

ВЛИЯНИЕ ФОСФОГИПСА НА КОРРОЗИОННУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОНА

INFLUENCE OF PHOSPHOGYPSUM ON CORROSION RESISTANCE OF ASPHALT CONCRETE

Я. Н. Ковалев, доктор технических наук, профессор Белорусского национального технического университета, г. Минск, Беларусь

В. Н. Яглов, доктор химических наук, профессор Белорусского национального технического университета, г. Минск, Беларусь

Д. Г. Игошкин, заместитель начальника управления республиканского дочернего унитарного предприятия «Белорусский дорожный научно-исследовательский институт «БелдорНИИ», г. Минск, Беларусь

Н. И. Ремез, магистр технических наук, преподаватель Белорусского национального технического университета, г. Минск, Беларусь

В статье рассматриваются причины коррозионного разрушения асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог.

Приведены результаты исследований влияния фосфогипса на коррозионную устойчивость горячих асфальтобетонов различных типов.

В результате экспериментальных исследований установлено оптимальное содержание фосфогипса в составе горячих асфальтобетонов.

The article deals with causes of corrosion destruction of motor road asphalt concrete surfacing.

Study results of the influence of phosphogypsum on corrosion resistance of various hot asphalt concretes are given.

The experimental studies ascertained optimum content of phosphogypsum in hot asphalt concretes.

ВВЕДЕНИЕ

Горячие асфальтобетоны широко применяются в дорожном строительстве при устройстве и ремонте покрытий благодаря высокой технологичности и хорошим эксплуатационным свойствам.

Нормативный срок службы асфальтобетонного покрытия – не менее 10–18 лет, но на практике он гораздо ниже, а в отдельных случаях составляет 3–4 года.

Достаточно часто на поверхности проезжей части задолго до истечения срока службы появляется большое количество дефектов: трещин, выбоин, пластических деформаций и других повреждений. В большинстве случаев причиной выхода из строя асфальтобетонных покрытий является недостаточная коррозионная устойчивость асфальтобетона.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПОГОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

Важнейшим свойством асфальтобетона, определяющим долговечность этого материала,

является устойчивость его структуры в условиях изменяющегося влажностного и температурного режимов. Подобно большинству строительных материалов, асфальтобетон разрушается главным образом при длительном или периодическом увлажнении, а также в результате попеременного замораживания и оттаивания. Помимо разрушающего действия воды при ее замерзании в порах, адсорбционные слои воды, понижая поверхностную энергию, облегчают образование новых поверхностей в асфальтобетоне при его деформировании. Расклинивающее действие воды, разъединяющей минеральные зерна и отслаивающей битумные пленки, усиливает разрушающий эффект.

При длительном увлажнении вода проникает в поры асфальтобетона, частично насыщает битум, проникает через дефектные места битумных слоев к поверхности минеральных зерен. Все это способствует отслаиванию битумных пленок, особенно при их недостаточной адгезии к поверхности минеральных частиц. В конечном счете эти явления приводят к ослаблению структурных связей в асфальтобетоне, что облегчает его разрушение под действием транспортных средств.



Еще более разрушительно действие воды, замерзающей в порах асфальтобетона или в порах содержащегося в нем каменного материала. Замерзающая вода, увеличиваясь в объеме, вызывает большие напряжения в стенках пор. В результате этого могут возникать микротрещины, заполняющиеся при оттаивании водой. Помимо ее расклинивающего действия, усиливающегося под действием переменных нагрузок транспортных средств, замерзающая в микротрещинах вода способствует развитию процесса разрушения асфальтобетона.

Коррозионные разрушения асфальтобетонных покрытий обычно проявляются в виде усиленного выкрашивания асфальтобетона или минеральных частиц, приводящего к большому износу покрытия и к образованию значительного количества отдельных разрушенных участков (выбоин).

Опыт эксплуатации асфальтобетонных покрытий показывает, что они особенно интенсивно разрушаются от атмосферной коррозии в период длительного увлажнения, а также во время оттепелей, которым предшествовало значительное количество знакопеременных колебаний температур.

Подобные разрушения, часто наблюдаемые в весеннее время, связаны с недостаточной коррозионной устойчивостью (недостаточной водо- и морозостойкостью) асфальтобетона. Недостаточная коррозионная устойчивость является наиболее частой причиной преждевременного разрушения асфальтобетонных покрытий во многих районах страны, особенно в районах избыточного увлажнения и с частыми знакопеременными температурами.

