
УДК 082

ББК 94

Z 40

Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour»

Druk i oprawa: Sp. z o.o. «Diamond trading tour»

Adres wydawcy i redakcji: Warszawa, ul. Wyszogrodzka, 16
e-mail: info@conferenc.pl

Cena (zł.): bezpłatnie

Zbiór raportów naukowych.

Z 40 Zbiór raportów naukowych. „Nauka i utworzenie XXI stulecia : Teoria, Praktyka, Innowacje„. (29.11.2013 - 30.11.2013) - Opole: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour», 2013. - 124 str.
ISBN: 978-83-63620-19-6 (t.7)

Zbiór raportów naukowych. Wykonane na materiałach Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej Konferencji 29.11.2013 - 30.11.2013 roku. Opole.
Część 7.

УДК 082
ББК 94

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Powielanie i kopiowanie materiałów bez zgody autora zakazany.

Wszelkie prawa do materiałów konferencji należą do ich autorów.

Pisownia oryginalna jest zachowana.

Wszelkie prawa do materiałów w formie elektronicznej opublikowanych w zbiorach należą Sp. z o.o. «Diamond trading tour».

Obowiązkowa odniesienia do zbioru.

ISBN: 978-83-63620-19-6 (t.7)

"Diamond trading tour" ©

СЕКЦЈА 19. TRANSPORTU.(ТРАНСПОРТ)

24. Пірогова Г.В.....	88
«НЕЙПРОМЕРЕЖЕВА МОДЕЛЬ ОБРОБКИ БОРТОВИХ СИГНАЛІВ ЛІТАКІВ»	

СЕКЦЈА 21. FIZYKI I MATEMATYKI.
(ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ)

25. Овсиенко А.В.	92
МУЛЬТИМЕДІА-ТЕХНОЛОГІЇ – КАК ФАКТОР РАЗВИТІЯ САМОСТЯТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ	
26. Кульбаева Т.Ф.	95
ПОСТРОЕНИЕ ФУНКЦИИ РИМАНА-АДАМАРА ЗАДАЧИ ДАРБУ ДЛЯ ТЕЛЕГРАФНОГО УРАВНЕНИЯ.	
27. Мишкина М.П.	98
ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИИ РИМАНА-АДАМАРА ПРИ ОБРАЩЕНИИ НЕКОТОРЫХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ	
28. Орлова А.О.	102
ПОСТРОЕНИЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ДАРБУ ДЛЯ ТЕЛЕГРАФНОГО УРАВНЕНИЯ С ОТХОДОМ ОТ ХАРАКТЕРИСТИКИ	
29. Доровская М.С.	106
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНЖЕКЦИИ ГАЗА В ПЛАСТ, ЧАСТИЧНО НАСЫЩЕННЫЙ ВОДОЙ	
30. Белошайка А.О., Белошайка О.Я.....	108
ДІЯ АБРАЗИВНИХ ЧАСТОК НА ПОВЕРХНЮ МОНОКРИСТАЛА У ПРОЦЕСІ ХІМІКО-МЕХАНІЧНОГО ПОЛІРУВАННЯ	
31. Доровская М.С.	114
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗЛОЖЕНИЯ ГАЗОГИДРАТА В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ	

СЕКЦЈА 24. NAUKI CHEMICZNE.(ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ)

32. Бахматов М. Л.....	116
ПРИМЕНЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ МОДИФИКАТОРОВ И ПРИСАДОК К ДОРОЖНЫМ БИТУМАМ И ВЛИЯНИЕ ИХ НА СВОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОНА	
33. Звонарева Т. А.....	119
ТЕХНОЛОГИЯ ДОРОЖНОГО ЦЕМЕНТНОГО БЕТОНА С ДИСПЕРСНЫМ БИТУМОМ	



«НЕЙРОМЕРЕЖЕВА МОДЕЛЬ ОБРОБКИ БОРТОВИХ СИГНАЛІВ ЛІТАКІВ»

Основною метою даної роботи є розробка комп'ютерної моделі для підвищення безпеки польотів повітряних суден (ПС) за допомогою нейронних мереж.

