

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ПОЯСНИК ГЕОРГИЯ ВЛАДИМИРОВИЧ

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ВОДОУСТОЙЧИВОСТИ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

Специальность 05.23.05 – Строительные материалы
и изделия

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Диссертация является рукописью.

Работа выполнена на кафедре технологии дорожно-строительных материалов Харьковского государственного автомобильно-дорожного технического университета.

Научный руководитель:

доктор технических наук,

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00752261 (N)

профессор, заслуженный деятель
наук и техники Украины
А. Золотарев

Научный консультант:

кандидат технических наук,
с. н. с. Жданюк В. К.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук,
профессор Братчун В. И.,
кандидат технических наук,
доцент Зинченко В. Н.

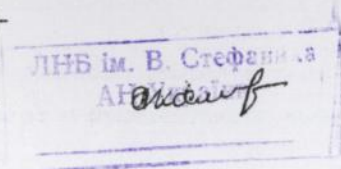
Ведущее предприятие: Харьковское областное подрядное специализированное предприятие по ремонту, строительству и эксплуатации дорог и мостов.

Защита состоится *"4 июля"* 1996 г. в *10* часов на заседании специализированного Совета К.02.17.01 при Харьковском государственном автомобильно-дорожном техническом университете по адресу: 310078, Украина, г. Харьков, ул.Петровского, 25.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Харьковского государственного автомобильно-дорожного технического университета.

Автореферат разослан *"1" июля* 1996 г.

Ученый секретарь специализированного Совета, кандидат технических наук, доцент



А. В. Космин

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Особенностью службы асфальтобетонных покрытий в современных условиях является их преждевременное разрушение. Интенсивное разрушение асфальтобетона в покрытии обусловлено одновременным воздействием механических нагрузок и природно-климатических факторов. Преобладающими видами разрушений (30-45%) являются: шелушение, выкрашивание, выбоины. Причиной этих разрушений является, главным образом, низкая водоустойчивость асфальтобетона. Снижению водоустойчивости асфальтобетона способствуют: плохое сцепление битума с каменными материалами в водной среде; низкая адгезионная активность и загрязненность каменных материалов; плохое качество или полное отсутствие минерального порошка в асфальтобетоне. Повышения устойчивости асфальтобетона разрушающему воздействию воды обычно достигают путем применения поверхностно-активных веществ, гидрофобизации и активации минеральных материалов, а также некоторыми технологическими приемами, направленными на улучшение перемешивания и уплотнение асфальтобетонных смесей. Обычно объектом исследования водоустойчивости являлись асфальтобетонная смесь или асфальтобетон в целом. Мало внимания уделялось выяснению количественного вклада отдельных составляющих в обеспечение водоустойчивости асфальтобетона. В то же время именно учет структурообразующей роли различных компонентов асфальтобетонной смеси позволяет предложить пути повышения водоустойчивости и, как следствие, существенно повысить долговечность асфальтобетонных покрытий.

Цель настоящей работы заключается в установлении влияния количества, качества и взаимодействия составляющих асфальтобетонной смеси на водоустойчивость асфальтобетонов и разработке рациональных путей ее повышения.

Научная новизна работы состоит:

- в углублении представлений о роли щебня, песка и минерально-

го порошка в обеспечении длительной водоустойчивости асфальтобетонов:

- в установлении закономерностей изменения водоустойчивости асфальтобетонов, приготовленных по раздельной технологии;
- в доказательстве возможности регулирования длительной водоустойчивости асфальтобетонов путем использования разновязких битумов при приготовлении смесей по раздельной технологии;
- в разработке защищенных авторскими свидетельствами технологических способов, обеспечивающих повышение водоустойчивости асфальтобетонов;
- в установлении возможности повышения водоустойчивости асфальтобетона избирательной обработкой его крупнозернистых составляющих битумом, улучшенным ПАВ, растворами ПАВ или активаторами, являющимися побочными продуктами промышленности.

Достоверность научных положений, выводов и предложений подтверждается соответствием результатов исследований основным принципам физико-химической механики термопластичных дисперсных систем; согласованностью результатов, полученных применением независимых и взаимодополняющих методов исследования; данными опытного строительства и обследования состояния построенных с использованием результатов исследования участков асфальтобетонных покрытий.

Практическая значимость работы заключается в обосновании технологических приемов, позволяющих повысить водоустойчивость асфальтобетонов и продлить срок службы асфальтобетонных покрытий. Проведено строительство опытных участков на автомобильных дорогах различных категорий в Харьковской, Сумской, Запорожской и Хмельницкой областях. По результатам исследования и опытного строительства разработаны технические условия ТУ 223 УССР-85 и ТУ 10.20 УССР 115-90 "Песок из отработанных формовочных смесей для

дорожного строительства".

Апробация работы. Основные положения диссертационной работы докладывались на IV Всесоюзной конференции "Управление структурообразованием, структурой и свойствами дорожных бетонов", г. Харьков, 1983 г.; на научно-технических конференциях в городах Пенза - 1984 г., Севастополь - 1983 г., Владимир - 1985, 1990, 1991 гг., а также на научных сессиях ХАДИ.

Публикации. По результатам диссертационной работы опубликовано 16 работ, получено два авторских свидетельства.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов, списка литературы из 179 наименований. Содержит 178 страниц машинописного текста, 26 рисунков, 25 таблиц и приложения.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе диссертационной работы приведен анализ литературных источников и сформулированы задачи исследования. К настоящему времени не существует цельного монографического подхода к анализу водоустойчивости асфальтобетона. Обычно эта проблема рассматривалась в аспекте оценки общей долговечности асфальтобетонных и процесса взаимодействия в них структурообразующих компонентов. Следствием такой оценки является ряд общепринятых принципов обеспечения водоустойчивости. Эти принципы могут быть сведены к следующему.