Таким образом, применение асфальтобетонных, более устойчивых к атмосферной коррозии, является одним из важнейших факторов, способствующих удлинению сроков службы покрытий.

На коррозионную устойчивость асфальтобетона большое влияние оказывают: плотность, однородность структуры и водопроницаемость асфальтобетона, а также характер имеющихся в нем пор; характер адгезии битума к поверхности минеральных зерен; водо- и морозостойкость используемых минеральных материалов, интенсивность процессов старения асфальтобетона [1–3].

Коррозионная устойчивость асфальтобетона во многом определяется прочностью сцепления (адгезией) битумных слоев с поверхностью минеральных частиц в присутствии воды. Устойчивое сцепление возможно только при хеомодсорбционном взаимодействии битума с минеральным материалом.

При использовании битумов, не обеспечивающих необходимого сцепления с минеральными материалами, следует применять добавки поверхностно-активных веществ или активаторов, улучшающих сцепление и повышающих таким образом коррозионную устойчивость покрытия.

Обычно асфальтобетоны содержат полиминеральные материалы: наряду с зернами основных пород в них представлены и кислые горные породы. Поэтому применение поверхностно-активного вещества одного из двух основных типов (катионактивного или анионактивного) не может обеспечить надежного сцепления битума со всеми зернами полиминерального материала (кроме некоторых поверхностно-активных веществ двойного действия).

Особое внимание следует обратить на сцепление асфальтобетонов, содержащих большое количество щебня, полученного из кислых горных пород, поскольку в большинстве случаев наблюдается пониженная адгезия битума к подобным материалам.

Щебенистые асфальтобетоны менее устойчивы к атмосферной коррозии по сравнению с песчаным асфальтобетоном.

Большое влияние на коррозионную устойчивость оказывают свойства минерального порошка, обладающего наиболее развитой удельной поверхностью. Недостаточная водо- и морозостойкость асфальтобетонных покрытий является одним из основных факторов, ограничивающих применение различных местных материалов в качестве минерального порошка (лёссы, пылеватые грунты и др.)

При прочих равных условиях склонность к хрупкому разрушению возрастает по мере старения асфальтобетона, что способствует его коррозии. Наиболее важным проявлением старения является снижение водо- и морозостойкости покрытия. Именно этим и объясняется факт, что покрытие, устроенное из асфальтобетонной смеси, приготовленной с нарушением температурного режима (превышение допустимой температуры, длительный нагрев битума) быстрее теряет коррозионную устойчивость. Помимо повышения хрупкости битума, вызванной его перегревом, в подобном асфальтобетоне интенсивней протекают процессы старения и во время эксплуатации покрытия. На таких покрытиях иногда через 1–2 года наблюдается быстрое выкрашивание, вызванное процессом коррозии асфальтобетона.

Коррозионная устойчивость покрытия зависит от условий производства работ. При работе в сырую погоду асфальтобетонная смесь впитывает в себя значительное количество влаги, понижающей водостойкость покрытия. Особенно



отрицательно влияет влага на качество покрытия, уложенного в период осенних дождей.

Недостаточно просушенные минеральные материалы к моменту их объединения с битумом также снижают коррозионную устойчивость асфальтобетона. Особенно это ощущается при использовании влажных известняков, большая пористость которых способствует и высокому водонасыщению. Просушивание влажного известнякового щебня и высевок в сушильных барабанах асфальтобетонных смесителей в осеннее время часто не приводит к полному удалению влаги. Дефекты в битумных пленках, покрывающих подобные минеральные зерна, снижают водо- и морозостойкость асфальтобетона.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КОРРОЗИОННОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОНА

При производстве работ в неблагоприятных погодных условиях особенно эффективно применение добавок поверхностно-активных веществ. В их присутствии существенно облегчаются условия смачивания битумом минеральных поверхностей и взаимной упаковки минеральных зерен. Это способствует улучшению структуры асфальтобетона [4, 5].

Одним из способов повышения коррозионной устойчивости асфальтобетонов является активация минеральных компонентов асфальтобетона.