З усіх режимів польоту повітряних суден (ПС) найбільш складним і напруженим є режим заходу на посадку і безпосередньо посадки. Пов'язано це, в першу чергу, з великим ступенем аварійності ПС на цьому режимі, внаслідок швидкоплинності процесу посадки і дуже високою нервово- психологічного навантаження екіпажу. Даний режим має досить високу швидкоплинність і вимагає від екіпажу впевнених, злагоджених дій, швидкої реакції на зміни. Час на захід у посадку і посадку займає не більше 1-2 % всього часу польоту, однак на цей режим припадає більше 50 % всіх авіаційних подій (АП). За останні 40 років на цей режим припало близько 55 % всіх втрат. Труднощі управління особливо зростають в умовах поганої видимості (туман, темрява), коли зорове орієнтування ускладнене або неможливе.

При цьому система управління (СУ) повинна забезпечувати стійкість, малий час відпрацювання великих відхилень, адаптивність до впливу збурень і точність виходу в задану точку приземлення. Зазначеним вимогам зараз відповідають інтелектуальні системи на основі нейроуправління.

Відповідно до прийнятої ІКАО класифікацією, розрізняють три основні категорії посадки залежно від параметрів метеомінімуму – дальності видимості і висоти нижньої межі хмар.

Необхідність застосування штучного інтелекту в бортових системах ПС обумовлена тим, що багато підзадач, які вирішуються в рамках її функціонування, або взагалі не можуть бути вирішені стандартними методами, або застосування цих методів обмежується вимогами до продуктивності та швидкодії системи. Застосування нейронних мереж в авіації знайшло свою нішу у вирішенні таких завдань – вибір оптимального маршруту польоту, обліт перешкод, розпізнавання наземних і повітряних цілей і т.д.

У якості повітряного судна мною вибраний транспортний літак ІЛ-76, що є основним цивільним і військовим транспортним літаком середнього класу у країнах бувшого Радянського Союзу і дуже широко використовується по всьому Світу. Крім того, цей літак продовжує випускатися у різних модифікаціях Ульяновським авіаційним заводом і має достатню перспективу експлуатації у часі.

У якості джерел інформації проєктований пристрій використовує наступні параметри польоту від наступних систем:

- Поточний курс літака К від курсової системи ТКС-П;
- Висоту істинну Ні від радіовисотоміру РВ -5;
- Кутове відхилення від рівно сигнальної зони гліссади Ег від радіоапаратури

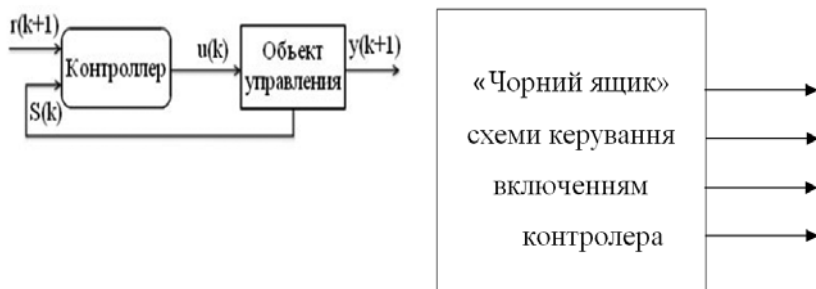


Рис. 1. Структурна схема реакції з нейронною системою управління «КУРС-МП-70»;

Вказані вище системи видають дані параметри у виді аналогових сигналів, які далі перетворюються у цифрові і на їх основі контролер формує мовні команди – інструкції, які через штатну систему мовних повідомлень РИ-65-10 літака ІЛ-76 передаються екіпажу через навушники літакової переговорної системи СПУ. Виконуючи інструкції системи екіпаж керує літаком і таким чином утримує його на заданій траєкторії заходу на посадку у боковій площині.

Нейроуправління (англ. NeuroControl) – окремий випадок інтелектуального управління, що використовує штучні нейронні мережі для вирішення задач керування динамічними об'єктами. Нейронні мережі мають ряд унікальних властивостей, які роблять їх потужним інструментом для створення систем управління: здатністю до навчання на прикладах і узагальнення даних, здатністю адаптуватися до зміни властивостей об'єкта управління та зовнішнього середовища, придатністю для синтезу нелінійних регуляторів, високою стійкістю до пошкоджень своїх елементів в силу спочатку закладеного в нейромережеву архітектуру паралелізму.