Водоустойчивость тем выше, чем активнее физико-химическое взаимодействие на границе раздела фаз. Отсюда, большей водоустойчивостью отличаются системы с карбонатными минеральными материалами, с битумами повышенной вязкости, с поверхностно-активными веществами, вводимыми в битум или на поверхность каменных материалов, с активированными каменными материалами (И. А. Рыбьев,

Н. В. Горельшев, А. С. Колбановская, Т. А. Рыбьева, И. В. Королев, Л. Б. Гезенцвей и др.). Повышению водоустойчивости способствует также механоактивация вяжущего (В. Н. Зинченко, Я. Н. Ковалев и др.).

Водоустойчивость в значительной мере является функцией пористости асфальтобетона. Чем выше пористость, тем ниже водоустойчивость асфальтобетона (Д. И. Гегелия, Б. М. Слепая). Отсутствие данных, за исключением работы А. С. Колбановской и Н. В. Горельшева, по дифференциальной пористости асфальтобетона, существенно снижает возможности учета этого фактора на водоустойчивость асфальтобетона.

Водоустойчивость асфальтобетона существенно зависит от степени покрытия поверхности каменных материалов битумом. Работами Л. Б. Гезенцвей, Н. В. Горельшева, А. С. Колбановской показано, что даже при 15-ти минутном перемешивании смеси в лопастной лабораторной мешалке около 25% поверхности крупных частиц остается не покрытой битумом. В связи с этим отмечается постоянное стремление исследователей улучшить обволакивание каменных материалов битумом на этом технологическом этапе: совершенствованием рабочих узлов смесителей, привлечением ультразвукового и вибрационного воздействия, изменением порядка дозирования составляющих в смесь и др. (Л. Б. Гезенцвей, Н. В. Михайлов, Я. Н. Ковалев, И. В. Королев, А. М. Скудра, А. Ю. Гольдштейн, Г. Г. Гринберг, В. И. Колышев, В. Н. Сотникова, Б. М. Слепая, Е. Г. Тарашанский и др.).

В соответствии со сложившейся ситуацией по рассматриваемому вопросу основными задачами работы являются:

1. Изучение уровня влияния грубо- и мелкодисперсной части смеси, с учетом содержания и вязкости битума, на водоустойчивость асфальтобетона.

2. Установление рациональных способов введения в асфальтобетонные смеси различных ПАВ и добавок, обеспечивающих водные

свойства асфальтобетонов.

3. Разработка ресурсосберегающих технологических приемов приготовления асфальтобетонов повышенной водоустойчивости.

4. Доказательство эффективности использования в асфальтобетоне песков из отработанных формовочных смесей, как материала с предварительно гидрофобизированной поверхностью.

Во второй главе приведены основные теоретические представления о причинах и характере деструктивных процессов, происходящих в асфальтобетонах в результате воздействия воды.

Водную устойчивость асфальтобетонов определяют два основных фактора: прочность сцепления битума с поверхностью минеральных материалов во влажной среде и характер порового пространства, определяемого плотностью асфальтобетона и однородностью его структуры.

Формирование водоустойчивости асфальтобетона начинается на стадии перемешивания и уплотнения асфальтобетонной смеси и зависит от процессов смачивания и растекания битума по поверхности минеральных материалов различной дисперсности и гинезиса. Мелкие частицы минерального порошка в процессе перемешивания первыми поглощаются битумом (иммерсионное смачивание), а смачивание крупных зерен песка и щебня, продолжаясь во времени, сводится к процессу перераспределения битума на их поверхность с поверхности порошка (контактное смачивание). В процессе перераспределения битума его растекание затрудняется в силу изменения первоначальной вязкости из-за структурирующего действия минерального порошка. При этом может иметь место защемление пузырьков воздуха между подложкой и затвердевшим адгезивом.

Ухудшению распределения и устойчивости битумной пленки на поверхности крупных составляющих способствует, по аналогии с процессами разрушения, масштабный фактор и характер их поверхности.

Кроме того, важное значение приобретают условия миграции воды в контактную зону и к границе раздела фаз. С уменьшением размера зерен уменьшаются размеры пор и, благодаря гидрофобности их стенок, многие поры микроструктурной части асфальтобетона становятся недоступными для воды. Подтверждением этому служит увеличение соотношения между водонасыщением и остаточной пористостью при переходе от песчаных (около 0,5) к многосебенистым (близко к 1) асфальтобетонам.

Отрицательное влияние крупнозернистой (макроструктурной) составляющей асфальтобетона усугубляется тем, что она, как правило, из условий обеспечения износостойкости покрытия, представлена каменными материалами из твердых кислых пород. Низкое сцепление поверхности таких пород с битумом в водной среде в настоящее время является твердо установленным фактом.

Таким образом, особенности обволакивания различных по крупности каменных материалов вяжущим, прочность адгезионных связей между их поверхностью и битумом, условия фильтрации воды в макроструктурной части приводят к необходимости разработки специальных технологических приемов повышения водоустойчивости асфальтобетона путем направленного воздействия на границу раздела фаз: крупные каменные составляющие - битум. При решении этой задачи возможно достичь сокращения расхода адгезионно-активных веществ в связи со значительно меньшей удельной поверхностью крупных каменных материалов по сравнению с мелкозернистыми.

Изложенное выше об особенностях влияния крупных составляющих на водоустойчивость асфальтобетона позволяет предположить, что положительные результаты могут быть достигнуты: изменением порядка дозирования и перемешивания минеральных составляющих; обработкой крупнозернистых составляющих битумом большей адгезионной способности (битумы большей вязкости или битумы с ПАВ); целе-

направленной обработкой крупнодисперсной составляющей ПАВ и их растворами или активаторами, изменяющими электростатический механизм взаимодействия на границе раздела фаз.

