

# ПРИМЕНЕНИЕ МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ



воронеж издательство воронежского университета 1980

#### YIK 625.7

В тематическом межвузовском соорнике излагаются результати исследований свойств смесей из местных материалов и отходов промышленности для устройства конструктивных слоев дорожных одежд. Рассматриваются способы повышения качества органических вяжущих и дорожных одежд из местных материалов.

Сборник рассчитан на научных и инженерно-технических работников, занимающихся исследованием, проектированием и строительством современных дорожных конструкций, а также может бить использован студентами дорожно-строительных специальностей вузов.

Печатается по постановлению Редакционно-издательского совета Воронежского университета

#### Редколлегия:

канд.техн.наук С.И.Самодуров (науч.ред.), канд.техн. наук В.А.Дементьев (зам.науч.ред.), канд.техн.наук В.А.Кейльман (зам.науч.ред.), В.Г.Еремин, канд.техн.наук А.П.Куэнецов, В.И.Микрин, канд.техн.наук В.И.Резванцев

ИБ Ж 529

ПРИМЕНЕНИЕ МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОТХОДОВ ПРОМАЩЛЕННОСТИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

> Редактор Т.И. Васкакова Кудожник А.Г. Лось Корректоры Т.Н. Карабут, Н.В. Плахина

Подп. в печ. 04.07:80: ЛЕ:04297. Форм. 69х84/16. Бумага типографская № 3. Ротапринт Русл. п.л. 5,1. Уч.-жэд. л. 4,6. Тираж 500. Заказ <sup>2425</sup>. Цена 70 коп.

Издательство Воронежского университета Воронеж, ул. Ф. Энгельса, 8
Типография издательства ВГУ
Воронеж, ул. Нушкинская, 3

<u>п 30209-041</u> 63-80 С издательство Воронежского университета, 1980 м174(03)-80

УЛК 624.138.061.6

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИМ
ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПРОЦЕСОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
В СИСТЕМАХ ЗАПОЛНИТЕЛЬ—ВЯМУЕЙ

А.П.Платонов Ленинградский инженерно-строительный институт

Формирование структур конгломератных материалов происходит в результате топохимического (поверхностного) вазимодействия вяжущего с ваполнителем. Метод инфракрасной спектроскопии повволяет подучить прямую информацию о природе этого вваимодействия и соотоянии вяжущего до и после обработки им ваполнителя. Для исследования процессов, происходящих при взаимодействии частиц грунтов с укрепляющими реверентами, в частности со смолами холодного отверждения впервые этот метод был применен Г.Л.Масленковой [1], М.Н.Першиным [5], Л.М.Новичковой с соавторами [3], А.П.Платоновым [6], Е.Н.Огородниковой [4].

Нами проведено мсследование методом ИК-спектроскопии процессов вваимодействия грунтов с полиакриламидом, фурфуролом и анилином, кар-бамидной смолой.

При исследовании поверхностных явлений методом ИК-спектроскопии пучок излучения проходит как через адсорбированные молекулы (макромолекулы), так и через адсорбент. При этом возможны потери излучения за счет адсорбента. Поэтому для получения достаточно интенсивного спектра применяют образцы с высокой удельной поверхностью в виде мелкораздробленных порошков [2]. Существует два способа приготовления образцов для опектроскопии [1,6].

По первому способу получают 10%-ный раствор полимера в воде, в который вносят равновесное количество грунта. Смесь выдерживают сутки при обычной температуре, избыток воды удаляют фильтров льной бумагой и доводят до воздушно-сухого состояния. Порошкообразные образцы прессуют в матрице из бромистого калия. Приготовление образцов по первому способу позволяет уменьшить рассеивание ИК-излучения и сохранить поверхность образцов неизменной в процессе вваимодействия частиц с реагентами.

По второму способу образец укрепленного грунта выдерживают определенное время (время формирования) в воздушно-влажной среде, высушивают до воздушно-сухого состояния под вакуумом при обычной температуре, после чего измельчают в агатовой ступке и перемешивают с фторировенным и вазелиновым маслом.

В вависимости от вадачи исследования спектры снимали в области фтороида лития или хлорида натрия.

<u>ИК-спектры минералов, свободных гидроксильных групп и моле-</u> кул воды [2].

Поверхности всех окислов покрыты гидроксильными группами и адсорбированными молекулями воды. Валентные колебания свободных гидроксильных групп на кремнеземе характеривуются полосами поглощения с частицами  $3750-3760~{\rm cm}^{-1}$ . Полоса при более нивкой частоте ( $3650~{\rm cm}^{-1}$ ) относится к гидроксильным группам, участвующим в образовании водородных связей на поверхности окислов.

Для молекулярно-адсорбированной воды в ИК-спектре характерна полоса погложения в области  $1630~{\rm cm}^{-1}$ , обусловленная движением атомов водорода в плосвости молекулы:

Полоса поглощения вылектных колебания гидрокомльных групп воды в жидкой фаве появляется в области около 5450 см 1 и указывает на наличие водородной связи. Дерориированные колебания гидроксильных групп вмеют полосы поглощения при честотях, вначительно меньших 1600 см 1.

Для SiO<sub>2</sub> полоса погложеная лежит в пределах 1200-1020 см<sup>-1</sup>, для SiO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>O — в пределах 1250-1020, 1856 и 1800 см<sup>-1</sup>. В инферакрасном спектре кварца, измельченного до частиц размером около 1 мкм, полосы погложения появляются при частотах около 3400, 1100 м 950 см<sup>-1</sup>. Высокочастотная полоса может быть отнесена к валентному колебанию "кислород-водород" поверхностных гидроженлыных групп, образованных при реакции молекул воды с группой Si-O или

St , которые возникают в результате раврыва свявей St - O - St в исходной отруктуре кварца. Полоса 1100 см<sup>-1</sup> относится и деформационному колебанию гидроксильных групп.

ИК-спектры аминов, адсороированных на монтмориллонитах [6]

В качестве мономеров для укрепления грунтов применяют такие авотсодержащие соединения, как внилин и мочевина. На примере некоторых первичных аминов установлено, что адсорбция первичных аминов происходит на межедоевых поверхностях глин. При адсорбции аминов на кислых монтмориллонитах и монтмориллонитах, замещенных на акрминий, кальций и натрий, образуются катноны адкиланмония RN+Ha. При этом количество адсорбированных аминов вквивалентно емкости истионного обмена глинистого минерала. Симметричное деформационное жожебание N+Hs обусловливает в спектре интенсивную полосу 1520-1500 см-1. Полоса поглощения, соответствующая антисимметричному колебанию, маскируется, по-видимому, полосой деформационных колебаний воды при частоте 1630 см . Избыток амина приводит к появлению токько погложения деформационного колебания группы -NH, при частоте 1595 см-1. В различных монтмориллонитах моноамины адсорбируются так, что алифатическая цепь направлена перпенанкулярно плоскости 001 силикатного слоя.

образуют через неподеленную пару электронов координационные связи с атомами адоминии и железа.

# ИК-спектры системы грунт-поливириламил

В системе полиакриламид — тяжений суглинок (рис.1) образование водородных свявей подтверждается появлением полосы поглощения водородных групп полимера при частоте 3460 см<sup>-1</sup> и исченовением полосы поглощения гидрокомльных групп заполнителя. Полосы поглощения межмакромолекулярных связей амидных групп 3850 см<sup>-1</sup> и 3180 см<sup>-1</sup> отсутствуют. Полоса поглощения валентных колебаний карбонильной группы смещается от 1668 к 1655 см<sup>-1</sup>. При увеличении молекулярной массы полиакриламида, кроме смещения полос амидных групп, появляется полоса 1595 см<sup>-1</sup>, характеризующая образование и увеличение количества координационных связей между полимером и частицам грунта.