Вихідні сигнали схеми

- U1 – сигнал на включення мигаючого режиму лампи «Вкл. дитректор посадки»;
- U2 – сигнал на включення зеленої лампи «Вкл. дитректор посадки»;
- U3 – сигнал на включення жовтої лампи «Вкл. дитректор посадки»;
- U4 – сигнал на включення «бок. канала»;

Контролер директора посадки складається з трьох цифрових схем:

- схеми формування дискретних сигналів;
- схеми формування мовних інструкцій;
- схеми керування включенням контролера;

Алгоритм синтезу схеми керування включенням контролера:

- «Чорний ящик» пристрою;
- Вхідні сигнали пристрою;
- Вихідні сигнали пристрою;
- Програма роботи пристрою на основі таблиці бінарних сигналів;
- Структурні формули для синтезу функціональної схеми;
- Функціональної схема;

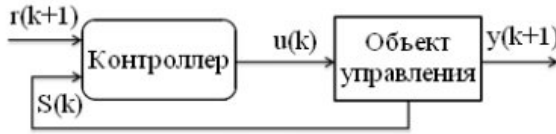


Рис. 2. Схема реалізації НМС

«Чорний ящик» пристрою

«Чорний ящик» цифрового пристрою відображає перелік вхідних та вихідних сигналів і тим самим, на найпростішому, на наглядному та загальному вигляді демонструє модель та функцію пристрою, або системи, що синтезується.

У завданнях нейроуправління для представлення об'єкта управління використовують модель чорного ящика, в якому спостерігаються поточні значення входу і виходу. Стан об'єкта вважається недоступним для зовнішнього спостереження, хоча розмірність вектора станів зазвичай вважається фіксованою. Динаміку поведінки об'єкта управління можна представити у дискретному вигляді:

$$S(k+1) = \Phi(S(k), u(k)), \quad (1)$$

$$y(k+1) = \Psi(S(k)), \quad (2)$$

де $S(k)$ – значення N -мірного вектора стану об'єкта на k -му такті; $u(k)$ – значення P -мірного вектора управління; $y(k+1)$ – значення V -мірного виходу об'єкта управління на такті до $+1$.

Для оцінки поточного стану об'єкта управління може бути використана модель $\text{Nag } X$, що складається з минулих положень об'єкта та затриманих сигналів управління:

$$S(k) = [y(k) \ y(k-1) \ y(k-2) \ \dots \ y(k-N) \ u(k-1) \ u(k-2) \ \dots \ u(k-Q)]^T$$

Вектор оцінки стану може бути також представлений без використання затриманих сигналів:

$$S(k) = [y(k) \ y(k-1) \ y(k-2) \ \dots \ y(k-N)]^T$$

Також можна уявити стан об'єкта як миттєвий знімок його фазової траєкторії:

$$S(k) = [y(k) \ y(k)^\prime \ \dots \ y(k)^{(N)}]^T$$

Висновок

В сучасних умовах розвитку інноваційних технологій в усіх галузях і сферах діяльності людини з'явилися нові наукові напрями. Однією з перспективних галузей сучасної інформатики на сьогодні є нейромережі. Розвиток штучних нейронних мереж тісно пов'язаний з біологією.

Важливою властивістю нейронних мереж – паралельна обробка інформації

одночасно великою кількістю нейронів. Завдяки цьому досягається значне прискорювання обробки інформації. Іншою не менш важливою особливістю нейронних мереж є здатність до навчання та узагальнення інформації. Таким чином досягається деяка схожість з роботою головного мозку людини.

Останнім часом спостерігається тенденція зростання інтересу до використання нейронних мереж для вирішення різних завдань при застосуванні їх в різних сферах людського життя.

З використанням нейронних мереж відкрилися можливості проведення обчислень в сферах, що до цього відносилися до сфери людського інтелекту. З'явилися можливості створення систем, які здатні вчитися, запам'ятовувати та аналізувати інформацію, що дуже нагадує розумові здібності людини .

Типові завдання, що можуть бути вирішеними за допомогою нейронних мереж та нейрокомп'ютерів є: завдання класифікації, автоматизація прогнозування, автоматизація процесу ухвалення рішень, управління, кодування та декодування інформації, розпізнавання образів та ін.

Нейронні мережі мають практичне застосування у проектуванні та оптимізації мереж зв'язку. Отже, у сучасному світі нейронні мережі це не далеке майбутнє. Дослідженнями нейромереж у різних галузях займаються науковці з усього світу. За допомогою штучних нейронних мереж можна опрацьовувати, аналізувати та узагальнювати інформацію, що являється аналогічною роботі головного мозку людини.