Подтверждение эффективности таких приемов позволит объективно оценивать возможность использования побочных продуктов промышленности без ущерба водоустойчивости асфальтобетона.

Третья глава посвящена описанию принятых материалов и методов исследования.

Для исследований были приняты мелкозернистые асфальтобетонные смеси типов А, Б, В и песчаные смеси типов Г и Д, (по ГОСТ (9128-84)). Их минеральная часть представлена материалами, которые нашли наиболее широкое применение в дорожном строительстве (гранитные и известняковые щебень и отсев, природный кварцевый песок, известняковый минеральный порошок). Использован песок из отработанных формовочных смесей Харьковского тракторного и Купянского чугуно-литейного заводов. В качестве вяжущего использовались окисленные нефтяные битумы марок БНД 60/90, БНД 130/200 и БНД 200/300.

Для регулирования водоустойчивости асфальтобетонов использованы поверхностно-активные вещества, синтезированные ВНИИПАВ (Шебекино, Россия). ПАВ катионактивного действия (КПАВ) - продукт конденсации СЖК фракция С17 - С20 с полиэтилен/амином и анионактивного действия (АПАВ) - раствор натриевого мыла СЖК фракция С5 - С20. В качестве добавок, регулирующих адгезию битума к гранитным материалам, были приняты отходы химической промышленности: моноэтанола (М) - отход производства аммиака и талловое мыло (ТМ) - отход производства целлюлозы. Активация поверхности каменного материала осуществлялась водными растворами отходов травления черных и цветных металлов и печатных плат (А).

Физико-механические свойства каменных материалов, битумов и

асфальтобетонов оценивали стандартными методами, с той лишь разницей, что сроки выдерживания асфальтобетона в воде во многих случаях были большими 14 суток. Морозоустойчивость асфальтобетонов оценивали по коэффициенту морозоустойчивости, представляющему собой отношение пределов прочности при сжатии образцов, выдержавших N циклов замораживания-оттаивания и водонасыщенных образцов. Для более объективной оценки процессов взаимодействия на границе раздела фаз был принят модуль снижения водоустойчивости, представляющий собой отношение доли потери прочности после выдерживания в воде к значению водонасыщения.

Величину адгезии битума к поверхности каменных материалов оценивали по методу А. С. Колбановской, а к поверхности стекла по методу, разработанному В. А. Золотаревым и Е. Н. Агеевой. Влияние генезиса и дисперсности минеральных материалов на величину адсорбции битума из раствора в бензоле определяли по оптической плотности с помощью спектрофотометра Spokol 11.

Четвертая глава посвящена результатам экспериментальных исследований.

Изучение технологических способов повышения водоустойчивости асфальтобетона предшествовали исследования адсорбционных и адгезионных процессов на границе раздела фаз: минеральная подложка - битум. Адсорбционная способность вяжущего по отношению к какой-либо поверхности является обязательным условием формирования в последующем прочных адгезионных связей. Адсорбция битума из раствора в бензоле к различным по генезису и дисперсности адсорбентам показала, что адсорбция увеличивается с ростом дисперсности адсорбента, что она прямо пропорциональна концентрации битума в бензоле и что при прочих равных условиях она всегда выше для известнякового порошка, чем для кварцевого. Следовательно, для кварцесодержащих каменных материалов предварительные условия для

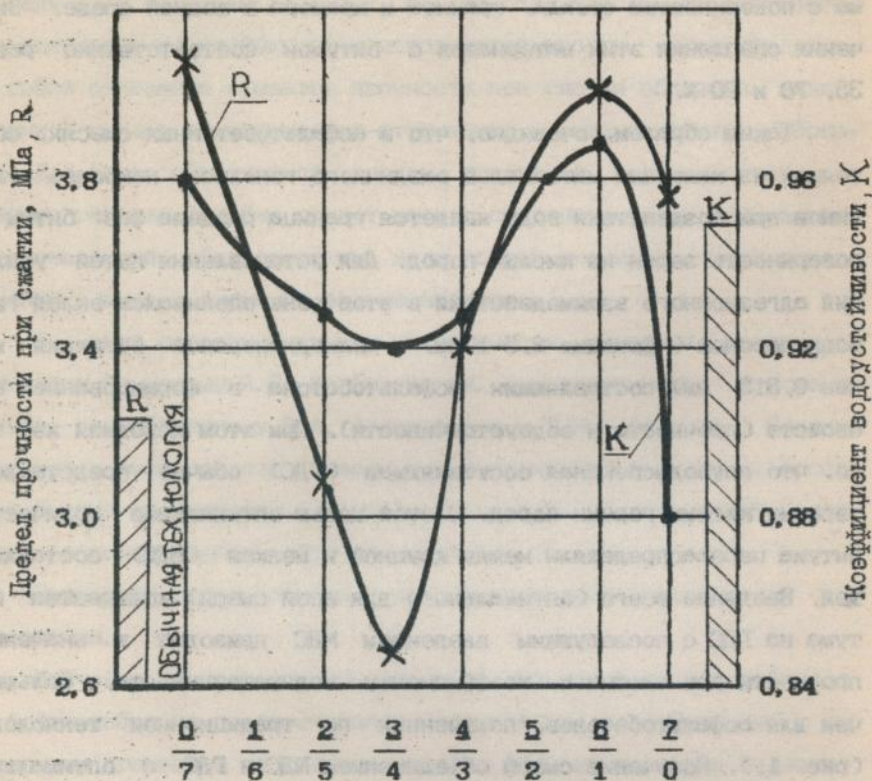
формирования прочных адгезионных связей хуже, чем для карбонатных.

Это подтверждается результатами определения сцепления битума с поверхностью стекла, гранита и мрамора в водной среде. Значения сцепления этих материалов с битумом соответственно равны 35, 70 и 90 %.