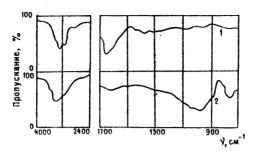


Рис. I. Спектры поглощения полиакриламида (I) и суглинка, обработанного им (2)

# <u>ИК-спектры систем</u> грунт - поливиниловый спирт, грунт-акрил-

В ИК-спектрах систем грунт-поливиниловый спирт, грунт-акриламид полосы поглощения водородных связей 3430 см-1, гидроксильных групп грунтовых частиц - 3630 см-1 и деформационных колебаний силоксановых свявей 800 см 1 отсутствуют (рис.2 кривые 1.2. рис.3 кривые 2,8). Отсутствует и полоса поглощения 3340 см $^{-1}$ , соответствующая внутримолекулярным свявям ПВС. Из сравнения спектров (рис.3, кривые 1,2 и 4,5) видно, что полоса поглощения валентных колебаний гидроксильных групп 3630 см $^{-1}$  при обработке грунта реагентами исчевает м появляется полоса 3440 см<sup>-1</sup>, соответствующая водородным свявям, образованным амидной (- CONHo ) и гидроксильной (ОН) группами грунта. Вместо полос поглошения амид-1 (1668 см $^{-1}$ ) и амид-П (1610  $cm^{-1}$ ), характерных для валентных колебаний карбонильной (>C=O) и аминогрупп (NH<sub>o</sub>), связанных водородными свявями. появляются полосы 1668. 1620. 1595 см-1. что можно интерпретировать как смещение полос в ревультате образования координационных -- CDЯЗВЙ МЕЖДУ МЕКРОМОЛЕКУЛЯМИ ПОЛИМЕРА И НЕКОМПЕНСИРОВЕННЫМИ ВАРАдами присталлических решеток глинистых минералов.

В ИК-спектрах систем, грунти в которых были представлены супесью, пылеватым суглинком и кварцем, отмечены невначительные изменения полос поглощения, что говорит о слабом вваимодействии компонентов. Это обусловлено, по-видимому, невначительным содер-

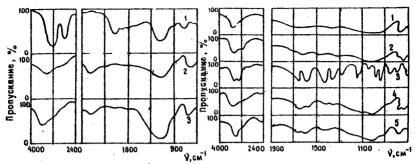


Рис. 2. Спектры поглощения поливинилового спирта (I) и обработанных им суглинка (2) и чернозема (3)

Рис.3. Спектры поглощения тяжелого суглинка (I), чернозема (2), акриламида (3), тяжелого суглинка и чернозема (5), обработакных акриламидом

жанием коллоидной фракции в грунтах и слабой активностью глинистых минералов, ее составляющих.

#### ИК-спектры системы каслин-фурфурол-анилин

Для выяснения механивма вваимодействия фурфурола и анилина с грунтами при равном порядке йх внесения снимали ИК-спектры каслина до и после обработки их реагентами (рис. 4). Результаты приведены в таблице.

В ИК-спектре каолина, обработанного анилином, интенсивность полос поглощения 3512, \$478 и \$485 см<sup>-1</sup> (в отличие от тех же полос поглощения ИК-спектра чистого каолина, которые можно отнести в валентным колебаниям гидроксильных групп), сильно воерастает, что можно объяснить военикновением межмолекулярных связей за счет гидроксильных групп. По сравнению с ИК-спектром чистого каолина в ИК-спектре каолина, обработанного фурфуролом и анилином, ревко уменьщается и смещается на 11 см<sup>-1</sup> полоса поглощения \$512 см<sup>-1</sup>, что можно объяснить вовникновением внутримолекулярных водородных связей.

В спектре каслина, обрасстанного вначале анилином, а ватем фурфуролом, интенсивность всех трех полос поглощения по сравнению с чистым каслином уменьшается не так реако, как в спектре каслина, обрасстанного фурфуролом, а ватем анилином, что говорит о блокировании аминогруппы анилина при внесении его в грунт первым и о химическом вваимодействии с фурфуролом при внесении вторым.

## ИК-спектры системы песок - карбамидная смоле

Интенсивность полос поглощения укрепленных естественных обравцов (рис. 5, кривые 4) выше интенсивности полос поглощения обрав-

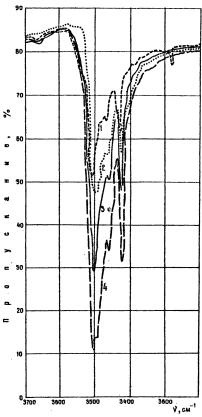


Рис.4. Спектры поглощения каолина, обработанного фурфуролом и анилином (I), анилином и фурфуролом (2), клолина (3)

и каолина, обработанного анилином (4)

Таблица

Результаты анализа ИК-спектров реагентов и грунтов,
обработанных ими

Объект исследования	Функциональная группа	Полосы поглощения и их характеристика
Анилин	N4H <sub>2</sub>	3170-3390cm <sup>-1</sup>
Каолин	-он	3512, 3478, 5435 cm <sup>-1</sup>
Каолин + анилин	<b>∸</b> ОН; <b>−</b> NН <sub>2</sub>	3512, 3478, 3435 см <sup>-1</sup> . Возрастание интенсивности полос поглощения. Возник- новение водородных связей
Каолин+ фурфурол + + анилин	-OH; -NHg	Уменьшение интенсивности полос поглощения, смеще- ние полосы 3512 см-1 вследствие ооразования меж- и внутримолекулярных водородных связей
Каолин + анилин + + фурфурол	OH;NH₂	Менее вначительное уменьше- ние полос поглощения, обус- ловленное блокировкой ами- ногруппы

пов бе аутигенных пленок при одинаковом положении полос (см. рис. 5, кривие 3). Полоси поглощения ИК-спектра карбамидной смоли (см. рис. 5, кривие 5) вначительно отличаются от полос ИК-спектра грунтов, обработанных

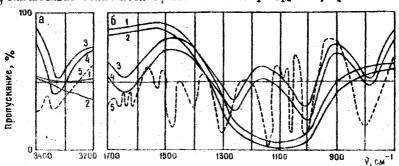


Рис. 5. Спектри поглощения в родасти призм фторида лития (а) и хлорида натрия (б) песчарого грунта без аутигенных пленок (I), и с аутигенными пленками (2), песка без аутигенных пленок, обработанного карбамидной смолой (3), песка с аутигенными пленками, обработанных карбамидной смолой (4) и карбомидной смолы (5)

смолой (см.рис.5, кривне 3,4).Так,полоса 810 см<sup>-1</sup> смещена в более низкочастотную, а полосы поглощения карбонильных грунп — в более высокочастотную область. Частоты валентных колебаний МН — групп смещены в обработанных грунтах в низкочастотную область. Вместо двух полос МН — группы в спектре смолы в спектре обработанных смолой грунтов появляется лишь одна полоса 3325 см<sup>-1</sup>. При обработке гидрата окиси железа карбамидной смолой в ИК-онектре обнаруживаются полоса 3410 см<sup>-1</sup>, характерная для гидрата окиси железа, и полоса 3290 см<sup>-1</sup>, появление которой свидетельствует об образовании водородных связей между гидратом окиси железа и макромолекулами карбамидной смолы [3]. Приведенные данные указывают на вваимодействие макромолекул карбамидных смол с частицами песчаных грунтов ва счет водородных и координационных связей.

Таким образом, ИК-спектроскопия позволяет выяснить механизм процессов, происходящих на поверхности грунтовых частиц при формировании конгломератов на основе систем заполнитель-вяжущее.

## Литература

- 1. Масленкова Г.Л. Исследования природы склеивающей способности полимеров при искусственном структурообравовании почв. Автореф. канд. дис. Л.. 1962.
- 2. Накамото К. Интракрасные спектры неорганических и координационных соединений. М., 1966.
- 3. Новичкова Л.М. и др. Исследование взаимодействия некоторых водорастворимых полимеров с грунтами по инфракрасным спектрам—Материалы 6-го Всесова. совещания по закреплению в уплотнению грунтов. Л., 1971.
- 4. Огородникова Е.Н. Влияние желевистых пленок при укрепле-
- Першин М.Н. Укрепление грунтовых дорог в распуткцу. Л.,
   1966.
- 6. Платонов A.П. Теоретические основы и практические опособы применения смол колодного отверждения для укрепления грунтов в транспортном строительстве. Т.. 1972.

УДК 625.7.06/07

В.В.Картамышев

# ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ СОСТАВА И СВОЙСТВ БИТУМА МЕТОЛОМ ИНФРАКРАСНОЙ СЛЕКТРОСКОПИИ

Ростовский инженерноотроительный институт

Исследовали изменения состава и свейств битума марки 60/90 под влиянием климатических факторов в естественных условиях. Пробы битума в специальных ванночках (толщина слоя 1,5-2 мм) экспонировали: в г.Ростове-не-Дону в течение 6, 12 и 18 месяцев. После каждого орока старения определяли степень изменения свойств битума.