Література :

1. Коло П.Г. Нейронні мережі та нейрокомп'ютери : Навчальний посібник з курсу « Мікропроцесори » / П.Г. Круг – М: Видавництво МЕІ , 2002 .. – 176 с.
2. Акулов П.В. Рішення задач прогнозування за допомогою нейронних мереж / Акулов Павло Володимирович [Електронний ресурс] – Режим доступу : WWW . Dgtu.donetsk.ua
3. Оссовський С. Нейронні мережі для обробки інформації / Станіслав Осовский . Пер. з польської І.Д. Рудинського . – М: Фінанси і статистика , 2002 .. – 344 с.
4. Кальченко Д. Нейронні мережі : на порозі МАЙБУТНЄ / Данило Кальченко / / КомпьютерПресс – 2005 . – N1. [Електронний ресурс] – Режим доступу : НТТ / / www.compr.ru

**ПРИМЕНЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ МОДИФИКАТОРОВ И ПРИСАДОК
К ДОРОЖНЫМ БИТУМАМ И ВЛИЯНИЕ ИХ НА СВОЙСТВА
АСФАЛЬТОБЕТОНА**

Известно, что применение даже самого хорошего битума не всегда может полностью гарантировать высокое качество дорожного покрытия. Качество и долговечность асфальтобетона зависит от многих факторов:

- состава и свойств органического вяжущего — битума;
- качества и гранулометрического состава минерального наполнителя;
- соблюдения технологии при производстве асфальтобетонной смеси;
- условий эксплуатации дорожного покрытия и т.д.

Битум в составе асфальтобетона, по сути своей, является клеем, который соединяет твердые частицы минерального наполнителя заданного гранулометрического состава, образуя единый прочный монолит. С этой точки зрения битум должен обладать следующими свойствами: хорошей смачиваемостью к минеральному материалу, высокой адгезией, атмосферо- и светостойкостью, обеспечивать расчетную прочность и износостойчивость асфальтобетона и возможно меньшую временную зависимость изначальных технических характеристик от внешних условий эксплуатации покрытия.

Эффективным способом повышения качества дорожных покрытий могло бы явиться появление на рынке современных дорожных стройматериалов неокисленных и частично окисленных дорожных битумов. Неокисленные битумы (остаточные и компаундированные), полученные из высокосмолистых высокосернистых нефтей типа арланской (Башкортостан), Ромашкинской (Татарстан) и ряда других, более полно, в сравнении с традиционными окисленными битумами, обеспечивают высокое качество дорожных битумов, как более универсальных клеев[1].

Окисленный битум дает другое структурное распределение, а именно: 30—31% частиц имеют размеры до 16, а основу составляют

69—70% крупные коллоидные частицы с размерами до 440—470%.

Следовательно, неокисленные битумы являются мелкодисперсными коллоидными А наносистемами, относящимися к типу «золь».

Окисленный битум, представленный в большей степени грубодисперсными частицами, можно отнести к типу «золь-гель». Битумные наносистемы типа «золь» более пластичны и, наряду с более высокими адгезионными характеристиками, это их качество способствует обеспечению повышенной гидрофобности асфальтобетонных, а гидрофобность уже напрямую связана с водостойкостью. В свою очередь, повышенная водостойкость увеличивает долговечность дорожного покрытия.

С дальнейшим повышением требований к качеству дорог, особенно высокоскоростных, высоконагруженных, использование даже самого высококачественного битума в чистом виде (без добавок) уже полностью не обеспечивает достижение повышенных требований к асфальтобетонам. Как правило, высокопрочные инертные

материалы имеют кислый характер и по этой причине плохо сцепляются с битумом, который имеет либо нейтральный, либо слабокислый характер. В результате недостаточной величины адгезии минеральных материалов и органического вяжущего происходит преждевременное разрушение дорожного покрытия[2].

Ситуация заметно меняется в лучшую сторону при модификации дорожных битумов поверхностно-активными веществами (ПАВ), так называемыми специальными адгезионными присадками. Эти соединения, благодаря возникновению водородных связей, функциональными группами соединяются с поверхностью каменного материала, а углеводородными радикалами силами Ван-дер-Ваальса — с битумом. Присадки должны иметь такой лито-фильно-олеофильный баланс, чтобы их адгезия к каменному материалу была лучше, адгезии воды к нему и превышала значение когезии битума. Сцепление ПАВ с битумом должно соответствовать когезии битума. Этому условию удовлетворяют применительно к кислым материалам катионные ПАВ, содержащие одну или несколько аминогрупп и углеводородный радикал с 17 или более атомов углерода.