Таким образом, очевидно, что в асфальтобетонных смесях, состоящих из каменных материалов различного генезиса, наиболее уязвимой при воздействии воды является граница раздела фаз: битум — поверхность зерен из кислых пород. Для установления путей усиления адгезионного взаимодействия в этой зоне оценивался вклад грубодисперсной (фракция 2,5–10мм) и мелкодисперсной (фракция менее 0,315 мм) составляющих асфальтобетона в формирование его свойств (прочности и водоустойчивости). При этом исходили из того, что грубодисперсная составляющая (ГДС) обычно представлена зернами кислых горных пород. С этой целью оптимальное количество битума перераспределяли между крупной и мелкой (МДС) составляющей. Введение всего (оптимального для всей смеси) количества битума на ГДС с последующим введением МДС приводит к значениям прочности при сжатии и коэффициенту водоустойчивости, большим, чем для асфальтобетонов, полученных по традиционной технологии (рис. 1.). Получение смеси объединением МДС и ГДС с оптимальным для каждой части содержанием битума, также обеспечивает высокие значения указанных показателей. В случае введения всего битума на МДС с последующим объединением асфальтовяжущего с ГДС показатели прочности остаются большими, но значения коэффициента водоустойчивости существенно падает по сравнению с обычным асфальтобетоном. Введение в ГДС и МДС неоптимального количества битума, приводит к снижению прочностных показателей до минимума.

В случае объединения порошка со всем количеством битума часть поверхности щебенки при сравнимом времени перемешивания ос-

тается непокрытой битумом, что является причиной снижения водоустойчивости всей системы.



Концентрация битума в МДС, %
 Концентрация битума в ГДС, %

Рисунок 1. Влияние последовательности объединения битума и минеральных составляющих на свойства асфальтобетона.

Полученные данные подтверждают, что максимальная прочность асфальтобетона обусловлена не только оптимальным содержанием в нем битума, но и оптимальным его перераспределением на каждую структурную составляющую минеральной части. При этом наибольший вклад в обеспечение прочности дает асфальтовязущее, водоустойчи-

вость же асфальтобетона существенно зависит от степени и равномерности покрытия поверхности грубодисперсной составляющей пленкой битума.

В развитие этого положения были выполнены исследования по раздельной обработке структурообразующих компонентов (щебня, песка и минерального порошка) битумами БНД 60/90 и БНД 200/300. Рассчитанное для каждой составляющей оптимальное количество битума заданной вязкости вводилось раздельно на их поверхность и, после перемешивания, составлялась общая смесь. В качестве контрольных приняты асфальтобетоны, приготовленные по традиционной технологии на составленных эквивалентных битумах.

В соответствии с данными таблицы 1 введение в порошок вязкого, а в щебень и песок - маловязкого битума повышает прочность асфальтобетона, по сравнению с контрольным. Следовательно, усиление микроструктурной части ведет к общему упрочнению асфальтобетона. В то же время для коэффициентов длительной водоустойчивости наблюдается обратная закономерность. Рост водоустойчивости асфальтобетона обеспечивается при введении вязкого битума на щебень. Следовательно, крупные составляющие из кислых пород являются основными очагами снижения водоустойчивости асфальтобетона. Степень отрицательного влияния слабого адгезионного взаимодействия этих составляющих с битумом отчетливо отражается модулем снижения водоустойчивости асфальтобетона. Данные по сдвигоустойчивости асфальтобетона находятся в полном согласии с тенденцией, установленной для показателей его прочности при сжатии.

Установление роли крупных минеральных составляющих в обеспечении водоустойчивости асфальтобетона, данные по адсорбционной и адгезионной активности кислых каменных материалов явились основой регулирования водоустойчивости путем введения ПАВ на каменные материалы соответствующего генезиса. Такое введение КПАВ на

Таблица 1.

Свойства асфальтобетонов, приготовленных по обычной и раздельной технологии.

Наименование показателей	Индекс смеси								
	OB	OM	OC 6B+92M	OC 73B+27M	OC 19B+81M	P ^M M Щ-П-МП В 19 73	P ^M M Щ-П-МП В 19 73	P ^M M Щ-П-МП В 19 73	P ^M M Щ-П-МП В 19 73
Средняя плотность, кг/м ³	2330	2330	2330	2330	2330	2350	2340	2320	
Водонасыщение, %	4,10	5,30	6,00	4,90	5,80	4,20	4,40	3,6	
Набухание, %	1,38	1,82	1,73	1,52	1,63	1,80	2,00	1,60	
Предел прочности при сжа- тии, МПа, при температу- ре 0С									
0	8,2	5,8	6,4	7,5	6,0	6,7	7,0	8,3	
20	2,62	1,21	1,60	2,10	1,80	1,41	1,60	2,45	
50	0,55	0,30	0,34	0,45	0,48	0,30	0,35	0,49	
Коэффициент длительной водоустойчивости	0,80	0,70	0,70	0,72	0,71	0,79	0,74	0,66	
Модуль снижения водоус- тойчивости	4,87	5,67	5,00	5,70	5,00	5,00	5,90	9,44	

- Примечание: 1. Сокращения: OB – обычная технология, БНД 60/90; OM – обычная, БНД 200/300; OC – обычная, битум составленный различным соотношением БНД 60/90 и БНД 200/300; P – раздельная, с введением на щебень, песок и минеральный порошок битумов различной вязкости.
2. Цифры в шапке таблицы отвечают содержанию битума БНД 60/90 (B) и БНД 130/200 (M).