Модифицированием минеральных поверхностей преследуется улучшение условий взаимодействия минеральных материалов с битумом и улучшение свойств самих минеральных материалов. Прежде всего это касается повышения их водо- и морозостойкости. Таким образом, свойства, приобретаемые минеральными материалами в результате активации, необходимы и для повышения коррозионной устойчивости получаемых на их основе битумо-минеральных композиций.

Наиболее детально изучено влияние на коррозионную устойчивость асфальтобетонов активированных минеральных порошков. Их влияние проявляется в том, что асфальтобетон приобретает более однородную и плотную мелкопористую структуру с преобладанием замкнутых пор (при достаточном количестве активированного порошка). Другой важной особенностью является усиление связей между минеральными зернами и их сцепления с битумом.

Присутствие на зернах активированного порошка первичных слоев битума и поверхностно-активных веществ, хемоадсорбционно-связанных с минеральной поверхностью, усиливает герметизирующее влияние битума, содержа-

щегося в асфальтобетонной смеси, на зерна порошка. Это способствует более равномерному распределению минеральных зерен и получению оптимальной структуры асфальтобетона, что подтверждено результатами исследования водопроницаемости асфальтобетона.

Другим фактором, оказывающим большое влияние на коррозионную устойчивость, является то, что структурно-механический барьер, создаваемый на поверхности минеральных частиц в результате активации порошка, предотвращает проникание влаги внутрь частиц. Это резко повышает их водо- и морозостойкость и способствует сохранению структуры асфальтобетона в изменяющемся влажностном и температурном режимах.

Определение водоустойчивости при кратковременном насыщении образцов водой недостаточно отражает поведение асфальтобетонного покрытия в условиях длительного водонасыщения. Для более объективной оценки этого свойства исследуемые асфальтобетонные образцы испытывали в условиях длительного насыщения водой.

Наряду с надлежащим качеством применяемых материалов и обоснованным назначением состава асфальтобетона, на формирование структуры, а следовательно, и на его свойства большое влияние оказывают особенности технологического процесса приготовления и уплотнения асфальтобетонных смесей.

Распределение битума более тонкими слоями и уменьшение количества свободного битума, наряду с повышением суммарной поверхности минерального порошка (за счет его дезагрегации), увеличивает прочность и теплоустойчивость асфальтобетона. Уменьшение толщины битумных слоев и количества свободного битума способствует наибольшему сближению минеральных частиц в процессе уплотнения, что повышает плотность асфальтобетона. Все это в сочетании с более полным покрытием поверхности минеральных частиц битумом способствует улучшению удобообрабатываемости асфальтобетонных смесей и повышению коррозионной устойчивости асфальтобетона.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОСФОГИПСА НА КОРРОЗИОННУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ АСФАЛЬТОБЕТОНА

Были проведены экспериментальные исследования влияния фосфогипса на коэффициент водостойкости и морозостойкости асфальтобетона типов ЩМСц 1/2,2, ЩМАг 1/2,75, ЩМБг 1/2,75. Составы асфальтобетона приведены в таблице 1.



Таблица 1 – Составы асфальтобетона

№ состава	Тип смеси	Щебень, %	Отсев, %	Минеральный порошок, %	Битум, %	Фосфогипс, %
1	С	72	18	10	6,2	0
2	С	72	18	10	6,2	0,5
3	С	72	18	10	6,2	1,0
4	А	54	34	12	5,7	0
5	А	54	34	12	5,7	0,5
6	А	54	34	12	5,7	1,0
7	Б	46	47	7	5,5	0
8	Б	46	47	7	5,5	0,5
9	Б	46	47	7	5,5	1,0

Таблица 2 – Физико-механические свойства асфальтобетонных

№ состава	ρ, г/см ³	W, %	R ₅₀ , МПа	R ₀ , МПа	R _{сдв} , МПа	K _{вод} ²⁸	K _{мор}
1	2,45	0,9	1,04	2,65	2,32	0,89	0,91
2	2,45	0,8	1,02	2,74	2,35	0,92	0,97
3	2,46	0,8	1,07	2,95	2,43	0,93	0,93
4	2,50	1,5	1,47	3,35	2,72	0,76	0,72
5	2,51	1,4	1,52	3,42	2,87	0,78	0,75
6	2,51	1,6	1,58	3,46	2,84	0,73	0,71
7	2,48	1,8	1,95	2,89	2,53	0,80	0,67
8	2,48	1,7	2,02	3,00	2,56	0,82	0,80
9	2,47	1,65	1,97	3,05	2,55	0,83	0,70

Примечание – ρ – плотность, г/см³; W – водонасыщение, %; R₅₀ – предел прочности при сжатии при 50 °С, МПа; R₀ – предел прочности при растяжении при 0 °С, МПа; R_{сдв} – предел прочности при сдвиге при 50 °С, МПа; K_{вод}²⁸ – коэффициент водостойкости; K_{мор} – коэффициент морозостойкости.

