

УДК 691.168

Мартынов Алексей Викторович

НИ «Мордовский Государственный университет им. Н. П. Огарева»
Россия, Саранск¹
Аспирант
E-Mail: martins1303@rambler.ru

Сальникова Анжелика Валерьевна

НИ «Мордовский Государственный университет им. Н. П. Огарева»
Россия, Саранск
Аспирант
E-Mail: anzhelika_salnikova@mail.ru

Панин Сергей Викторович

ГЦКИ ВИАМ им. Г. В. Акимова
Начальник
Кандидат технических наук
E-Mail: admin@viam.ru

Исследование старения битумных композитов при выдерживании в климатических условиях Черноморского побережья и в морской среде

¹ 430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевистская, д. 68

Аннотация. Статья посвящена исследованию стойкости битумных композитов в условиях переменной влажности морского побережья и морской воды. В строительстве и ЖКХ одним из самых востребованных материалов является асфальтобетон. В составе асфальтового вяжущего присутствуют битум и минеральный порошок и, как правило, различные модификаторы. Асфальтовые бетоны получили наибольшее распространение в качестве дорожных покрытий, создающих максимальные удобства для движения транспортных средств и пассажиров. Асфальтобетонным покрытиям присущи многие положительные свойства. Основные из них: достаточная механическая прочность; способность к допускаемым упругим и пластическим деформациям; хорошее сцепление автомобильных шин с асфальтобетонным покрытием; возможность получения ровной поверхности при сравнительно небольшой жесткости. Одной из главных задач в области строительного материаловедения является повышение долговечности строительных материалов и конструкций, эксплуатирующихся в условиях воздействия агрессивных сред. Битум считается достаточно химически стойким материалом, в то же время его структура и свойства могут изменяться со временем под действием агрессивных сред: влаги, химических сред, почвенных микроорганизмов. Способность битумных композитов противостоять действию данных факторов исследована не достаточно полно, поэтому изучение кинетики деструкции, разработка способов повышения стойкости материалов и продление их срока службы является важной и актуальной задачей. В рамках данной работы проводились исследования стойкости асфальтобетона в климатических условиях черноморского побережья (на открытом воздухе и под навесом) и в морской воде. В ходе исследования были изучены показатели средней плотности смеси, изменения водонасыщения, предела прочности при сжатии при температурах $(50\pm 2)^\circ\text{C}$, $(20\pm 2)^\circ\text{C}$, $(0\pm 2)^\circ\text{C}$ и водостойкости.

Ключевые слова: битум; асфальтобетон; водонасыщение; предел прочности при сжатии; водостойкость; долговечность; средняя плотность.

В строительстве и ЖКХ одним из самых востребованных материалов является асфальтобетон, получаемый в результате отвердевания уплотненной рационально подобранной смеси, состоящей из асфальтового вяжущего вещества и заполняющих компонентов. При отсутствии в смеси крупного заполнителя — щебня или гравия — получаемый строительный конгломерат именуется песчаным асфальтом или асфальтовым раствором. Асфальтовые растворы и бетоны используют в строительстве при возведении магистральных, городских, аэродромных, дорожных, кровельных и других покрытий, гидротехнических, мостовых, промышленных, жилищно-гражданских и иных зданий и сооружений [3, 4, 6, 10, 13].

Асфальтобетону присущи многие положительные свойства. Основные из них: достаточная механическая прочность; способность к допускаемым упругим и пластическим деформациям; хорошее сцепление автомобильных шин с асфальтобетонным покрытием; возможность получения ровной поверхности при сравнительно небольшой жесткости покрытия; высокая демпфирующая способность; сравнительная простота ремонта; возможность широкой механизации работ при производстве асфальтобетонных смесей, строительстве и ремонте покрытий [3, 6, 10, 15].

Совершенствованием структуры, составов и технологии изготовления асфальтобетонов занимается большое количество ученых как у нас в стране, так и за рубежом [5, 7, 8, 9, 10, 15, 17]. При этом одной из главных задач в области строительного материаловедения является повышение долговечности строительных материалов и конструкций, эксплуатирующихся в условиях воздействия агрессивных сред. Битум считается достаточно химически стойким материалом, в то же время его структура и свойства могут изменяться со временем под действием агрессивных сред: влаги, химических сред, почвенных микроорганизмов [1, 2, 12, 14, 15]. Способность битумных композитов противостоять действию данных факторов исследована не достаточно полно, поэтому изучение кинетики деструкции, разработка способов повышения стойкости материалов и продление их срока службы является важной и актуальной задачей.