Таблица 2

Водоустойчивость асфальтобетонов с использованием ПАВ

Наименование показателей	Технология				
	Обыч- ная	Обычная с		Раздельная	
		АПАВ	КПАВ	АПАВ	КПАВ
				МДС	Щ-ПД
Средняя плотность, кг/м ³	2390	2410	2370	2350	2330
Водонасыщение, %	2,0	1,2	2,7	1,1	2,0
Набухание, %	0,3	0,4	0,2	0,1	0,1
Предел прочности при сжатии, при					
температуре °С, 20	5,1	5,1	5,6	4,8	5,9
50	1,8	1,3	1,8	1,6	2,0
Коэффициент водоус- тойчивости	0,92	0,95	0,92	0,96	0,94
Коэффициент водоус- тойчивости на 14 сут.	0,78	0,81	0,86	0,80	0,89
Коэффициент водоус- тойчивости на 28 сут.	0,69	0,8	0,83	0,79	0,82
Содержание битума в смеси, %	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Содержание ПАВ в битуме, %	0	2,0	1,5	2,0	1,5
Расход битума с ПАВ, %	0	5,0	5,0	3,5	1,5
Модуль снижения водоус- тойчивости	11,0	15,8	5,1	18	5,5

гранитный щебень и песок дает возможность достичь того же уровня.

водостойкости, что и в случае введения битума улучшенного ПАВ на всю смесь (таблица 2, смеси ОТКПАВ и РКПАВ). Одновременно с этим достигается существенная экономия КПАВ (70%). Значения модуля сдвига водостойкости свидетельствуют о том, что повышение водостойчивости в рассматриваемом случае является следствием усиления адгезионного взаимодействия на границе раздела фаз. Для случая же использования АПАВ эффект роста водостойчивости достигается за счет его пластифицирующего действия, приводящего к улучшению уплотнения (меньшее водонасыщение) и типичному для таких ПАВ снижению прочности при 50°C.

При решении вопроса о расширении ассортимента веществ, повышающих адгезионные свойства битумов за счет побочных продуктов производства, исходим из принципа получения аналогичного эффекта при сопоставлении состава известного вещества (аналога) и изучаемого побочного продукта.

Механизм повышения интенсивности адгезионного взаимодействия на границе раздела фаз, присущий ПАВ, реализуется при использовании в качестве добавок к битуму моноэтанола и таллового мыла. Наличие в первом активных функциональных групп (ОН и NH₂), а во втором — групп карбоксильного типа способствует повышению адгезионной способности битумов при содержании добавок не более 1,5% (рис. 2). В отношении асфальтобетона такие добавки повышают коэффициент водостойчивости на 28 суток на 30–32%, при одновременном увеличении прочности при 50°C в 1,4 раза.

Эффект пептизирующего действия ароматических углеводородов на структуру битума, сопровождающегося улучшением деформативных и адгезионных свойств битумов, осуществлен введением в битумное сырье (гудрон) до начала его окисления кубовых остатков ректификации сырого бензола. Водостойчивость асфальтобетона на таком комплексном вяжущем повышалась на 25%, по сравнению со случаем использования исходного битума.

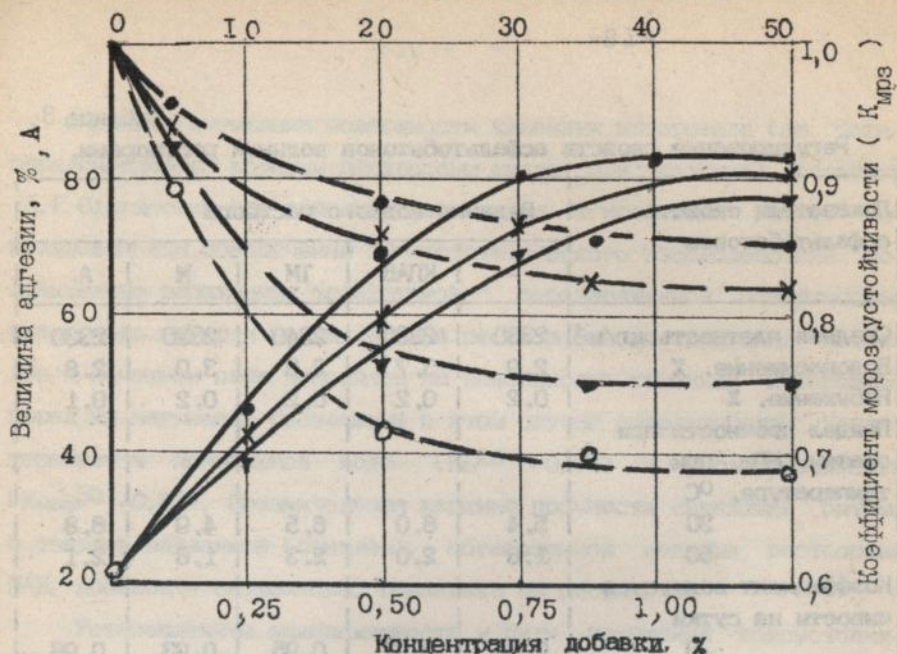


Рисунок 2. Зависимость величины адгезии битума коэффициентов морозостойкости от принятой добавки (А — — —, К_{мрз} — — —)
 ○-без ПАВ; ●-КПАВ; ×-ТМ; ▼-М

Задача существенного снижения расхода дорогостоящих ПАВ или добавок в технологии производства асфальтобетона решалась на основе избирательного введения на поверхность кислых каменных материалов ПАВ в виде водных растворов. Технологическая целесообразность такого решения вытекает из расчлененности в асфальтобетонном смеси теле линий ввода крупных составляющих и минерального порошка. Использование водных растворов ПАВ или добавок (2% от массы крупных составляющих) позволяет обеспечить равномерное распределение ПАВ непосредственно на поверхности зерен и существенно (в 2,5-3 раза по сравнению с традиционной технологической схемой) снизить расход ПАВ и добавок. Технически, целесообразность предлагаемого решения подтверждается данными таблицы 3 и рисунка 3.

Таблица 3.