При модификации дорожных битумов адгезионной присадкой катионного типа битум приобретает способность надежно сцепляться даже с увлажненными минеральными материалами, что позволяет увеличить продолжительность сезона дорожного строительства. Прочностные характеристики асфальтобетонов, изготовленных с применением битумов, модифицированных присадкой, возрастают, соответственно возрастает и срок безремонтной эксплуатации дорожного покрытия. Существенное влияние на качество и долговечность асфальтобетонов оказывают полимерные материалы, применяемые для модификации битумов. Модификацию битумов полимерами проводят направленно с целью улучшения тех или иных эксплуатационных характеристик как самих битумов, так и асфальто-бетонных смесей на их основе[1].

В настоящее время наибольшее распространение в качестве полимерных модификаторов битума получили: резиновая крошка (РК), атактический полипропилен (АПП) и термо-эластопласт (ТЭП) типа СБС (стирол-бутадиен-стирол), отечественным представителем которого является ДСТ-30, термопласты, например, этилен-винил ацетат (ЭВА).

Что касается ТЭП, наиболее широко применяемого сегодня, то отечественные исследователи, в основном, модифицируют этим полимером битумы дорожных марок, полученные по технологии прямого окисления. За рубежом модификации подвергают, как правило, дорожные неокисленные битумы с высоким значением проницаемости порядка 200 единиц. При этом отпадает необходимость в использовании третьего компонента — пластификатора, применение которого для модификации окисленных битумов вызвано необходимостью повышения пластичности и снижения вязкости композитов.

Модификация неокисленных битумов полимерами происходит легче и эффективнее по следующим причинам:

- за счет тонкодисперсной коллоидной структуры «золь» — скорость диффузии коллоидных образований в полимер тем выше, чем меньше размер частиц;
- за счет повышенного содержания ароматических соединений, имеющих большее сродство к данному полимеру;

Наиболее широко в качестве пластификатора для модификации дорожных

Табліца 1

Качественные характеристики ПБВ 60, в сравнении с требованиями ГОСТ 22245-90 и ГОСТ Р 52056-2003.

Фактические показатели качества ПБВ 60							
Глубина проникания иглы, 0.1	Глубина проникания иглы, 0.1М	Растяжимость, СМ, при	Растяжимость, СМ, при	Температура размягчения	Изменение температуры размягчения, 0С	Температура хрупкости по	Температура вспыш
мм при 25 0С	при 0 0С	25 °С	0°С	по КиШ, °С	чения, 0С	Фраасу, 0С	ки, 0С
73	39	72	30	63	4,0	-29	240
Требования			ГОСТ Р52056-2003 для марки ПБВ 60				
не менее 60	не менее 32	не менее 25	не менее 11	не ниже 54	не более 5	не выше минус 20	не ниже 230
Требования ГОСТ 22245-90 для битума марки БНД 60/90							
61-90	не менее 20	не менее 55	не менее 3.5	не ниже 47	не более 5	не выше минус 15	не ниже 230

битумов ТЭП сегодня используют индустриальные масла И-20, И-40⁵. Это неверный подход. Указанные масла состоят, как правило, из углеводов нефтяного строения. Сродство растворителей нефтяного строения и полимера типа стирол-бутадиен-стирол невысокое[3].

Качество полимербитумного вяжущего ПБВ 60 приведенного состава в сравнении с требованиями действующей нормативно-технической документации представлено в табл. 1.

Из табл. 1 следует, что все показатели качества ПБВ 60 по ГОСТ 52056-2003 превосходят аналогичные показатели для битума марки БНД 60/90. В то же время качественные характеристики опытно-промышленной партии ПБВ 60, изготовленного по совместным разработкам, существенно превосходит требования действующего стандарта на ПБВ той же марки[2].

Таким образом, разработка представлений о механизме направленного регулирования состава и свойств битумных и битумполимерных систем, а также об особенностях взаимодействия таких систем с катионоактивными ПАВ и полимерными материалами позволила на практике получить для строительного комплекса.

Литература

1. Аминов Ш. Х., Кутын Ю. А., Струговец И. Б., Теляшев Э. Г. Современные битумные вяжущие и асфальтобетоны на их основе.— СПб: «Недра», 2007,— 336 с.
2. Теляшев Э. Г., Аминов Ш. Х., Кутын Ю. А. и др. Особенности производства и применения модифицированных битумных композиций // Материалы междунаучно-практической конф. «Нефтегазопереработка-2009»,— Уфа: Изд. ГУП «ИНХП РВ», 2009.- С. 162.
3. Гилязова А. А., Дезорцев С. В., Кутын Ю. А., Теляшев Э. Г. О некоторых особенностях реологических характеристик нефтяных окисленных битумов // Материалы междунаучно-практической конф. « Нефтегазопереработка-2009». — Уфа: Изд. ГУП «ИНХП РВ», 2009 – С. 178.