В рамках данной работы проводились исследования старения асфальтобетона в климатических условиях черноморского побережья (на открытом воздухе и под навесом) и в морской воде. Для изготовления асфальтобетонов использовались следующие материалы: щебень гранитный крупностью 5-20 мм, песок карьерный природный, минеральный порошок из осадочных горных пород, битум БНД марки 60/90. В качестве модификатора использовался препарат олазол, который представляет собой раствор аминов и специальных добавок в нефтяном сольвенте. Олазол хорошо растворяется в нефти, углеводородах, спиртах. Хорошо диспергируется в воде.

Исследование проводилось с восемью составами асфальтобетона: 1 - щебёночный пористый, 2 – щебёночный плотный, 3 – песчаный пористый тип Г, 4 – песчаный плотный тип Г, 5 - песчаный пористый тип Г + 1% олазол, 6 - песчаный плотный тип Г + 1% олазол, 7 – песчаный пористый тип Д, 8 – песчаный плотный тип Д. Процентный состав компонентов каждой асфальтобетонной смеси подбирался в соответствии с ГОСТ 9128–97 «Смеси асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия. Методы испытаний». Содержание компонентов в составах приведено в табл. 1.

Таблица 1

Составы асфальтобетонов

Компоненты	Содержание компонентов в составах, масс %							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Щебень	63	60	-	-	-	-	-	-
Отсев	33	32	94	94	94	94	34	34
Минеральный порошок	4	8	6	6	6	6	6	6
Природный песок	-	-	-	-	-	-	60	60
БНД (вне 100%)	3,75	5	6	7,5	6	7,5	6	9
Олазол	-	-	-	-	1	1	-	-

В ходе исследования были изучены показатели средней плотности смеси, изменения водонасыщения, предела прочности при сжатии при температурах (50 ± 2) °С, (20 ± 2) °С, (0 ± 2) °С и водостойкости. Эти данные были получены в рамках испытания контрольных образцов, а также после их выдерживания образцов в течение 90 и 270 суток исследуемых средах.

Зависимости изменения физико-механических свойств исследуемых составов асфальтобетона приведены в табл. 2 и 3. Таблица 2. Изменение относительных показателей составов.

Таблица 2

Изменение относительных показателей составов

Свойства	Изменение относительных показателей составов после выдерживания в течение 90 суток в различных средах																							
	В морской воде								На открытой площадке								На воздухе под навесом							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Ср. плотность	0,99	0,99	0,99	1	0,98	0,98	1,07	1	1	0,99	0,99	0,99	1	0,99	0,98	0,99	1,01	0,99	0,99	0,99	1	0,99	1,02	0,99
Водонасыщение	0,99	0,95	0,87	0,93	0,96	1,75	1,27	0,85	0,98	1,05	0,98	1,01	1,03	1,11	0,98	0,99	1,03	1,09	0,96	1,06	1,01	1,37	1,03	0,98
Предел прочности при сжатии при (20±2)	0,85	0,86	0,90	0,97	0,64	0,99	1,05	0,58	0,92	0,99	1,00	1,01	0,96	1,02	0,99	0,99	0,86	1,00	1,16	0,99	1,00	0,98	0,99	0,99
Предел прочности при сжатии при (50±2)	0,72	0,79	0,69	0,81	0,70	0,99	1,01	0,98	0,96	1	1,01	1,03	0,98	0,95	1,16	0,91	0,80	1,09	1,19	0,92	0,91	1,01	1	0,98
Предел прочности при сжатии при (0±2)	0,66	0,98	0,99	0,81	0,99	0,98	0,91	0,97	0,95	0,98	0,96	0,99	1,02	1,01	1,02	0,98	0,96	0,89	0,94	1,00	0,99	0,99	0,97	0,99
Водостойкость	0,97	1,11	0,84	0,93	0,99	1,03	0,92	0,92	0,99	0,98	0,99	0,99	1,01	0,98	0,99	1,01	1,07	1,05	0,89	0,95	1,02	1,01	1,00	0,99