Регулирование свойств асфальтобетонов водными растворами.

Показатели свойств асфальтобетонов	Ведение водного раствора					
	-	КПАВ	ТМ	М	А	
Средняя плотность, кг/м ³	2330	2330	2340	2330	2330	
Водонасыщение, %	2,9	3,7	2,5	3,0	2,8	
Набухание, %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	
Предел прочности при сжатии, МПа, при температуре, °С						
	20	5,4	6,0	6,5	4,9	6,8
	50	1,8	2,0	2,3	1,6	2,1
Коэффициент водоустойчивости на сутки						
	0	0,84	0,97	0,95	0,93	0,96
	14	0,79	0,88	0,83	0,82	0,84
28	0,59	0,76	0,78	0,71	0,74	
Содержание битума в смеси, %	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	
Содержание добавки (активатора) в воде, %	0	1,5	2,0	2,0	рН=2,5	

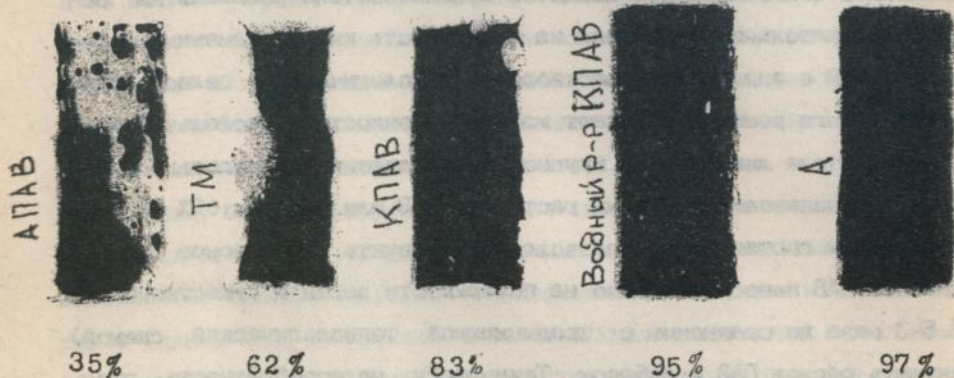


Рисунок 3. Адгезия битума к поверхности стекла (метод ХАДИ).

Принцип активации поверхности каменных материалов (ее перезарядки слабыми водными растворами кислот или щелочей), развитый А. Г. Ольгинским для заполнителей бетона, в настоящей работе использован для обеспечения электростатического взаимодействия положительно заряженных асфальтобетонов с перезаряженной поверхностью гранитного щебня и песка. Водный раствор отхода травления металлов и печатным плат наносился на поверхность каменных материалов перед их нагревом. Получаемый в этом случае асфальтобетон характеризуется повышенной водо- ($K_{в}^{28} = 0,74$) и морозостойкостью ($K_{мдз}^{50} = 0,82$). Сравнительная картина прочности сцепления битума с твердой подложкой (стеклом), обработанной водными растворами ПАВ, добавок и активатора, приведена на рисунке 3.

Установленные закономерности и пути повышения водоустойчивости асфальтобетонов позволили объективно оценить возможность применения в качестве песчаной составляющей асфальтобетонов песков из отработанных формовочных смесей. При этом решающим аргументом в пользу положительного решения вопроса явилось то, что в технологическом процессе приготовления формовочной смеси используют топочный мазут. Это приводит к гидрофобизации их поверхности, о чем, в частности, свидетельствуют значения коэффициента фильтрации этих песков, в 2,5 - 4 раза меньшие по сравнению с необработанными. В результате этого адгезия битума к поверхности формовочного песка составляет 80-85%, а природного - не более 20%. Асфальтобетоны на основе таких песков характеризуются повышенной водоустойчивостью ($K_{в}^{28} = 0,80$), прочностью на сжатие при 50°C ($R_{50} = 1,50 \text{ МПа}$), морозоустойчивостью ($K_{мдз}^{50} = 0,62$) и сдвигоустойчивостью ($\tau_{50} = 0,21 \text{ МПа}$). Склонность к старению асфальтобетонов с применением отработанных формовочных песков не выше, чем асфальтобетонов с обычным природным песком.

В пятой главе приведены результаты проверки предлагаемых решений и дан анализ их экономической целесообразности. Произведены и уложены в покрытие дорожных одежд асфальтобетонные смеси: с гранитным щебнем и отсевом, обработанным водным раствором активатора (Хмельницкий, 1991 год); с песками из отработанных формовочных смесей (Сумы, 1984 год, Харьков, 1988 год); с битумом, окисленным совместно с КОРСБ (Запорожье, 1988 год).

Экономическая целесообразность предложенных технологических приемов подтверждена значениями коэффициента качества выпускаемой продукции, определяемого мультипликативным методом с учетом максимизации и минимизации выбранных критериев качества (максимизированы показатели прочности при сжатии при температурах 50⁰ и 20⁰С, минимизированы значения снижения водоустойчивости на 28 сутки и морозоустойчивости после 50 циклов замораживания-оттаивания). С учетом дополнительных затрат на производство 1 тонны асфальтобетонной смеси эффективность предлагаемых технологических способов составила, соответственно при использовании добавок таллового мыла и песков из ОФС, 4.97 и 3.88 условных единиц (У.Е. = 1\$ USA).

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Исследование роли щебня, песка и минерального порошка в обеспечении свойств асфальтобетона, содержащего оптимальное количество битума в смеси показали, что граница раздела фаз между битумом и крупными минеральными зернами из кислых пород наиболее подвержена разрушающему действию воды. Это обусловлено низким уровнем адсорбционных и адгезионных взаимодействий в контактной зоне (адсорбция битума на поверхности кварца в 1,55 раза ниже, чем на поверхности известняка; сцепление битума с поверхностью гранита в 1,45 раза ниже, чем с поверхностью мрамора).