Асфальтобетонная смесь приготавливалась и уплотнялась согласно СТБ 1115 [6].

Коэффициенты водостойкости при длительном водонасыщении и морозостойкости определялись также по СТБ 1115 [6]. Результаты определения коэффициентов водостойкости после 28 суток и морозостойкости асфальтобетона в зависимости от содержания фосфогипса приведены в таблице 2 и на рисунках 1, 2.

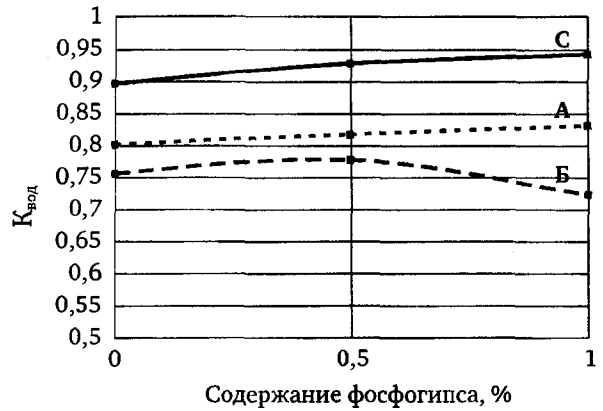


Рисунок 1 – Влияние фосфогипса на значение коэффициента водостойкости после 28 суток; С, А, Б – типы смесей (по таблице 1)

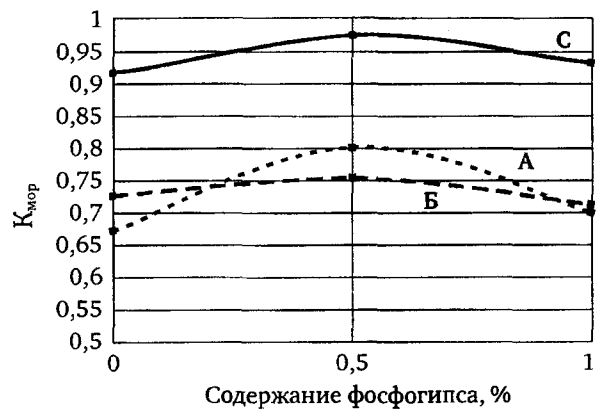


Рисунок 2 – Влияние фосфогипса на значение коэффициента морозостойкости; С, А, Б – типы смесей (по таблице 1)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ результатов проведенных исследований показал, что введение в состав асфальтобетонной смеси фосфогипса в количестве 0,5 % от массы минеральной части смеси позволяет повысить коррозионную устойчивость асфальтобетона типов С, А, Б.

В дальнейшем планируются исследования для определения оптимальных температурных режимов приготовления и уплотнения горячих асфальтобетонных смесей с использованием в качестве температуропонижающей добавки фосфогипса. □

ЛИТЕРАТУРА

1. Дорожные строительные материалы / под ред. П. В. Сахарова. – М. : Гостранстехиздат, 1938.
2. Иванов, Н. Н. Строительство автомобильных дорог / Н. Н. Иванов. – М. : Автотрансиздат, 1957.
3. Рыбьев, И. А. Асфальтовые бетоны : учеб. пособие для строительных ВУЗов. – М. : Высшая школа, 1969.
4. Прочность и долговечность асфальтобетона / под ред. Б. И. Ладыгина. – Минск : Наука и техника, 1972. – 288 с.
5. Королев, И. В. Пути экономии битума в дорожном строительстве / И. В. Королев. – М. : Транспорт, 1986. – 149 с.
6. Смесей асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Методы испытаний : СТБ 1115-2004.

Статья поступила в редакцию 26.11.13.