Таблица 3

Изменение относительных показателей составов

Свойства	Изменение относительных показателей составов после выдерживания в течение 270 суток в различных средах																							
	В морской воде								На открытой площадке								На воздухе под навесом							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Ср. плотность	1,00	1,00	0,82	1,00	0,99	0,99	1,06	0,98	0,99	0,98	0,99	0,99	0,98	0,99	0,98	0,97	0,99	0,99	1,01	0,99	0,99	0,99	1,02	0,98
Водонасыщение	1,01	1,09	0,98	1,21	1,15	2,82	1,06	1,51	1,00	1,08	1,03	1,06	1,01	1,15	1,03	1,01	1,04	1,10	1,01	1,11	1,02	2,25	1,03	1,04
Предел прочности при сжатии при (20±2)	0,77	0,83	0,64	0,90	0,76	0,69	0,50	0,82	0,82	0,98	0,96	0,95	0,99	0,94	0,94	0,94	0,84	0,98	1,10	0,99	0,93	0,89	0,89	0,97
Предел прочности при сжатии при (50±2)	0,80	0,87	0,90	0,98	1,17	1,05	0,87	0,85	0,85	0,94	0,92	0,94	0,84	0,86	0,97	0,95	0,69	0,96	0,95	0,90	0,87	0,98	0,97	0,94
Предел прочности при сжатии при (0±2)	0,86	0,80	0,68	0,76	0,85	0,76	0,40	0,80	0,93	0,96	0,98	0,98	0,97	0,93	0,99	0,98	0,94	0,86	0,92	1,00	0,99	0,98	0,97	0,97
Водостойкость	0,90	0,92	1,04	0,94	0,98	1,06	1,03	0,88	0,99	0,97	0,98	1,01	0,99	0,96	0,99	0,99	0,99	1,02	0,96	0,96	0,99	1,00	0,99	0,93

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы.

- Отклонения значений средней плотности у всех составах во всех зонах незначительные. Более высокие изменения показателя (на 1,8%) зафиксированы у асфальтобетона песчаного плотного типа Д при выдерживании в морской воде.
- Показатели водонасыщения у всех составов с увеличением времени выдерживания образцов повысились. Наибольшую динамику изменения свойств показали щебеночный плотный и песчаный пористый состав тип Г в морской среде (+15,4% и 11,5% соответственно).
- Предел прочности при сжатии асфальтобетона при температуре (20 ± 2) °С с увеличением времени выдерживания в рамках эксперимента в агрессивных средах в основном снижается. Больше всего снизился показатель прочности в морской воде (на 41%) у состава 3; на открытой площадке (на 12,2%) у состава 1; на воздухе под навесом (на 9,3%) у состава 6. У двух составов в морской воде (5 и 8) на открытой площадке с увеличением времени выдерживания в агрессивной среде показатель предела прочности при сжатии несколько увеличился.
- Показатели предела прочности при сжатии при температуре (50 ± 2) °С у испытанных образцов показывают, что у шести из восьми составов асфальтобетона, выдержанных в морской воде, они повысились. В то же время более всего снизился показатель в морской воде (на 13,7%) у состава 7; на открытой площадке (на 16,8%) у состава 5; на воздухе под навесом (на 24,2%) у состава 3.
- Для показателя предела прочности при сжатии при температуре (0 ± 2) °С можно отметить такой факт, что за исключением трех составов (1 в морской воде, 3 на открытой площадке, 7 на воздухе под навесом), у всех остальных образцов снизились показатели, а также более резкое падение показателей для образцов, выдержанных в морской воде, по сравнению с другими средами.
- Коэффициент водостойкости показывает разнонаправленную динамику у составов. Больше всего показатель водостойкости снизился в морской воде (на 20%) у состава 2; на открытой площадке (на 2,3%) у состава 6; на воздухе под навесом (на 6,7%) у состава 1.