Через 18 месяцев старения проб битума глубина проникания уменьшилась от 81 до 24 дмм, температура размятчения увеличилась от 40,5 до 58°, растяжимость снивилась от 100 до 48 см, когевия увеличилась от 1,15 до 2,50  $10^5$ -Па. Изменился групповой химический состав битума (табл.1). В нем вначительно уменьшилось содержание масел (с 45,7 до 39,2%) и увеличилось содержание асфальтенов (с 28,4 до 31,2%). Количество смол уменьшилось незначительно. В масмак снивилась доля ароматических углеводородов, в смолах увеличимась доля спиртобенвольных смол. Полученные результаты находятся в соответствии с теоретическими исследованиями [1].

Таблица 1 групповой состав битума после старения, %

Время		водоре	оды (м	асла)	<u> </u>	Смолы				
CTAPS- HES, MCCS- ILL	фино-	Ner- Nec- Netu- Pec- Nec-	CPOA- HEO- APO- MATH- VOC- KNO	ТЯЖО- ЛНО аро- мати- чес- кие	BOG-	бөн- Н <b>НӨ</b>	спир- тобен- вольные	BOG- FO	Асфаль- тени	
0	2,0	88,5	7,1	8,1	45,7	18,0	17,7	30,7	28,4	
12	2,8	29,8	6,9	2,2	41,2	12,5	18,4	30,9	27,6	
18	8.8	28.3	6,2	0.9	39,2	9,1	19,3	28,4	81,2	

Представляло интерес выяснить, как изменяются свойства с тума в составе асфальтобетона в процессе экоплуатации покрытий. Для это-

го на вырубок верхнего слоя покрытия различных сроков службы быям веяты пробы битума. Были определены глубина пронякания и в отдельных пробах (вбливи точки максимальной прочности асфальтобетона) установлены когезия, количество асфальтенов и сняты ИК-спектры (табл. 2,8, рис. 1).

Как покавывают результати исследования, глубина пронивания вакономерно снижалась и достигала 27-30 дмм, что может очитаться критическим вначением для климатических условий Ростовской области.

Таблица 2 Свойства битумов, экстрагированных из верхнего слоя покрытия различных сроков службы

Показатели			Cpor	C.	лужб	Н	покрі	HT	ия,	ΓO,	Щ							
//ORGODIONA	2	1	3	1	4	1	5	1	6	1	7	1	8	1	9.	1 101	111	12
Глубина про- никания, дви	67- 70	-	58- 61		53- 55		48- 50		43- 46		40 <b>-</b> 43	4	11- 12		36- 38	<b>34-</b> 35	31- 33	27- 80
Содержание асфальтенов,%	_		-				-		_		-				_	89. 28	41, 4	-
Когевия, 10 <sup>5</sup> -Па			-		-		-		-		<del>, -</del>		_	1	1	8. 58	8 25	-

Максимальная когевионная прочность битума вафиксирована примерно на 1-1,5 года ранее максимальной прочности асфальтобетона. Содержание асфальтенов в битуме к этому времени составило 39,2%, что свидетельствует о достижении битумом максимальной структурной прочности [1]. Дальнейшее увеличение количества асфальтенов ведет к разрушению структуры битума. Это подтверждаетоя данными о резком сняжении прочности асфальтобетона на скатие и растяжение после 9-11-го года эксплуатации покрытий [7].

Для внявления химических и структурных изменений в битуме был применен метод инфракрасной спектроскопии. ИК-спектры снимали с образцов битума в виде пленок на спектрометре UR -20 и расшир-ровивали с помощью специальных таблиц и длаграмы [2-5].

Для анализа была внорана область ИК-поглощения 400-2100 см<sup>-1</sup>, которая характеризуется колебаниями разнообразных структурных фрагментов: парафиновых, ароматических, карбонильных и т.д. Как-дый структурный фрагмент характеризуется своим набором полос поглощения. Так, полоса поглощения в области 725 см<sup>-1</sup> обусловлена маятниковыми колебаниями СН<sub>2</sub> — групп в полиметиленовых цепочках.

880 см $^{-1}$  — наличием нафтеновых фрагментов, 1040 см $^{-1}$  — присутствием вфиров и спиртов (ссответствует симметричным и асимметричным колебаниям С-О-С), 1610 см $^{-1}$  — плоскостными скелетными колебаниями ароматического кольца, присущими большинству ароматических струже тур, 1710 см $^{-1}$  — валентными колебаниями карбонильной группы С = 0 (проявляется в окои— и карбоксиссединениях, т.е. альдегидах, эфирах, ветонах и кислотах ациклического, циклического и ароматического рядов) [2-6].

Таблица 3 Изменение интенсивности поглодения стуктурных фрагментов битума при его старении

Срови			я интенсивы итума в диа			
Онтума	725	880	1040	1380	1610.	1710
	паннолат6	полоса	поглощения	1467	om <sup>-1</sup>	
0	0,30	0,80	0,29	0,77	0,45	0,30
6 месяцев	0,32	0,29	0,35	0,79	0,50	0,43
12 -"-	0.25	0.28	0.31	0,78	0,61	0,40
18 -"-	0,80	0,27	0,40	0,79	0,50	0,48
10 жет	0,31	0,40	0,66	0,78	0,48	0,49
11 -"-	0.32	0.47	0,64	0,72	0,52	0,51
12 -"-	0,82	0,45	0,77	0,78	0,49	0,50
	аталонная	полоса	поглощения	1380	cm <sup>-I</sup>	
0-	0,39	0.39	0,87	1,29	0,60	0,39
6 месяцев	0.41	0.87	0,45	1,27	0,63	0,55
12	0.80	0.80	0.89	1,28	0,76	0,51
18 -"-	0,41	0,84	0,50	1,27	0,66	0,61
10 лет	0,42	0,52	0,89	1,84	0,67	0,66
11 -"-	0,44	0,65	0,89	1,38	0,72	0,69
12	0,44	0,62	1,06	1,40	0,68	0,68

Содержание структурных фрагментов оценивали по относительной витенсивности поглощения (за вычетом фона), измеряемой в максимумах полос, соответствующих виду колебания данного фрагмента, в сравнении с эталонной полосой, что поэволяло исключить влияние на иК-спектры толщины пленок и концентрации растворителя. За эталонные принимали полосы 1380 и 1467  $_{\rm CM}^{-1}$ .

Спектры всех проб битума оказались одинаковыми по характеру в набору структурных фрагментов, но равличными по относительным величнам интенсивностей полос поглощения (см.рис. 1,2, табл. 3). Относительная интенсивность полосы 1467 см<sup>-1</sup>, обусловленная преимущественно ножничными колебаниями СН<sub>2</sub>— групп, была менее стабильной, чем интенсивность полосы 1380 см<sup>-1</sup>, связанная с симметричными ко-жебаниями СН<sub>3</sub>—групп. Повтому при анализе спектров в качестве эталонной была выбрана полоса 1380 см<sup>-1</sup>.

Неизменяемость относительной интенсивности полосы 1380 см<sup>-1</sup> при длительной эксповиции битумов свидетельствует о сохранения в нях числа метильных групп. Поскольку окисление метильных групп не происходит или является слабым (невначительное изменение полосы 1380 см<sup>-1</sup>), можно считать, что эти группы не связаны с ароматичестими кольцами. Частичное изменение интенсивности в области 1467 см<sup>-1</sup> повволяет судить о том, что метиленовые группы в асфальтенах могут изменяться при окислении.

Рост относительной интеноивности суммарного карбонильного и карбоксильного поглощения в полосе 1710 см<sup>-1</sup> наиболее заметен в первые сроки старения битума. В битумах из покрытий, достигших максимальной когезионной прочности, относительная интенсивность этой полоси стабилизируется. Интенсивность других полос поглощения менется менее вначительно.