2. Последовательность объединения составляющих минеральной

смеси с битумом существенно влияет на качество асфальтобетона. Высокая прочность и водоустойчивость асфальтобетона обеспечиваются при раздельной технологии приготовления асфальтобетонных смесей, в случае объединения мелкодисперсной и грубодисперсной составляющих с оптимальным для каждой из них количеством битума, а также введением минерального порошка после перемешивания грубодисперсной составляющей с битумом. Эффект достигается за счет улучшения условий смачивания составляющих и устранения очагов несмачивания, возникающих из-за адгезии частиц порошка к поверхности крупных зерен.

3. Экспериментально показана принципиальная возможность регулирования водоустойчивости асфальтобетонов путем использования разновязких битумов при приготовлении смесей по раздельной технологии. Введение на щебень вязкого битума в наибольшей мере способствует повышению коэффициентов длительной водоустойчивости асфальтобетонов по сравнению с асфальтобетонами на основе эквивязкого или менее вязкого битума.

4. С учетом адгезии битума к материалам из различных горных пород показано, что объективным методом направленного повышения водоустойчивости асфальтобетона является избирательное воздействие на кислую, преимущественно крупную, составляющую смеси (щебень и песок). Введение на ее поверхность битума с КПАВ приводит к росту коэффициента водоустойчивости на 28 сутки на 24%. При этом экономия ПАВ, по сравнению с введением по обычной технологии, достигает 70%.

Использование АПАВ (раздельным введением его в составе битума на порошок, или на всю полипородную смесь) не приводит к существенному эффекту, что снижает актуальность использования таких ПАВ в технологии производства асфальтобетона.

5. Экспериментально подтверждена возможность регулирования

водо- и морозоустойчивости асфальтобетонов введением в битум добавок, представляющих собой побочные продукты химической промышленности. Доказана применимость для этих целей таллового мыла и моноэтанола.

6. Предложена и экспериментально доказана возможность обеспечения высоких показателей коэффициентов длительной водоустойчивости асфальтобетонов путем обработки гранитной части минеральной смеси (перед введением в смеситель известнякового минерального порошка и битума) водными растворами ПАВ и добавок, являющимися побочными продуктами промышленности. Обработка грубодисперсной составляющей из кислых пород водными растворами КПАВ, талловым мылом и моноэтанола привела к росту водоустойчивости в возрасте 28 суток, соответственно, на 29, 32 и 20 %, а морозоустойчивости через 50 циклов замораживания-оттаивания на 24, 22 и 11%. При этом наблюдается снижение расхода ПАВ и добавок по сравнению с традиционным введением в смесь в 2,5 - 3,0 раза.

7. Использование песков из отработанных формовочных смесей в качестве составляющей асфальтобетонных смесей различных типов, позволяет обеспечить высокие показатели водоустойчивости. Так, водоустойчивость в возрасте 28 суток асфальтобетонов с использованием таких песков превышает контрольные результаты на 12-25 %. Благодаря использованию при формовке органических связующих и добавок, пески из ОФС приобретают гидрофобные свойства, что подтверждается более низким (в 2,5 - 4,0 раза) коэффициентом фильтрации воды в сравнении с природным песком. По показателям сдвигоустойчивости и старения асфальтобетоны, содержащие пески из отработанных формовочных смесей, практически не отличаются от асфальтобетонов на основе дробленных песков.

8. Технико-экономическая эффективность предлагаемых решений составляет: при использовании песков из ОФС 3,88 у.е.; при изби-

рательной обработке грубодисперсных составляющих КПАВ - 2,98 у.е.; за счет применения добавок из побочных продуктов промышленности - 4,97 у.е. (У.е.=1 доллар США по курсу НБУ).

Результаты исследования использованы при разработке ТУ УССР 37-85 и ТУ 10.20 УССР 115-00 "Песок из отработанных формовочных смесей для дорожного строительства".

Основные положения работы изложены в следующих публикациях:

1. Фоменко Г.Р., Поясник Г.В. Пути использования отработанных формовочных смесей литейного производства в асфальтобетоне. Тез. докладов республ. научн.-техн. конфер. "Повышение эффективности строительства и эксплуатации автомобильных дорог". - Харьков, 1985. - С. 181-182.

2. Фоменко Г.Р., Поясник Г.В., Титарь В.С. Отходы литейного производства в городском дорожном строительстве. Тез. докладов 8-й научн.-техн. конфер. "Повышение качества строительства автомобильных дорог в Нечерноземной зоне РСФСР", Владимир, 1985. - С. 106.

3. Титарь В.С., Поясник Г.В., Золотарев В.А. Оценка морозостойкости асфальтобетонов на загрязненном отсеве и битумах разных структурных типов. - Автомоб. дороги и дорожное строит-во, 1986, вып. 38. - С. 39-41.

4. Кондратьева И.Г., Поясник Г.В., Захаренков В.В. Использование горелых песков в различных конструктивных слоях автомобильных дорог. - Автомоб. дороги и дор. стр.-во, 1986, вып. 36. - С. 73-75.

5. Агеева Е.Н., Фоменко Г.Р., Поясник Г.В. Модификация различными ПАВ поверхности минеральных материалов в асфальтобетонной смеси с целью оптимизации ее свойств - Автомоб. дороги и дор. стр.-во, 1989, вып. 45. - С. 44-48.

6. Поясник Г.В. Влияние вида песчаной составляющей на физи-

ко-механические свойства асфальтобетона. Тез. докл. республ. конфер. "Ресурсосберегающие технологии. Структура и свойства дорожных бетонов. Харьков, 1989, - С. 96.