ТЕХНОЛОГИЯ ДОРОЖНОГО ЦЕМЕНТНОГО БЕТОНА С ДИСПЕРСНЫМ БИТУМОМ

Анализ доступной научно-технической литературы выявил множество способов совместного применения органического и минерального вяжущих в цементных бетонах, наиболее эффективными среди которых оказались введение в бетонную смесь на стадии ее приготовления готовых битумных эмульсий. Применение битумных эмульсий [1] отличается простотой и высокой технологичностью. Однако и этому способу присущи многие недостатки, главным из которых является неизбежное заблаговременное приготовление битумных эмульсий, сопровождающееся значительными организационными трудностями и экономическими затратами. Для приготовления комбинированных смесей, как правило, используют медленнораспадающиеся битумные эмульсии с повышенным содержанием жидкого эмульгатора (до 2,5 %), который, образуя на частицах цемента полимолекулярные слои, негативно влияет на реакции гидролиза и гидратации цемента. Оставаясь в составе битума, эмульгатор снижает его исходные свойства, ослабляя адгезию и водостойкость битумных пленок. Согласно ГОСТ 12.1.007—99 битумные эмульсии относятся ко второй группе материалов по токсичности.

С учетом недостатков эмульсий на жидких эмульгаторах наиболее целесообразным представляется применение битумных эмульсий на твердых эмульгаторах (БЭТЭ), так называемых битумных паст. Но при использовании в качестве твердого эмульгатора цемента, способного к гидравлическому твердению, исключается возможность предварительного приготовления БЭТЭ, ее хранения.

С момента приготовления смеси и до окончательно сформировавшегося цементного бетона с добавкой битума протекают термодинамические процессы, описываемые представлениями физической химии о поверхностных явлениях в дисперсных системах. Процессы структурообразования происходят в направлении достижения состояния устойчивого равновесия и носят самопроизвольный характер. По второму закону термодинамики все самопроизвольные процессы являются экзотермическими, идут с выделением энергии, т.е. суммарная энергия системы при этом уменьшается. Согласно данным представлениям теоретически были рассмотрены: 1) смачивание водой минеральных составляющих; 2) диспергирование и стабилизация битума цементом; 3) уплотнение смеси; 4) формирование битумной пленки; 5) адгезия битума к минеральным материалам.

Диспергированию битума в смеси предшествует его вытягивание до состояния нитей, которые по достижению критической толщины распадаются на глобулы, размер которых зависит от состава смеси, разновидности и дисперсности применяемого эмульгатора, вязкости битума, типа смесителя и др. Теоретический анализ показал, что стабилизация битума осуществляется путем адгезии глобул битума к частицам твердого эмульгатора через граничный слой воды толщиной 0,01.0,001 мкм. В основу рассмотрения стабилизации битумных глобул были положены представления

Б.В. Дерягина [2] о граничных слоях и П.А. Ребиндера [3] об избирательном смачивании жидкостями твердого тела. Формирование цементно-битумного камня представляется в три основные стадии. На первой стадии при затворении минеральных компонентов водой и введении разогретого битума происходит его диспергирование. При этом образуется коагуляционная структура цементного теста с включением битумных глобул. На второй стадии в результате гидратации цемента число коагуляционных контактов между частицами цемента резко возрастает, при этом наблюдается развитие процесса схватывания, сопровождающееся упрочнением структурных связей. В начальной стадии этого процесса структура еще сохраняет способность к тиксотропному восстановлению после прекращения механических воздействий. По мере химического связывания воды цементом, испарения влаги и появления пор создаются условия для растекания битумных глобул по влажным поверхностям минеральных составляющих. На третьей стадии происходит переход цементного теста, постепенно утрачивающего свои обратимые тиксотропные свойства, в искусственный камень. Лавинная кристаллизация приводит к образованию на фоне коагуляционных кристаллизационных структур — гидратационного твердения.

Цементный бетон, полученный по предлагаемой технологии, является необратимой гетерогенной системой гидрофильно-гидрофобного типа. Дифильность системы обусловлена за счет образования в структуре гидрофильного цементного бетона гидрофобных битумных пленок.