Можно полагать, что при старении в битуме происходят внутримолекулярная цикинвация, изменяется вваимная ориентация и перегруппировка функциональных групп. Окислительные процессы протекают в битумах по схеме цепного механизма окисления Баха-Энглера [9].
Оченидно, при действии солнечной радмации в смолах и всфальтенах
обравуются свободные радикалы, которые могут инициировать появление свободных радикалов в маслах [8]. Свободные радикалы, реагируя с кислородом, обравуют перемяеные радикалы и гидроперемяси,
дальнеймие превращения которых ведут в вознивновению высокомелекулярных веществ смещанного характера.



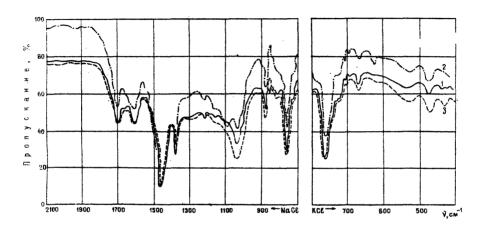


Рис. 1. ИК-спектры битумов ва покрытий равличных сроков службы (дет): 1 - 10; 2 - 11; 3 - 12



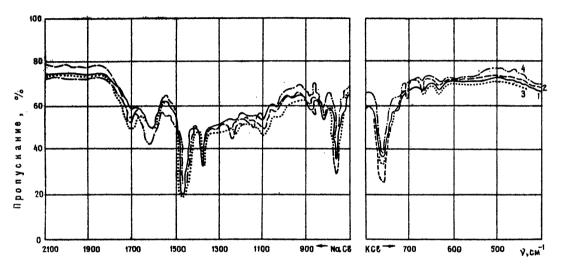


Рис. 2. ИК-спектры битума пооле старения в естественных условиях г.Ростова н/Д:

1 - исходного, 2 - через 6 месяцев старения;

3, 4 - через 12 и 18 месяцев старения соответственно

#### Литература

- 1. Колбановская А.С., Михайлов В.В. Лорожные битумы. М. 1973.
- 2. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. М., 1965.
- Наканиом К. Инфракрасные опектры и строеные органических соедимений. М. 1965.
- Касицына Л.А., Куплетская М.Б. Применение УФ-, ИК- и ЯМР-спектрооконии в органической химии. М., 1971.
- 5. Смирнов Б.А. Сравнительное изучение состава сложных смесей органических веществ комбинированным спектральным микрометодом анализа. – В кн.: Методы анализа органических соединений нефти, их смесей и производных. М., 1969.
- Глотова Н.А. и др. Изучение структурно-группового оостава битумов различного происхождения. - Химия и технология топлив и масел, 1973, № 1.
- Картамышев В.Б. Динамика изменения во времени свойств битумоминеральных смесей, уложенных в покрытие. – В кн.: Лути псвышения качества и снижения стоимости строительства и эксплуатации дорог на юге РСССР. Ростов н/Д. 1976.
- 8. Желевко Е.П., Неченый Б.Г. О кинетике образования и рекомбинации свободных радикалов в битумах. Тр. СоюздорНИЙ, Балашиха, 1970. вып. 46.
- 9. Эмануэль Н.М. и др. Цепные реакции окисления углеводородов в жидкой фаве. М., 1965.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭМУЛЬГИРУЮЦЕЙ СПОСОБНОСТИ АНИОНАКТИВНОГО ЭМУЛЬГАТОРА ЭВШ

В.А.Харченко, Л.М. Чигиринцева, Т.С. Элькина

Воронежский инженерно-строительный институт, Шебекинский комбинат синтетических жирных кислот и жирных спиртов

Качество дорожных битумных эмульсий зависит от эмульгатора, жоторый должен обладать физико-химическими свойствами [1], способствующими понижению поверхностного натяжения на границе раздеда фав и образованию прочных гидратированных пленок в системе битумной эмульсии. Такие свойства имеют коллоидные и полуколлоидные поверхностно-активные вещества.

Нами исследована вмульгирующая способность анионактивного вмульгатора ЗВШ, полученного путем содового омьления парафинового оксидата.

Эмульгатор ЭВШ представляет собой смесь органических соединений: углеводородов, спиртов, кислот и их солей примерно в равных количественных соотношениях. Число углеводородных атомов в цепи компонентов — порядка  $C_5$ — $C_{22}$ . ЭВШ — пастообразная масса светложентого цвета, хорошо растворимая в воде; плавится при 35— $36^{\circ}$ , заживает при  $60^{\circ}$ ; содержание сухих веществ 65—76%; кислотное число 24,6 мг КОН, число омыления 70 мг КОН, рН водного раствора 55%—ной концентрации при  $25^{\circ}$  1,17. Эмульгатор проявляет стабиливирующие свойства при вваимодействии с битумом, образуя анионные битумные эмульсии прямого типа.

При исследовании процесса эмультирования битума жвучали влияние на эмультирующую способность эмультатора ЭВШ его концентрации в воде (40-62%), температурного режима приготовления высокожониентрированной эмульсии и разведения ее водой до рабочей концентрации битума (53%). Поскольку эмультатор ЭНШ характеризуется числом омыления 70 мг КОН в более, то его применяли как готовый эмультатор без дополнительной химической обработки едкой щелочью.

Приготовление битумных эмульсий на эмульгаторе ЭВШ включает следующие этапы:

- 1) приготовление водного растора эмульгатора;
- получение высокоженцентрированной битумной эмульски на водном растворе эмульгатора;
- разведение высококонцентрированной эмульсии водой до рабочей концентрации битума в эмульсии.

Примененная нами методика получения высококонцентрированной битумной эмульсии согласуется с методикой, разработанной ранее л.Я.Кремневым и Л.А.Бородиной [2]. Отличие состоит в том, что эмультирование битума мы рассматриваем как непрерывный процесс, включая в него перевод высококонцентрированной эмульсии в эмульсию с рабочей концентрацией битума. Поэтому этап разведения водой высококонцентрированной эмульсии до рабочей концентрации битума является составной частью процесса получения эмульсий.

Эмульгирование битума в водных растворах эмульгатора проводили при температуре от 50 до  $75^\circ$ . Растворы эмульгатора нагревали до  $40-55^\circ$ . битум — до  $65-80^\circ$ .

Главная задача при исследовании процесса эмульгирования битумов в водных растворах эмульгатора состояла в установлении оптимальной концентрации дисперсной фазы (битума), которая должна быть несколько ниже ее предельной концентрации во избежание коалесценции (слияния) битумных капель и разрушения системы эмульсии, т.е. пережода в эмульсии обратного типа.

Из приведенных в тесл. I примеров эмульгирования битума БНД-60/90 с кислотным числом 0,75 мг КОН в водных растворах эмульгатора концентрации 40 и 55% следует, что на каждом этапе эмульгирования тип и свойства эмульсии меняются. Вначале образуется эмульсия прямого типа (М/В) пониженной дисперсности, а затем, по мере увеличения концентрации битума, она становится вноокодисперсной и хорошо разводится водой. Дальнейшее увеличение концентрации битума приводит к его предельной концентрации, что обусловливает образование эмульсии обратного типа (В/М), которая не разводится водой. Из этого следует, что процесс эмульгирования битума нужно прекращать при его концентрации на 1,5-3% ниже предельной.

Анализ данных таблицы 1 покавывает также что на процесс эмульгирования битума влияет концентрация эмульгатора в водном растворе. Так, при 40%-ной концентрации эмульгатора процесс эмульгирования битума протекает несколько вамедленно. Об этом свидетельствует относительно невысокая (около 85%) концентрация битума в эмульсии. Высококонцентрированная эмульсия при разведении водой до рабочей концентрации битума (53%) содержит точечный коаголюм битума, который образуется в результате частичного слипания глобул битума в более крупные его сгустки. В таком состоянии эмульсия малоустойчива при хранении. При 55%-ной концентрации эмульгатора процесс эмульгирования битума протекает более интенсивно. Предс. вная концентрация эмульгированного битума достигает почти 93%.