В целом можно отметить, что агрессивные среды за время испытаний привели к незначительным изменениям физико-механических свойств асфальтобетонов, при этом морская вода ухудшает стойкость асфальтобетона в наибольшей степени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаев В.И. Старение асфальтобетона в условиях юга России / В.И. Бабаев // Автомоб. дороги. – 1994. - №3.
2. Биологическое сопротивление материалов / В.И. Соломатов, В.Т. Ерофеев, В.Ф. Смирнов и др. – Саранск : ИМУ, 2001. – 196 с.
3. Гезенцвей Л.Б. Дорожный асфальтобетон / Л.Б. Гезенцвей, Н.В. Горелышев, А.М. Богуславский. – М. : Транспорт, 1985. – 350 с.
4. Горелышев Н.В. Асфальтобетон и другие битумоминеральные материалы / Н.В. Горелышев. – М. : Терра, 1995. – 176 с.
5. Гохман Л.М. Исследование деформационной устойчивости асфальтобетона с применением ПБВ на основе ДСТ в статическом и динамическом режимах деформирования / Л.М. Гохман, В.А. Золотарев, Л.Б. Гезенцвей. – М., 1977.
6. Золотарев В.А. Долговечности дорожных асфальтобетонов / В.А. Золотарев. – Харьков : Высш. шк., 1977. – 155 с.
7. Калгин Ю.И. Как продлить дорожный век / Ю.И. Калгин, В.В. Чересельский // Автомоб. дороги. – 2003. - №1. – С. 86-87.
8. Лаврухин В.П. Усталостная долговечность асфальтобетонов на модифицированных битумах / В.П. Лаврухин, Ю.И. Калгин, В.Т. Ерофеев // Вестн. Мордов. ун-та. – 2001. - №3-4. – С. 128-135.
9. Лаврухин В.П. Физико-механические свойства и усталостная долговечность асфальтобетонов на модифицированных битумах / В.П., Лаврухин, Ю.И. Калгин, В.Т. Ерофеев // Вестн. Волж. Регион. отд-ния РААСН . Н. Новгород, 2003. – Вып. 6. – С. 89-99.
10. Рыбьев И.А. Строительное материаловедение : учеб. Пособие для строит. вузов / И.А. Рыбьев. – М. : Высш. шк., 2003. – 701 с.
11. Эпоксидно-битумные композиты / В.И. Соломатов, В.Т. Ерофеев, Ю.И. Калгин, Н.И. Мищенко // Промышленное гражданское строительство. – 2000. – №11. – С. 22-25.
12. Рекомендации по выбору битумов для строительства дорожных одежд в различных климатических условиях. – М. : СоюздорНИИ, 1974. – 26 с.
13. Руденский А.В. Дорожные асфальтобетонные покрытия / А.В. Руденский. – М. : Транспорт, 1992. – 255 с.
14. Руденский А.В. Опыт строительства дорожных асфальтобетонных покрытий в разных климатических условиях / А.В. Руденский . – М. : Транспорт, 1983. – 64 с.
15. Дорожные битумоминеральные материалы на основе модифицированных битумов (технология, свойства, долговечность) / В.Т. Ерофеев, Ю.М. Баженов, Ю.И. Калгин ; под общ. ред. Ю.М. Баженова и В.Т. Ерофеева. – Саранск : ИМУ, 2009. – 276 с.
16. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика дисперсных структур / П.А. Ребиндер. – М. : Наука, 1966. – С. 6-12.
17. Cold recycling technology. Berlin: Wirtgen GmbH, 2012, 367 pp.

Рецензент: Заместитель Председателя Поволжского отделения Российской академии транспорта, академик РАТ, доктор технических наук, профессор Овчинников Игорь Георгиевич.

Alexei Martinov

Mordovia State University named by N. P. Ogarev
Russia, Saransk
E-Mail: martins1303@rambler.ru

Anjelika Salnikova

Mordovia State University named by N. P. Ogarev
Russia, Saransk
E-Mail: anzhelika_salnikova@mail.ru

Sergei Panin

GCCR VIAM named by G. V. Akimov
Russia, Gelengik
E-Mail: admin@viam.ru

Aging research of bitumen composites at exposure in climatic conditions of the black sea coast and in marine environment

Abstract. Abstract: Article is devoted to research of stability of bitumen composites in conditions of variable humidity of marine coast and marine water. One of the most demanded materials are asphalt concrete in construction and housing and communal services. There is a bitumen and a mineral powder and, as a rule, various modifiers in structure of asphalt knitting. Asphalt concrete have received the greatest propagation as the road coverings creating the maximal convenience to movement of vehicles and passengers. Asphalt concrete pavement has many positive properties. The main ones are: sufficient mechanical strength; ability to admissible elastic and plastic deformation; good grip tires with asphalt pavement; possibility of obtaining a flat surface with a relatively small rigidity. One of the main tasks in the field of building materials is to increase the durability of building materials and structures operated in aggressive environments. Bitumen is considered sufficiently chemically resistant material, while its structure and properties may change over time due to corrosive environments, moisture, chemical environments, soil microorganisms. The ability to resist the action of bituminous composites of these factors are not adequately investigated, so the study of the kinetics of degradation, development of ways to improve the resistance of materials and extending their service life is an important and urgent task. In the framework of this paper is to study the resistance of asphalt concrete in the climatic conditions of the Black Sea coast and in the sea water. The study investigated the average density of the mixture parameters, changes of saturation, the compressive strength at temperatures $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ $(0 \pm 2)^\circ\text{C}$, and water resistance

Keywords: bitumen; asphalt concrete; water saturation; compressive strength; water resistance; durability; average density.

