» 20 °С и 0 °С.

Показатели прочности при «плюс» 50 °С и 0 °С предназначены для того, чтобы характеризовать сдвигустойчивость и трещиностойкость асфальтобетона, то есть, его

способность летом не накапливать остаточных деформаций в виде сдвигов, волн, колейности и не растрескиваться зимой при сильном и быстром понижении температуры.

В действительности такой показатель прочности при температуре «плюс» 50 °С не характеризует сдвигоустойчивости, так как пластические деформации – это результат напряжений сдвига, а не сжатия, точно также показатель прочности при температуре 0 °С не характеризует трещиностойкости, так как трещина – результат низкотемпературного растяжения, а не сжатия и образуется не при 0 °С, а при отрицательной температуре.

Показатель прочности при сжатии при температуре «плюс» 20 °С нормирован более обоснованно, так как асфальтобетонное покрытие работает при невысокой положительной температуре большую часть года, и коэффициент водостойкости, определяемый по прочности при сжатии при этой температуре, может служить показателем износостойкости.

Для приведения норм прочности в соответствие с современным и перспективным движением их надо изменить, характеризуя напряженное состояние асфальтобетона при «плюс» 50 °С показателем прочности при сдвиге, при «плюс» 20 °С – показателем прочности при сжатии, при 0 °С – показателем прочности при растяжении при отрицательной температуре.

Авторами данной работы были проведены экспериментальные исследования по использованию при приготовлении битума и асфальтобетонной смеси различных модифицирующих добавок: технического углерода, резиновой крошки использованных шин автомобилей (с целью их утилизации), отходов химической промышленности (полистирола, полиуретана, полиэтилена и др.), дивинил-стирольного термоэластопласта (ДСТ), отработанного индустриального масла И-40А и др.

Испытания образцов стандартным методом проводились в лаборатории АО "Брянскавтодор", а также в лаборатории кафедры «Автомобильные дороги» университета БГИТУ. Полученные данные экспериментов обработаны статистически.

При статистической обработке результатов испытаний рассматривали выборки испытаний.

При количестве испытаний до 30 штук выборка называется малой. При большем количестве полученных данных – большой выборкой. Испытания проводили традиционным методом и методом штампов.

Для испытания асфальтобетона на прочность методом штампов применяли следующее оборудование: пресс гидравлический МС-100; набор цилиндров диаметрами: 1,8; 2,2; 3,0; 4,0; 4,8; 7,0 (см).

При разной температуре нами методом штампов были испытаны два типа асфальтобетона из традиционных смесей: тип «А» и тип «Б». Результаты испытаний приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Результаты испытаний асфальтобетона типа «А»

Диаметр штампа, D, см	Площадь штампа, F, см ²	Температура испытаний, T, °C							
		Прилагаемая разрушающая нагрузка, P, кН				Предел прочности при сжатии, R _{сж} , МПа			
		20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C
1,80	2,54	0,36	0,11	0,00	0,00	1,41	0,43	0,00	0,00
2,20	3,80	1,57	0,76	0,47	0,27	4,13	2,00	1,24	0,71
3,00	7,07	3,62	1,44	0,91	0,73	5,12	2,04	1,29	1,03
4,00	12,57	5,18	2,27	1,42	1,02	4,12	1,81	1,13	0,81
4,80	18,10	6,32	3,15	2,11	1,32	3,49	1,74	1,17	0,73
7,00	38,46	9,21	4,25	2,82	1,93	2,39	1,11	0,73	0,50

Разработана авторами

Таблица 2

Результаты испытаний асфальтобетона типа «Б»

Диаметр штампа, D, см	Площадь штампа, F, см ²	Температура испытаний, T, °C							
		Прилагаемая разрушающая нагрузка, P, кН				Предел прочности при сжатии, R _{сж} , МПа			
		20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C
1,80	2,54	0,28	0,00	0,00	0,00	1,1	0,00	0,00	0,00
2,20	3,80	0,97	0,14	0,11	0,05	2,55	0,37	0,29	0,13
3,00	7,07	2,24	0,96	0,48	0,27	3,17	1,36	0,68	0,38
4,00	12,57	3,09	1,09	0,65	0,22	2,46	0,87	0,52	0,18
4,80	18,10	3,28	1,37	0,74	0,17	1,81	0,76	0,41	0,09
7,00	38,46	4,95	1,55	0,79	0,05	1,29	0,40	0,21	0,00

Разработана авторами

Перечисленные выше полимеры хорошо сочетаются с битумом, а также растворяются в углеводородах битума.

Основной технологический недостаток их применения – коксование в трубах при подаче приготовленного битума в смеситель асфальтобетонного завода (АБЗ) [11]. Чтобы исключить этот недостаток нами был проработан вариант подачи модифицирующих добавок сразу в смеситель, без предварительного приготовления с ними битума.