Таблица 1
Изменение состава и свойств эмульсии с битумом БНД-60/90
(имслотное число 0,75 мг КОН) на отдельных этапах ее
изготовления

		<b>4</b>	Биту	да !	Во	ьгатор	! Эмул		Концент
-	Тип и свойства эмульсии	% от массы эмульсии	r	% от массн эмульсии	r		TO H BOA	эмуль- гиро- вания	рация эмульга- тора в воде,%
	М/В, пониженной дисперсности	53,0	7,0	28,2	3,74	18,8	2,5	. 1	40
	To we	69,2	14,0	18,4	3,74	12,4	2,5	П	40
		76,3	20.0	14,2	3,74	9,5	2,5	Ш	40
	M/B, при разведении водой образует точечный коаголюм битума	80,0	25,0	12,0	3,74	8,0	2,5	17	40
	To me	82,3	29,0	10,6	3,74	7,1	2,5	У	40
.1	В/М, не равводится водой	84,9	35,0	9,0	3,74	6,1	2,5	1 <b>y</b>	40
8	М/В, пониженной дисперсности	69,1	10,2	13,9	2,04	17,0	2,5	1	55
1	To xe	82,0	21,0	8,0	2,04	9,7	2,5	П	55
	10	87,6	32,0	5,6	2,04	6,8	2,5	Ш	55
	M/B, высокодисперсная, разводится водой	89,5	89,0	4,9	2,04	5,6	2,5	19	55
	То же, хорошо разводится водой	90,3	42,0	4,3	2,04	5,4	2,5	<b>y</b>	55
	В/М, не разводится водой	92,9	59,0	3,2	2,04	3,9	2,5	У1	55

Эмульсия получается высокодисперсной, устойчивой при хранении в корошо разводится водой.

В табл. 2 приведены данные эмульгирования битума БНД-60/90 с кислотным числом 0,75 мг КОН ваводского изготовления и битума БН-Ш с кислотным числом 0,80 мг КОН, полученного окислением гудрона в бескомпрессорной установке.

Ив данных табл. 2 следует, что на процесс эмульгирования влияет как концентрация эмульгатора в водном растворе, так и физико-химические свойства битумов. Оптимальной концентрацией эмульгатора для исследуемых битумов следует считать 55%-нув, так как дальнейшее увеличение ее не способствует вначительному увеличению содержания битума в эмульсии.

Большое вдияние на процесс эмульгирования битумов оказывает температурный режим.

Оптимальная температура эмульгирования исследуемых битумов в водном растворе эмульгатора  $\partial B \mathbb{H}$  при 55%—ной концентрации составля—ет  $65-70^{\circ}$  (табл. 3). Нагревание свыше  $72-75^{\circ}$  приводит и коагудяции битумов в эмульсии, понижение температуры ниже  $50^{\circ}$  способствует образованию грубых дисперсий.

Таблица 2
Влияние исицентрации эмульгатора в водном растворе на предельную концентрацию битума в эмульсии

Концентрация эмульга- тора в водном растворе, %	Предельная концентрация битума	в эмульсии,%,		
Topa b Bodhow paotsope,	БНД-60/90 (кислот- ное число 0,75 мг КОН)!	ЕН-Ш (кислотное число 0,80 мг КОН		
40	84,9	70,0		
42	85.3	73,7		
45	85,4	78,2		
48	88,2	80,8		
50	90,2	81,5		
58	91,1	85,0		
<b>55</b> ·	92.9	88,2		
53	93,0	89,5		
60	93,1	90.6		
62	93,2	91,3		

Проведенное исследование эмульгирующей способности эмульгатора ЭВШ повволило получить его оптимальный состав и разработать техможетию приготовления анионной битумной эмульски как особого вида органического вяжущего для дорожных смесей.

Таблица З Влияние температуры эмульгирования на концентрацию битума в эмульски

Гемпература эмульгирования, <sup>О</sup> С	Процент в эмульсии эму ЕНД-60/90 (кислотное ! число - 0,75 мг КОН) !	льгированного битума ЕН-Ш (кислотное число - 0,80 мг КОН)
52	84,8	82,8
56	85,4	84,6
60	87,6	85,8
<b>68-</b> 65	90,3	87,6
68	91,5	89,0
70	92,9	89,2
72	86.8	84,1

Примечание. Был применен водный раствор эмульгатора ЭВШ 55%ной концентрации.

# Литература

- 1. Бородина Л.А., Гельфанд С.И. Исследование свойств эмульгаторов для получения дорожных битумных эмульсий. — В кн.: Исследование органических вяжущих дорожно-строительных материалов. М., 1947.
- 2. Кремнев Л.Я., Бородина Л.А. Получение высококонцентрированных эмульсий в лопастной мешалке. М., 1962.

**УЛК** 625.7.08

# ИЗ ОПІТА ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИ ПРОТОВЛЕНИЯ ГОРЯЧИХ АСФАЛЬТОВЕТОННЫХ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ГУДРОНА

Ф.А.Северинов,Д.М.Халеев,В.П.Гладких Воронежский инженерно-строительный институт

Окисление гудрона в битум — энергосмкий процесс, требующий строгого соблюдения технологического режима. В то же время качество получаемых битумов не всегда отвечает требованиям ГОСТа 22245-76, что отражается на качестве покрытий автомобильных дорог. В отраслевой научно-исследовательской дерожной наборатории при ВИСИ равра-ботана технология приготовления горячих асфальтобетонных смесей, которая предусматривает вамену традиционной схемы гудрон — битум — асфальтобетонная смесь схемой гудрон — асфальтобетонная смесь. В соответствии с этой схемой технологические процессы переработки гудрона в битум и приготовление асфальтобетонных смесей совмещены в один процесс.

Горячие асфальтобетонные смеси на основе гудрона готовят на установке, основу которой составляет смеситель Д-597, Д-508 или любой другой смеситель принудительного перемешивания. Смеситель оборудован гребенками для подачи горячего воздуха в мешалку, емжостью для дозирования и подачи инициатора процесса окисления, дымососом, повволяющим удалять образующуюся паро-газовую смесь из
объема мешалки. В состав установки входят компрессор подачи воздуха, воздухонагреватель, емкости с центробежным насосом и трубопроводами, обеспечивающими подачу и циркуляцию инициатора процесса.

Минеральный заполнитель, проходя через сущильный агрегат, нагревается до температуры 200-220° и подается в бункер доватора, из которого отдовированные фракции вводятся в мешалку. В нее подается и отдовированный в объемном доваторе гудрон с температурой 100-120°. Гудрон, имеющий меньщую вязкость, чем битум, хорошо распределяется по поверхности минерального заполнителя, обволакивая тонкой пленкой его зерна. После введения и распределения в мешалке гудрона в нее подается инициатор процесса окисления в количестве от 3 до 6% от массы смеси. Перемещиваемая смесь продувается вовдухом, предварительно подогретым в воздухонагревателе до температуры более 100° и подаваемым в количестве 1,5-6 м³/мин. Продурка. Смеси горячим воздухом увеличивает поверхность контакта гудрона с окислителем, что приводит к возрастанию скорости окисления. Кроме того, частично компенсируются потери тепла на испарение благи, вводимой в мешалку с инициатором процесса.

Описанная технология была применена в 1978 г. в ДСУ-28 треста "Киевдорстрой-2" и Смоленском ДРСУ управления "Алтайавтодор". Было произведено дооборудование смесителей дополнительными устройствами, установлены емкости для приема инициатора процесса окисления, в качестве которого была использована водная пульпа гипохлорита кальция: в ДСУ-28 - б%-ная в количестве 6% от массы смеси, в Смоленском ДРСУ - 10%-ная в количестве 4% от массы смеси. Причем было установлено, что улучшению качества смеси способствует медменное введение в нее пульпы в течение всего времени перемешивания. Это объясняется, по-видимому, более полным вваимодействием окислителя с гудроном при медленном введении пульпы. При ее равовом введении вначительная часть активного хлора выбрасывается из воны смешения вместе с отходящей паро-газовой смесью, не успевая вступить во взаимодействие с окисляемой поверхностью.

В таблице приведены основные физико-механические показателы асфальтобетонов, полученных на основе гудрона по новой технологии.

Таблица Значения показателей при различной Физико-маханические показателя концентрации пульпы гипохлорита каль-RMU ! 10%-ной 6%-ной **Условная вявкость гудрона** С<sup>5</sup> 20 30 Водонасыщение по объему. % 1.4 3.1 Набухание по объему. % Her Нет Предел прочности при сжетии. Па-10 при температуре: 24.5 28 50 10,2 12 Коаффициент водостойкости 0.92 0.9

Изготовленные горячие асфальтобетонные смеси отвечают тресованиям ГОСТа 9127-76 для смесей 1 и П марок.