REFERENCES

1. Babaev V.I. Starenie asfaltobetona v usloviyah yuga Rossii / V.I. Babaev // Avtomob. dorogi. – 1994. - #3.
2. Biologicheskoe soprotivlenie materialov / V.I. Solomatov, V.T. Erofeev, V.F. Smirnov i dr. – Saransk : IMU, 2001. – 196 s.
3. Gezentsvey L.B. Dorozhnyiy asfaltobeton / L.B. Gezentsvey, N.V. Gorelyishev, A.M. Boguslavskiy. – M. : Transport, 1985. – 350 s.
4. Gorelyishev N.V. Asfaltobeton i drugie bitumomineralnyie materialyi / N.V. Gorelyishev. – M. : Terra, 1995. – 176 s.
5. Gohman L.M. Issledovanie deformatsionnoy ustoychivosti asfaltobetona s primeneniem PBV na osnove DST v staticheskom i dinamicheskom rezhimakh deformirovaniya / L.M. Gohman, V.A. Zolotarev, L.B. Gezentsvey. – M., 1977.
6. Zolotarev V.A. Dolgovechnosti dorozhnyih asfaltobetonov / V.A. Zolotarev. – Harkov : Vyssh. shk., 1977. – 155 s.
7. Kalgin Yu.I. Kak prodlit dorozhnyiy vek / Yu.I. Kalgin, V.V. Chereselskiy // Avtomob. dorogi. – 2003. - #1. – S. 86-87.
8. Lavruhin V.P. Ustalostnaya dolgovechnost asfaltobetonov na modifitsirovannyih bitumakh / V.P. Lavruhin, Yu.I. Kalgin, V.T. Erofeev // Vestn. Mordov. un-ta. – 2001. - #3-4. – S. 128-135.
9. Lavruhin V.P. Fiziko-mehaniicheskie svoystva i ustalostnaya dolgovechnost asfaltobetonov na modifitsirovannyih bitumakh / V.P. Lavruhin, Yu.I. Kalgin, V.T. Erofeev // Vestn. Volzh. Region. otd-niya RAASN . N. Novgorod, 2003. – Vyip. 6. – S. 89-99.
10. Ryibev I.A. Stroitelnoe materialovedenie : ucheb. Posobie dlya stroit. vuzov / I.A. Ryibev. – M. : Vyssh. shk., 2003. – 701 s.
11. Epoksidno-bitumnyie kompozityi / V.I. Solomatov, V.T. Erofeev, Yu.I. Kalgin, N.I. Mischenko // Promyshlennoe grazhdanskoe stroitelstvo. – 2000. – #11. – S. 22-25.
12. Rekomendatsii po vyboru bitumov dlya stroitelstva dorozhnyih odezhd v razlichnyih klimaticheskikh usloviyah. – M. : SoyuzdorNII, 1974. – 26 s.
13. Rudenskiy A.V, Dorozhnyie asfaltobetonnyie pokryitiya / A.V. Rudenskiy. – M. : Transport, 1992. – 255 s.
14. Rudenskiy A.V. Opyit stroitelstva dorozhnyih asfaltobetonnyih pokryitii v raznyih klimaticheskikh usloviyah / A.V. Rudenskiy . – M. : Transport, 1983. – 64 s.
15. Dorozhnyie bitumomineralnyie materialyi na osnove modifitsirovannyih bitumov (tehnologiya, svoystva, dolgovechnost) / V.T. Erofeev, Yu.M. Bazhenov, Yu.I. Kalgin ; pod obsch. red. Yu.M. Bazhenova i V.T. Erofeeva. – Saransk : IMU, 2009. – 276 s.
16. Rebinder P.A. Fiziko-himicheskaya mehanika dispersnyih struktur / P.A. Rebinder. – M. : Nauka, 1966. – S. 6-12.
17. Cold recycling technology. Berlin: Wirtgen GmbH, 2012, 367 pp.