В результате испытаний образцов битума марок БНД 60/90 и БНД 90/130 с различным содержанием ДСТ и индустриального масла И-40А было установлено, что глубина проникания иглы (при одном и том же содержании масла, но с увеличением содержания ДСТ) уменьшается при температуре «плюс» 25 °C, при температуре 0 °C – увеличивается.

Исследования асфальтобетонов были направлены на получение асфальтового вяжущего, обладающего повышенной теплоустойчивостью, стойкостью к процессам старения и более высокой пластичностью смеси при ее укладке. Такое вяжущее получали на основе вязкого битума, модифицированного структурирующими компонентами.

При введении модифицирующих добавок непосредственно в смеситель при приготовлении асфальтобетонной смеси были получены более пластичные образцы. Они обладали повышенной сдвигоустойчивостью и теплоустойчивостью по сравнению со стандартными образцами. Использование в качестве добавки в асфальтобетонную смесь ДСТ в количестве 0,3...0,5 % и технического углерода в количестве 0,4...0,6 % от массы вяжущего позволило сократить расход битума на 0,5...1,0 %.

При введении в асфальтобетонную смесь отходов химической промышленности (полиэтилена) в количестве более 2 % от массы вяжущего (битума) прочностные показатели образцов резко снижались.

Заключение

1. Обследование состояния покрытий автомобильных дорог улиц г. Брянска выявило наличие трещин на всех асфальтобетонных покрытиях.
2. Сравнительный анализ результатов испытаний показывает, что действия модифицирующих добавок при введении их в битум или асфальтобетонную смесь специфичны и вводить их необходимо в строго определенном количестве.
3. Отмеченное выше позволяет утверждать, что в природно-климатических, условиях города Брянска и Брянской области практически не может быть длительно эксплуатируемых дорожных асфальтобетонных покрытий без трещин при использовании традиционных типов асфальтобетонных смесей. Задача

дорожных служб заключается в ограничении количества трещин в асфальтобетонном покрытии, их своевременной санации, чтобы их наличие не приводило к снижению эксплуатационной надежности покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левкович Т.И., Беляков А.И., Билько А.Е., Тищенко А.С. О модификации битумов и асфальтобетонных смесей для повышения сдвигоустойчивости асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог // Приволжский научный вестник. – 2016. – № 1 (53). – С. 48-53.
2. Левкович Т.И., Залесский Е.Н. Трещиностойкость асфальтобетонных покрытий улиц г. Суража и дорог Брянской области. В кн. «Вклад ученых и специалистов в национальную экономику». Материалы региональной научно-технической конференции (16-18 мая 2002 г.). – Брянск: БГИТА, 2002. – С. 241-243.
3. Левкович Т.И., Друзин С.Ю. Применение специальных добавок, повышающих стандартные показатели асфальтобетонов. В кн. «Вклад ученых и специалистов в национальную экономику». Материалы региональной научно-технической конференции (16-18 мая 2002 г.). – Брянск: БГИТА, 2002. – С. 243-244.
4. Яромко В.Н. Влияние полимерных добавок на свойства асфальтобетона // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2003. – №2. – С. 27-29.
5. Васильев А.П., Сиденко В.М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения: учебник для вузов; Под ред. А.П. Васильева. – М.: Транспорт, 1990. – 304 с.
6. Васильев А.П. Эксплуатация автомобильных дорог: в 2 т. – Т.2: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.П. Васильев. – 3-е изд., стер. – М.: Академия, 2013. – 320 с.
7. Подольский, В.П., Глагольев, А.В., Пospelов, П.И. Смирнов, А.И. Строительство автомобильных дорог. Дорожные покрытия: Учебник для студентов вузов. Под ред. Подольского В.П. – С. Петербург: Академия, 2013. – 304 с.
8. Кирюхин, Г.Н. Проектирование состава асфальтобетона и методы его испытаний / Г.Н. Кирюхин. – М., 2005. – 96 с. – (Автомобильные дороги и мосты: обзор. информ. / Информавтодор; Вып. 6).
9. Давыдов, В.Н. Изготовление изделий и асфальтобетонных смесей: Учеб. пособие для вузов по направлению 653500 «Строительство» / В.Н. Давыдов. – М.: Изд-во АСВ, 2003. – 208 с.
10. Айрапетов Г.А., Безродный О.К., Жолобов А.Л., Жуков А.В., Зубехин А.П., Иванов Н.И., Илиополов С.К., Каклюгин А.В., Касторных Л.И. Строительные материалы: Учебно-справочное пособие. Москва: Феникс, 2009. – 699 с.
11. Силкин В.В., Лупанов А.П. Асфальтобетонные заводы: Учебное пособие. – М.: Экон – Информ, 2008. – 266 с.