На выходе из смесителя температура смесей была равна  $145\text{--}160^{\circ}$ . Смеси были удобоукладываемые и не комковались.

Экономический эффект от внедрения новой технологии составля-

ет 1600 руб. на 1 км покрытия дороги ини 14 руб. на 1 т гудрона, мопользованного вместо битума

УДК 625.855.

# ВЛИЯНИЕ КАУЧУКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА СТРУКТУРНОМЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ

а.И. Крупан

Воронежский инженерно-строительный институт

Добавки полимеров, особенно властомеров (каучуков), значительно удучшают механические свойства битумных материалов [1]. Каучук в виде раствора легко и быстро растворяется в битуме, обравуя в нем непрерывную сетку (структуру) из крупных разветаленных молекул каучуки [2]. Такое структурирование придает битуму новые ценные свойства: упругость, эластичность, термостойкость, долговечность.

Нами исследованы реологические характеристики дорожных битумов и битумно-каучуковых вяжущих (БКВ) и влияние добавок каучуковых материалов на структурно-механические свойства дорожных битумов. БКВ готовили путем объединения расплавленного и обезвоженного битума с раствором каучука в керосине при температуре 180° в открытом реакторе при непрерывном перемещивании в течение 0,5; 1; 1,5 часа.

Характеристика исходных материалов для приготовления битумно-каучумовых вяжущих: битум БНД-60/90 Киришского нефтеперерабатывающего вавода:  $\Pi_{25}$  - 65 дим,  $\Pi_{0}$  - 20 дим,  $T_{p}$  - 52,5°;  $\Pi_{25}$  - 100 см;  $\Pi_{0}$  - 3,6 см. Каучуки: СКД - Воронежского вавода СК им. С.М.Кирова (ТУ-38-103320-76); СКС-90 АРКПН - эфремовского вавода СК (ТУ-38-103820-76). Керосин - осветительный (ГОСТ 18499-73).

Концентрации растворов в керосине: СКД - 15%, СКС-30 АРКШ - 15% и 20%.

Изучение структурно-механических характеристик битумов и БКВ проводили на ротационном вискозиметре PB-8 системы Воларовича в интервале температур от 25 до  $80^{\circ}$ .

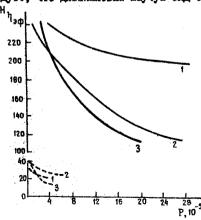
Все исследованные нами вяжущие при температуре 800 и ниже

представляют собой условно-пластичные тела с высокой прочностью и визмостью. Предельного разрушения структуры при выбранных температурах в области высових градиентов скоростей достигнуть не ¿(Р) имерт место начальные участки удалось. На кривых течения полных реслогических кривых. Анализ структурно-механических свойств рассматриваемых БКВ показывает, что кривые течения имеют один и тот же характер, однако вначения реологических констант БКВ, содержащего каучук СКД, выше, чем БКВ, содержащих СКС-30 АРКПН. Например. вначение Р. (граничного напряжения сдвига) больше у БКВ, содержащего СКД, чем у БКВ, содержащего СКС-30 (см. таблицу), что указывает на большую прочность и устойчивость структуры этого БКВ. Сравнивая БКВ, содержащие СКС-30 с различным количеством растворителя (керосина), можно отметить, что с уменьшением растворителя в системе битум - каучук - керосин (растворитель) прочность и устойчивость структуры вяжущего повышается.

Эффективная вязность (  $\eta_{3\Phi}$  ) всех вяжущих с повышением температуры от 60 до  $80^{\rm O}$  уменьшается (см.рисунок), однако характер зависимости для разных материалов различен. Так,  $\eta_{3\Phi}$  битума при напряжениях сдвига порядка  $4 \cdot 10^{\rm O}$  Па уменьшается в 20 рав, в то время как  $\eta_{3\Phi}$  ЕКВ — в 13:4 раза.

. Разрушение структури битума при температуре  $80^{\circ}$  наступает при напряжениях одвига  $(6+6.5)-10^{\circ}$  Па, тогда как битумно-ваучувовые вяжущие при тех же напряжениях сдвига остаются структурированными жидкостями.

Из сравнения БКВ, содержащих каучук СКД и СКС-30 АРКПН, следует, что дивиниловый каучук СКД оказывает большее упрочияющее



Рисунов. Зависимость эффективной вязкости и деф от напряжешия сдвига Р при температуре 60° (сплошные линии) и 80° (штриковые линии) вяжущих:

1 - битума ЕНД - 60/90; 2 - БНД - 60/90 в смеси с 15%-ным раствором СКД; 3 - БНД-60/90 в смеси с 15%-ным раствором СКС-30 АРКЛН

Таблица

натериал іго	ремя при-! отовления! жущего.ч!	t ,00 10.	10 <sup>2</sup> lla	ч · 10 <sup>2</sup> Па	6 10 <sup>2</sup> la	PK. 1021
БНД-60/90 БНД-60/90 20%-ной		60°	2,6	18	2,25	4,2
БНД-60/90 20%-ной концентрации	0,5		0,477	9	0,454	5,4
То же	1	. •	0,941	7,6	0,76	2,6
To me	1,5		0,928	10	0,667	2,9
БНД-60/90+СКС 15%-ной концентрацыя	0.5	•	0,472	7,2	0,382	8,8
To me	1		0,545	4 .*	0,408	0,8
To же БНД-60/90+СКД	1,5 0,5		1,683 1,60	16,2 · 12,0	1,483 0,845	2,8 4,2
To me	1		2,15	10,4	1,444	3,6
To me.	1,5	R	2,09	16,8	1,616	4,6

действие на структуру битума, чем стирольный СКС-80.

#### Виводи

- 1. Введение каучуков в битумы расширяет температурный интервал использования вяжущих и повышает их прочностные жарактеристики.
- 2. Из сравнения БКВ, содержащих каучуки СКД и СКС-SO АРКПН, следует, что большее упрочняющее действие на билум оказывает каучук СКД.

# Литература

- 1. Колбановския А.С., Михайлов В.В. Дорожные битумы. М., 1973.
- 2. Горшенина Г.И., Михайлов Н.В. Полимер-битумные изоляционные материали. М., 1967.

УЛК 691.16:625.855.3

## АКТИВАЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОРОШКОВ НЕКОТОРЫМИ ОТХОДАМИ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫЛЬЯННОСТИ

Н.И.Сулин, В.А.Харченко
Воронежский инженерно-строительный институт

Асфальтовые бетоны, приготовленные на активированных минеральных порошкех, имеют повышенную плотность, тепло-, морово- и водоустойчивость, а также требуют меньшего (на 8-10%) расхода битума по сравнению с асфальтобетонами на известковых порошках [2,3].

Для активации минеральных порошков, входящих в состав асфальтобетона, применяют дорогостоящие поверхностно-активные вещества. Поэтому необходимо исыскание возможностей использования для активации минеральных порошков отходов химической промышленности. Такимя отходами являются каучукоподобные материалы ваводов СК, полимеры бензольного отделения (ПБО) и некондиционные каменноугольные смолы (НУС) предприятий коксохимической промышленности [1,4,5].

Нами испытаны асфальтобетонные смеся на активированных минеральных порожках с применением указанных отходов химической промишленности. Для приготовления минеральных порожков использоваля известняковый щебень, который предварительно дробили на щековой лабореторной дробилие до получения фракции 0-5 мм и высушивали до постоянной массы при температуре 105°.

Для приготовления активных добавок использовали отходы каучука (К) Воронежского завода СК им.С.М.Кирова, полимеры бензольного отделения (ПЕО) и каменноугольную смолу (КУС) Новолипецкого металлургического завода. Активные добавки готовили в вяде композиций "каучук+КУС" и "каучук+ПЕО" при соотношении компонентов 1:1. Каучуковую крошку перемешивали в течение 2-3 минут с предварительно разогретыми до температури 40-60 ПЕО и КУС. При этом следили за тем, чтобы частицы каучука были покрыты слоем ПЕО и КУС.