Образование в объеме смеси битумной эмульсии на твердом эмульгаторе — цементе — имеет решающее значение в технологии цементного бетона с дисперсным битумом. Качество БЭТЭ зависит от степени дисперсности битума — среднего диаметра битумных глобул, определяемого расчетным методом микроскопического анализа. Эмульгирующая способность цемента оценивалась через максимальное значение коэффициента концентрации K , представляющего весовое отношение битума к эмульгатору. Исследования БЭТЭ сводились к изучению степени дисперсности битума и максимальных коэффициентов концентрации $K_{\text{таx}}$. Для сравнения эмульгирующей способности цемента (тонкостью помола 97 %) применялся известняковый минеральный порошок, удовлетворяющий требованиям ГОСТ Р 52129 — 2003, с содержанием зерен менее 0,0071 — 100 %. Битум марок БНД 60/90, БНД 90/130, БНД 130/200 при температурах от 120 до 160 °С вводился в суспензию эмульгатора с температурой от 20 до 80 °С. Влажность суспензии соответствовала максимальной водоудерживающей способности эмульгаторов. Установлено, что оба эмульгатора позволяют получать эмульсии с высокой степенью дисперсности битума, которая при температурах битума БНД 90/130 160 °С и суспензии 20 °С составила: для цемента — 30 мкм, $K_{\text{таx}} = 1,18$; для известнякового минерального порошка — 24 мкм, $K_{\text{таx}} = 1,3$. До- мол цемента до тонкости 99,2 % при тех же условиях позволил получить дисперсность битума 27 мкм и $K_{\text{таx}} = 1,28$. Снижение вязкости исходного битума, увеличение температур битума и суспензии твердого эмульгатора способствует увеличению степени дисперсности битума.

Диспергирование битума возможно в определенном диапазоне влажности смеси, выше и ниже которого оно малоэффективно или неосуществимо. Для возможности укатки цементобетонной смеси дорожными катками наиболее важным является минимальный предел влажности (В/Ц), позволяющий получать удовлетво-

рительную дисперсность битума и высокую плотность бетона. Оптимальной с этой точки зрения оказалась влажность при $V/Ц = 0,4$.

Изучение физико-механических свойств цементного бетона осуществлялось на цилиндрических образцах $a_c = 50,5$ мм и $d_c = 71,4$ мм и образцах-балочках размером $40 \times 40 \times 160$ мм, приготовленных по методике ГОСТ 12801—98*. Смеси готовились в лабораторной двухвальной мешалке принудительного действия, обычно применяемой для приготовления асфальтовых смесей. Теоретический анализ смачивания минеральных компонентов смеси водой позволил предложить последовательность дозирования составляющих смеси. Смешение начиналось после одновременной загрузки в мешалку расчетного количества щебня, песка и воды. После 5 с перемешивания вводился цемент. Перемешивание продолжалось до достижения однородности смеси (15.30 с). Щебень и песок увлажняются мгновенно и создают большую суммарную поверхность воды, что способствует быстрому и равномерному смачиванию цемента. Не прерывая перемешивания, в один прием вводилось требуемое количество разогретого до 140.160 °С нефтяного битума. Время перемешивания смеси с битумом составляло 30 с.

Уплотнение смесей осуществлялось на формовочном прессе ПСУ-50 в течение 3 мин под нагрузкой, устанавливаемой индивидуально для каждого состава смеси, но близкой к началу выжимания воды (30.50 МПа), и на установке с перекачивающей нагрузкой, сконструированной в СГТУ. После уплотнения образцы помещались в камеру, обеспечивающую стандартные для бетона условия твердения. С учетом того, что формирование битумной пленки продолжается в покрытии в результате действия солнечной энергии (температуры) в течение продолжительного времени, была принята ускоренная методика подготовки образцов, по которой образцы бетонов в возрасте 28 сут извлекались из камеры и в течение 12 ч подвергались термической обработке при температуре 90 °С и влажности воздуха (90 ± 5 %), что в конечном счете позволяло получать бетон со свойствами, приближающимися к свойствам цементного бетона в покрытии.

Для обеспечения большей плотности и прочности бетона гранулометрия смесей отвечала требованиям зернового состава высокоплотных асфальтобетонов по ГОСТ 9128—97. Количество цемента принималось из условия обеспечения минимальной прочности цементного бетона на растяжение при изгибе $L_{изг}$ (B_{bb} 4,0) и прочности на осевое сжатие $Y_{оск}$ (B 30). Минеральная часть бетонной смеси укладывалась в контур оптимальных составов высокоплотных асфальтобетонов и составлялась из отдельных фракций гранита:

Степень дисперсности битума в смесях всегда ниже дисперсности в БЭТЭ, что объясняется неоднородностью смеси из-за присутствия щебня и песка.