Levkovich Tatiana Ivanovna

Bryansk state engineering-technological university, Bryansk, Russia
E-mail: tilevovich@mail.ru

Mevlidinov Zelgedin Alaudinovich

Bryansk state engineering-technological university, Bryansk, Russia
E-mail: zelgedinm@yandex.ru

Rodin Pavel Valerjevich

Bryansk state engineering-technological university, Bryansk, Russia
E-mail: pavlik.rodin.1996@mail.ru

Feshchenko Maxim Andreevich

Bryansk state engineering-technological university, Bryansk, Russia
E-mail: maxon03217@mail.ru

Study of crack resistance of asphalt concrete pavements of the streets of the city of Bryansk and roads of the Bryansk region

Abstract. Asphalt concrete is the main type of coating the streets of the city of Bryansk and other cities of the Bryansk region, as well as roads outside settlements. A survey of the condition of asphalt concrete pavement of the streets of Bryansk and some parts of roads of other cities of the Bryansk region (streets of Surazh, Klintsy, Unecha, etc.) showed that in many areas there are surface destruction in the form of cracks: transverse, longitudinal and "grid". The presence of a crack in the coating of the road-reducing the load – bearing capacity of the road structure at the place of its formation.

The crack resistance of asphalt concrete decreases during the operation of the coating due to a number of reasons: deterioration of the properties and structure of asphalt concrete under the influence of internal and external factors (water, freezing-thawing, air oxygen, ultraviolet and infrared irradiation, the nature and degree of interaction of bitumen with mineral material, the structure and composition of bitumen, etc.), low-temperature stretching, aging of the binder, etc.

The authors of these studies set the task to check the quality of the properties of bitumen BND 60/90 and BND 90/130 with the introduction of polymer additives, carbon black, etc., as well as asphalt concrete mixtures with the introduction of polystyrene and polyurethane foam and other additives in the construction of road surfaces in hot summer climatic conditions to increase the crack resistance of asphalt concrete coatings.

The paper presents an analysis of the main parameters of transverse cracks in the city of Bryansk on the streets: Fokina, Sovetskaja, Gorbatova, Krahmaleva, as well as road surfaces of the Bryansk region.

Keywords: city; street; road; coating; crack; asphalt concrete; examination; research; properties; additives; crack resistance

REFERENCES

1. Levkovich T.I., Belyakov A.I., Bilko A.E., Tishchenko A.S. (2016). On modification of bitumen and asphalt-concrete mixtures to improve the shear resistance of asphalt concrete pavement of roads. *Privolzhsky scientific Bulletin*, 1(53), pp. 48-53. (in Russian).
2. Levkovich T.I., Zaleski E.N. (2002). Treshchinostoikost asfaltobetonnykh pokrytii ulits g. Surazha i dorog Brianskoi oblasti. [*Crack resistance of asphalt concrete pavements of the streets of Surazh and roads of the Bryansk region.*] Bryansk: BGITA, pp. 241-243.
3. Levkovich I.T., Druzin S.Y. (2002). Primenenie spetsialnykh dobavok, povyshaiushchikh standartnye pokazateli asfaltobetonov. [*Use of special additives that increases the standard performance of asphalt concrete.*] Bryansk: BGITA, pp. 243-244.
4. Jaromco V.N. (2003). Influence of polymeric additives on properties of asphalt concrete. *Science and technology in the road sector*, 2, pp. 27-29. (in Russian).
5. Vasiliev A.P., Sidenko V.M. (1990). Ekspluatatsiia avtomobilnykh dorog i organizatsiia dorozhnogo dvizheniia. [*Exploitation of roads and organization of traffic.*] Moscow: Transport, p. 304.
6. Vasiliev A.P. (2013). Ekspluatatsiia avtomobilnykh dorog: v 2 tomakh. Tom 2. [*Maintenance of roads: in 2 volumes. Vol. 2.*] Moscow: Academy, p. 320.
7. Podolsky V.P., Glagolev A.V., Pospelov I.P., Smirnov A.I. (2013). Stroitelstvo avtomobilnykh dorog. Dorozhnye pokrytiia. [*The Construction of roads. Road surfaces.*] Saint Petersburg: Academy, p. 304.
8. Kirjyuhin, G.N. (2005). Proektirovanie sostava asfaltobetona i metody ego ispytaniia. [*Design of asphalt concrete composition and methods of its testing.*] Moscow: Roads and bridges, p. 96.
9. Davidov, V.N. (2003). Izgotovlenie izdelii i asfaltobetonnykh smesei. [*Manufacture of products of concrete mixes.*] Moscow: Publishing house DIA, p. 208.
10. Airapetov G.A., Besrodni D.C., Zholobov A.L., Zhukov A.V., Subehin A.P., Ivanov N.I., Iliopolov S.K., Kaklugin A.V., Kastornich L.I. (2009). Stroitelnye materialy: Uchebno-spravochnoe posobie. [*Construction materials: Training and reference manual.*] Moscow: Phoenix, p. 699.
11. Silkin V.V., Lupanov A.P. (2008). Asfaltobetonnye zavody: Uchebnoe posobie. [*Asphalt concrete plants: textbook.*] Moscow: Econ-Inform, p. 266.