После подготовия материалов известняй фракции 0-5 мм и активные добавки загружали в маровую мельницу типа МЕЛ-1 для приготовдения активированного минерального порожка. Активные добавки вводили в количестве 1; 1,5; 2; 2,5; и 3% от массы известняка. Для подучения сопоставимых результатов влияния активированных минеральных порожков на свойства асфальтобетонных смесей помол прододжали до получения приблизительно одинакового вернового состава порошков, который определяли по содержанию фракции менее 0,071 мм. Результати испытаний активированных минеральных порошков (табл. I) свидетельствуют о том, что их свойства соответствуют требованиям ГОСТ I6557-71.

Таблица 1 Свойства испытанных активированных минеральных порошков

Марка порош- ка	Активирую- цая добав- ка	Коли- чество добав- ки, % по мас-	Содерж частиц масс 0,315	, % ot H	тость,	Набужа- ние, % по объему	Покавате- ли битумо- емкости, г/100 см <sup>8</sup>
HA			95	98	32	2,1	58
<b>A1</b>	<u>К + КУС</u> К + ПБО	1,0	<u>95</u> 96	<u>98</u> 92	<u>29</u> 30	$\frac{1,0}{1,4}$	<u>46</u> 50
<b>A</b> ∶1,5	- "-	1,5	97 95	<u>93</u> 98	<u>25</u> 29	0.8	44 47
<b>A</b> 2	_*_	2,0	<u>96</u> . 96	<u>92</u> 93	<u>28</u> 27	<u>0.5</u> 0.9	<u>40</u> 45
<b>A</b> 2,5	-"-	2,5	95 97	<u>92</u> 94	<u>25</u> 24	0.3	<u>44</u> 43
ea.		3,0	97 <b>96</b>	92 93	22 24	0.8 0,7	47 42

Примечание. НА - неактивированный минеральный порошок, A1,A1,5, A2, ... - порошок, активированный добавкой в количестве 1; 1,5; 2, ... процентов.

С целью исследования влияния минерального порошка на свойства асфальтобетона были изготовлены и испытаны опытные образцы из песцаных всфальтобетонных смесей. Для приготовления смесей использовали фракцию 0-5 мм отходов камнедробления Павловского гранитного карьера, речной донской песок, нефтяной дорожный битум БНД-60/90, известняковый минеральный порошок, минеральные порошки, активированные добавками "К + КуС" и "К + ПБО". Асфальтобетонные смеси имели следующий состав (Я по массе): гранитные отходы - 65, песок - 25, минеральный порошок - 10, битум - 6. Образцы изготовляли и испытывати в соответствии с требованиями ГОСТ 12601-71.

Все обравцы асфальтобетонных смесей на активированных минеральных порошках выдержали 25 циклов попеременного вамораживанияоттанвания.

Таблица 2

Физико-механические свойства испытанных образцов из асфальтобетонов

<b>Ма</b> рка порошка		Водона- сыщение, г по объему	Набу- жание, % по объему	ти на	л проч сжати ри тем е (°C)	e, H	роч- ость а рас- яжение,	!Коэффи- !циент !водоус- !тойчивости
	<u> </u>	<u> </u>	1 1	20	50	O M	la, npu O	
НА	2,30	5,53	0,34	3,66	1,15	11,8	1,75	0,87
A1	2,35 2,35	2,70 3,56	0,10	4,64 5,14	1,14 1,42	10,7 10,8	1,81 1,84	1,00 1,01
A1,5	2,37 2,39	2,04 2,10	0,08	4,57 4,97	1,25 1,76	10,8	2,24	1,08 1,11
<b>A</b> 2	2,36 2,37	1,62 2,03	0,10	4,93 5,83	1,46 1,55	10,2 10,3	2,16 2,29	1.13 1.08
A2,5	2,37 2,34	1,60 1,00	0,12	4,82 5,75	1,49	9,5 10,9	1.88 2,03	1,18 1,05
AS	2,37 2,36	1,58 0,94	0,15 0,00	3,58 4,66	1,42	8.3 9.8	1,75 1,97	1,02 1,08

Данные испытаний показывают (табл. 2), что применение активированных минеральных порошков значительно улучшает структурно-межаническае свойства смесей: они становятся плотнее, тепло- и водо- устойчивее, прочность на растяжение при  $0^{\circ}$  у них повышается. Для приготовления песчаных асфальтобетонных смесей на минеральных порошках, активированных смесями "каучук + КУС" и "каучук + ПЕО", требуется меньший (на  $10-15^{\circ}$ ) расхол битума.

При размоле известняка в присутствии активированных минеральных порошков происходит наращивание молекул эластомера на поверхность минерального материала за счет механохимических процессов. Каменноугольная смола и полимери бенвольного отделения слухат в данном случае поверхностно-активными веществами, которые, с одной стороны, активируют химичесьие процессы вваимодействия обравующихся поверхностей минерального материала с эластомером, с другой — сами выступают в роли модификатора.

Применение указанных отходов для активации минеральных порошков наряду с улучшением структурне-механических свойств асфальто**бетона** повволяет снивить его стсимость, утилизировать отходы химического производства и расширить базу активных добавок для приготовления активированных минеральных порошков.

### Литература

- 1. Варановский А.С. Асфальточетонные покрытия с активированным минеральным поровиком, приготовленным с использованием отходов Омского завода СК. - В кн.: Строительство асфальтобетонных покрытий с применением активированных минеральных материалов. М., 1978.
- 2. Гевенцвей Л.Б. Асфальтовый бетон из активированных минеральных материалов. М.. 1971.
- 3. Гезенцвей Л.Е. Применение вктивированных минеральных материалов в дорожных асфальтобетона. В кн.: Строительство асфальтобетонных покрытий с применением активированных минеральных материалов. М., 1978.
- 4. Гофман Л.М., Слепая Б.М. Применение полимеров эффективный путь повышения качества асфальтобетонных покрытий. материалы 6-го Всесоюзного совещания по основным направлениям научно-технического прогресса в дорожном строительстве. М., 1976.
- 5. Тарасенко Л.П. Использование отходов промышленности в строительстве сельских дорог. М., 1973.

#### YJK 661.431

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАСТВОРОВ ГИПОХЛОРИТА КАЛЬЦИЯ НА АНТИКОРРОЗИОННУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ БИТУМНОЙ ПЛЕНКИ

> Б.Ф.Соколов, Н.В.Лебедева Воронежский инженерно-строительный институт

В соответствии с новой технологией приготовления асфальтобетонной смеси на основе гудрона [1,2] водные растворы гипохлорита
кальция, являющиеся отходами хлорных и хлорперерабатывающих предприятий, используются в качестве инициатора процесса. Пульпа гипохлорита кальция, получаемая из электролитического хлора или ебсорбционных газов производства хлора и абсорбционных газов хлорпотребляющих производств поглощением его известковым молоком, со-

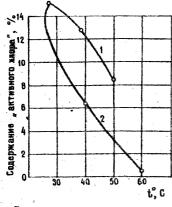
держит от 7 до 12% "вктивного хлора" и обладает значительной коррозионной активностью. В связи с этим приобретают важное значение
вопросы защиты оборудования асфальтобетонных заводов от действия
хлора, а также сохранности первоначальной активности пульпы, используемой в качестве инициатора процесса. Применение для антикорровионной защиты металлических поверхностей дорогостоящей нержавеющей стали или гуммирование нецелесообразны по технико-экономическим соображениям. Еыло сделано предположение о возможности
использования в этих целях битумной пленки.

Задача состояла в исследовании коррозионного воздействия пульпы гипохларита кальция на открытую и ващищенную битумной пленкой
поверхность стали при температуре от 30 до 60°. Этот интервал температур выбран с учетом возможного нагрева стенок ревервуаров в
результате хранения пульпы в емкостях, неващищенных от солнечного
воздействия. Интенсивность коррозионного воздействия пульпы гипохлорита кальция на незащищенную и покрытую битумом поверхность металлических пластин определяли по изменению содержания "активного
хлорам" (ГОСТ 11086-76).

В термостати с температурой 30,40,50,60 опомещали одинаковне стеклянные колбы с пульпой гипохлорита кальция. В одну из колб опускали стальную пластину равмером 5x25x35 мм с неващищенной поверхностью, в другую — с поверхностью, покрытой битумной пленкой. После 20-часового температурного воздействия исследовали содержание "активного хлора" в пульпе.