Доказана эффективность уплотнения цементобетонных смесей с дисперсным битумом методом укатки. Изучение уплотнения осуществлялось на лабораторном стенде с перекачивающей нагрузкой, сконструированном в СГТУ [5]. Присутствие битума оказывает влияние на перераспределение воды в уплотняемом слое и приводит к образованию между частицами минерального материала достаточно прочных и вместе с тем вязких связей, поэтому цементобетонные смеси с дисперсным битумом требуют уменьшения максимальной толщины уплотняемого слоя и увеличения приложения циклических нагрузок по сравнению с цементобетонными смесями без

добавок битума. Находясь в диспергированном состоянии, битум некоторое время блокирует развивающиеся кристаллизационные связи в цементном бетоне, замедляя сроки начала и конца схватывания цемента: соответственно со 132 и 188 мин без добавок битума до 183 и 262 мин при 5 % битума в смеси. Это позволяет транспортировать смеси на большие расстояния и продлять работы по их укладке.

С учетом дефицитности нефтяных битумов рассмотрена возможность применения в составе цементного бетона составленных вяжущих, состоящих из каменноугольного дегтя, нефтяного и сланцевого битумов в любом количественном соотношении. Проведенные исследования показывают, что свойства цементного бетона с составленными вяжущими практически не отличаются от цементного бетона, содержащего нефтяной битум, что дает основания рассматривать составленное вяжущее в качестве альтернативы нефтяному битуму.

Предложен эффективный способ по созданию защитного слоя для цементного бетона с дисперсным битумом, заключающийся в термической обработке поверхности покрытия открытым пламенем горелки. Разработано и запатентовано устройство для его осуществления. Предпосылками способа послужили высокая первоначальная прочность бетона (табл.), дающая возможность проезда автотранспорта по свежешелому слою, и то, что в составе бетона уже содержится БЭТЭ. При достаточном содержании битума в смеси его глобулы, находящиеся вблизи поверхности, растекаются до состояния пленки, образуя надежный экран, препятствующий преждевременному испарению влаги из бетона. Для исключения выгорания битума температура нагрева покрытия не должна превышать 180 °С. Эффективность термической обработки (образовавшейся пленки) оценивалась лабораторным способом по потерям массы образцов в контрольные сроки твердения. Партия цилиндрических образцов $d = 71,4$ мм с содержанием битума от 1 до 5 % от массы минеральной части подвергалась всесторонней термообработке открытым пламенем газовой горелки эжекционного типа мощностью 10 кВт. С целью меньшего выкипания воды поверхность образцов нагревалась до температуры 140 °С. Хранение образцов осуществлялось в комнатных условиях при естественной влажности и температуре воздуха. При твердении образцов в естественных условиях без операций по уходу за бетоном за 28 сут образцы теряли до 2,77 % от своей первоначальной массы. Потеря, %, массы образцов при испарении воды в результате самой термообработки составила: при 1 % битума — 0,96; при 3 % битума — 0,77; при 5 % битума — 0,64. В возрасте 28 сут уменьшение массы, %, термообработанных образцов составило: при 1 % битума — 1,23; при 3 % битума — 0,5; при 5 % битума — 0,4. Установлено, что термообработка поверхности образцов бетонов наиболее эффективна при содержании в смеси битума от 3 % и более. Во всех случаях под воздействием высокой температуры происходило мгновенное схватывание цемента, в результате чего образовывался слой («корка») сформировавшегося бетона толщиной 2.4 мм, свойства которого близки к приведенным в таблице.

Предложенная технология цементобетона с дисперсным битумом, уплотняемого укаткой, является более экономичной, так как исключает необходимость применения битумных эмульсий как на стадии приготовления смесей, так и на стадии ухода за покрытием, экологически безопасной и обеспечивает высокие качества бетона.

Литература:

1. Бушнева Е Ю. Цементные растворы и бетоны с добавками модифицированных битумных эмульсий : дис. ... канд. техн. наук. М., 2005. 138 с.
2. Дерягин Б.В., Щербаков АМ. О влиянии поверхностных сил на фазовые равновесия поли- молекулярных слоев и краевой угол смачивания // Коллоидный журнал. 1961. № 1. С. 65—69.
3. Ребиндер П.А. Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика. М. : Наука, 1979. 384 с.