7. Поясник Г. В., Агеева Е. Н., Золотарев В. А. Использование отходов целлюлозно-бумажной промышленности в качестве добавок при производстве асфальтобетонных смесей. Тез. докл. научно-техн. конф. "Использование отходов промышленности при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог в Нечерноземной зоне РСФСР" Владимир, 1990, - С. 68.

9. Жданюк В. К., Поясник Г. В., Шиленко Н. И., Кисель Е. В. Регулирование свойств битумов путем введения добавок кубовых остатков ректификации сырого бензола в окисляемый гудрон. Автодорожник Украины, №1, 1990. - С. 31-33.

10. Поясник Г. В., Жданюк В. К., Золотарев В. А. Использование отходов травления металлов в качестве активатора поверхности каменных материалов. -Тез. докл. Всесоюзной Н.Т.К., Владимир, ВНТО работников автомобильного транспорта и дорожного хозяйства, 1991. - С. 116.

11. Поясник Г. В., Агеева Е. Н., Жданюк В. К. Рациональное использование поверхностно-активных добавок из отходов промышленности при производстве асфальтобетонов. - Тез. докл. научно-техн. конфер., Харьков, Союз организаций строительного комплекса Харьковской области, 1991. - С. 38-39.

12. Поясник Г. В., Жданюк В. К., Золотарев В. А. Влияние активации поверхности заполнителей на морозоустойчивость асфальтобетонов - Тез. докл. межреспубликанской НПК, Суздаль, НТТО "ГЭЖ", 1992. - С. 75-77.

13. Поясник Г. В., Жданюк В. К. Сдвигоустойчивость асфальтобетонов, приготовленных с использованием песков из отработанных формовочных смесей. - Тез. докл. межреспубликанской НПК, Суздаль,

НТТО "ГЭК", 1992. - С. 81-82.

14. Жданюк В.К., Поясник Г.В. Использование отработанных органико-минеральных формовочных смесей при строительстве дорог. Автомобильные дороги и дор. стр-во, 1982, вып. 50. - С. 53-55.

15. Поясник Г.В., Жданюк В.К., Золотарев В.А. Регулирование водоустойчивости и морозоустойчивости асфальтобетонов водными растворами поверхностно-активных добавок. Депон. рукопись в ГНТД Украины от 22.02.94 г., N 324-Ук.94, - 9 с.

16. Жданюк В.К., Поясник Г.В. Повышение водоустойчивости асфальтовых бетонов активацией минеральных составляющих побочными продуктами промышленности: -Тез. докл. НПК, Киев, КАДИ, 1994. - С. 88.

17. Поясник Г.В., Золотарев В.А., Жданюк В.К., Агеева Е.Н. Способ приготовления асфальтобетонной смеси. - А. с N 1758036 А1. Заявка N 48087 23/33 от 02.04.1990. С 04326/26, Б.И. N 32, 1992.

18. Жданюк В.К., Поясник Г.В., Шиленко Н.И., Кисиль Е.В., Золотарев В.А. Способ получения вяжущего. - А.С. N 1808843 А1, заявка N 4794702/05 от 22.02.1990. С 06 L 95/00, С 06 K 11/00, Б.И. N 14, 1993.

Личный вклад. Изучено влияние раздельной технологии производства асфальтобетонной смеси с использованием битумов различной вязкости. Установлено, что формирование водоустойчивости асфальтобетона зависит от взаимодействия битума с кислой, преимущественно крупной, составляющей. Предложены пути повышения водоустойчивости асфальтобетона различными технологическими приемами с использованием побочных продуктов промышленности. Экспериментально подтверждена возможность использования песков из ОФС, как материала, повышающего водоустойчивость асфальтобетона, за счет предварительной гидрофобизации поверхности.

АНОТАЦІЯ

Поясник Г.В. Шляхи підвищення водостійкості асфальтобетонів.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за фахом 05.23.05 - Будівельні матеріали та вироби. Харківський державний автомобільно-дорожній технічний університет.

В дисертаційній роботі вивчена можливість отримання асфальтобетонів підвищеної водостійкості. Встановлено, що найбільш підвласна руйнуючій дії води межа розподілу фаз між бітумом та зернами щебеню з кислик порід. Запропоновані шляхи підвищення водостійкості різними технологічними засобами з застосуванням побічних продуктів промисловості. Економічна доцільність базується на підвищенні довговічності асфальтобетону, а також на використанні вторинних ресурсів. Здійснено впровадження у Харківській, Сумській, Запоріжській та Хмельницькій областях. Ефект складає 30000 карбованців в цінах 1988 року.

Ключові слова: довговічність, водостійкість, роздільна технологія, адгезія, піски з відпрацьованих формувальних сумішей.

ANNOTATION

Povasnik G. V. "The ways of increasing the water-resistance of asphalt concretes".

A thesis is submitted for the candidate degree of Engineering Sciences on specialization 05.23.05 - "Construction materials and products", Kharkov State Automobile and Highway Engineering Technical University, Kharkov, 1996.

In dissertation work studied the possibility to obtain the asphalt concrete with increased water-resistance. Established, that the phase boundary between the bitumen and crushed stone from acidic rock is mainly exposed to destructive effect. The economical expediency is based on the increase of durability of asphalt concrete and also the use of secondary materials. The results of work were used in the Kharkov, Sumskoi, Zaporozskoi, Khmel'nitchkoi regions. The economical effect was 30000 roubles in the price of 1988.

Key words: durability, water-resistance, separate technology, adhesion, surfacetant admixture, sand from the used moulding sand.

Подп.к печ. 27.05.96 Формат 60x84¹/₁₆. Бумага тип. Печать офсетная. Усл.печ. л.1,0
Тираж 100 экз. Зак. №2132

Копировально-множительный центр «**VSV**»
Харьков, пл. Советской Украины, 1, Дворец Труда, 2 п., 3 эт., к. 9.
Тел. (0572) 20-18-32

43 6451

AB 35.252