В опытах с пластинами, имеющими неващищенную поверхность, наблюдалось ревкое снижение содержания в пульпе "активного хлора" при увеличении температуры термостатирования (рис. 1). В связи с тем, что существенной десорбции хлора из пульпы через пробки коло не происходило, било предположено, что снижение его содержания вызвано корровнонным воздействием пульпы на открытую поверхность стальной пластины. Совершенно иным оказалось изменение количества "активно-го хлора" в пульпе в опытах с пластинами, покрытыми битумной пленкой. Хотя в этом случае также наблюдалось некоторое снижение количества "активного хлора" в пульпе, однако покрытие из битумной пленки более чем в 2 раза замедляло этот процесс.

С целью определения способности битумной плении противостоять корровионному действию пульши гипохлорита кальция в течение более длительного времени были проведени эксперименти по выдерживанию стальных пластин равмером 5х25х35 мм с неващищенной в ващищенной битумом поверхностью в колбах с пульпой в течение 18 суток при



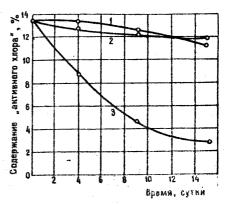


Рис.1. Зависимость содержания "активного хлора" в пульпе от температуры поверхности пластин: 1 - с битумной пленкой; 2 - бев пленки

Рис. 2. Зависимость содержания "активного хлора" в пульпе от времени при температуре 50°: 1 — с пластиной, покрытой битумной пленкой; 2 — бев пластины; 3 — с пластиней бев покрытия

температуре 30, 40, 50,  $60^{\circ}$ . Для сравнения в те же термостати, где находились эти колбы, помощали колбы с пульпой, без пластин. Для образования пленки брали битум, приготовленный с применением пульпы гипохлорита кальция, который имел следующие характеристики: температура равмягчения  $76^{\circ}$ , пенетрация при  $25^{\circ}$  — 25 дмм.

На рис. 2 представлено изменение содержания "активного хлора" во времени при 30°. Кривая падения содержания "активного хвора" в пульне без пластин почти полностыв совпадает с кривой симжения количества "активного хлора" в пульпе со стальными пластинами, покрытыми битумной пленкой. При этом скорость падения содержания "АКТИВНОГО ХЛОДА" В ПУЛЬПЕ С ПЛАСТИНАМИ, ИМЕЖНИМИ ОТКРЫТУЮ ПОВЕРХность, во много раз превышает скорость падения содержания "активного хвора" в пульпе с плаетинами, покрытыми битумом. За 13 сутов термостатирования в пульпе с пластинами, покрытыми битумной пленкой, содержание "активного клора" понизылось всего на 15.4% от первоначальной величины, в пульпе с незашишенными пластинами ва это же время содержание "активного клора" уменьшилось на 77%. На основании этого можно сделать вывод, что при температуре 300 вааимодействие стальных пластин, покрытых битумной пленкой, с рас вором гипохлорита кальция почти полностью отсутствует. Уменьшение содержания "активного хлора" в пульпе происходит при этом, очевидно, за счет лишь невначительного распада гипохлорита под действием

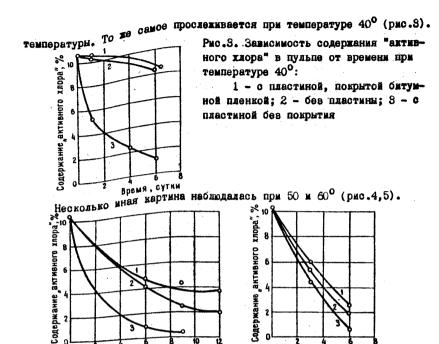


Рис. 4. Зависимость содержания активного хлора в пульпе от времени при температуре 50°:

1 — без пластины; 2 — с пластиной, покрытой битумной пленкой; 3 — с пластиной без покрытия

Время, сутки

Время, сутки
Рмс.5. Зависимость содержания "активного хлора" в
пульпе от времени при температуре 60°:
1 - без пластины; 2 с пластиной, покрытой битумной пленкой; 3 - с пластиной без покрытия

При 50° происходило более ревкое падение содержания "активного клора", связанное с ускорением кимических процессов при увеличении температуры. При 60° скорость кимических процессов еще более увеличивалась, происходили, по-видимому, ускоренное равложение гипо-клорита кальция и десорбция клора из водного раствора, так как аналогичное падение содержания "активного клора" наблюдалось и в исходной пульпе.

Таким образом, битумная пленка является антикорровионной защитой для стальных поверхностей, соприкасающихся с пульпой гипохлорита кальция. Антикорровионная защита стальной поверхности битумом наиболее еффективна с учетом сохранения активности пульпы при температуре до  $40^{\circ}$ .

#### Литература

- 1. A.c. 562533 (CCCP).
- 2. Соколов Б.Ф. Влияние технологических факторов на процесс приготовления битумоминеральной смеси на основе гудрона. Материалы 6-го Всесова совещания по основным направлениям научно-технического прогресса в дорожном строительстве. М., 1976, вип.4.

УДК 625.855.8.001.5

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК БУТАДИЕНОВОГО КАУЧУКА
НА СЛВИГО- И ТРЕШИНОСТОЙКОСТЬ АСРАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ

В.И.Михрин, В.П.Лаврухин Воронежский инженерно-строительный институт

Асфальтобетонные покрытия оклонные и массовым разрушениям, среди которых преобладают трещины (до 60% дефектов) и сдвиговые деформации (до 80%) [8]. Поэтому вопросы повышения их трещиноотойкости и сдвигоустойчивости имеют актуальное вначение.

Для совдания трещино— и сдвигостойких покрытий применяют высококачественные вяжущие, активированные минеральные порошки, ревиновую крошку и полимерные материалы [6]. Радикальное решение вопроса комплексного улучшения свойств асфальтроетонных покрытий может быть обеспечено применением полимерных материалов [5].

Нами исследовано влияние добавох некондиционного бутадиенового каучука Ефремовского завода СК на трещиностойкость и сдвигоустойчивость асфальтобетонных покрытий. В состав асфальтобетонных покрытий входили добленый песок (гранит) фракции 0-10 мм. обидиможий известияжовый минеральный порошок, битум БНД-60/93 Киришского нефтеперерабатывающего завода и битумнокаучуковое вяжущее, полученное компаундированием указанного битума и 25%—ного раствора каучукового материала в осветительном керосине. Компаундиров ние компонентов при приготовлении вяжущего вели в мещалке рамного типа при 130° и скорости вращения вала 200 об/мин в течение 1 часа.

Количество добавки составляло 2% по массе в пересчете на каучук.

Битум БНД-60/90 имел следующий групповой состав (определен адсороционно-хроматографическим анализом), %: углеводороды — 49,8, в том числе парафино-нафтеновые (ПН) — 11, легкие ароматические (МЦА) — 15,2, средние ароматические (ЕЦА) — 18,9, тяхелые ароматические (ППА) — 4,7; смолы — 28,6, в том числе петролейно-бенвольные (ПБС) — 11,6, спирто-бенвольные (СБС) — 17; асфальтени — 21,5,  $\frac{A+C}{y}$  — 1,007,  $\frac{A}{C+y}$  — 0,274,  $\frac{C}{M}$  — 0,575.

Свойства исходного битума и битумнокаучукового вяжущего приведены в табл. I:

Асфальтобетонные смеси готовили при температуре  $150^{\circ}$ , после чето образцы (d=h=50,5 мм) уплотняли на гидравлическом прессе стандартной нагрузкой 40 МПа в течение 3 минут.

Для изучения реслогических свойств и критериев трещино- в сдвигоустойчивости всфальтобетона в широкой области состава был проведен эксперимент на симплексе с выделением локальной воны [1,9]. Локальную область выбирали на основе априорных данных (рис.1). Поскольку априорных данных с поверхности отклика при описании такой широкой области состава не было, экспериментальные точки навначали таким образом, чтобы исследуемые свойства могли быть аппроксимированы полиномами третьего порядка. Контрольные точки выбирали так, чтобы при необходимости они могли быть использованы для повышения порядка аппроксимирующего полинома. План эксперимента представльна в табл. 2.

Переход от псевдокомпонентов  $\mathbf{z}_i$  к исходным компонентам производили по формуле:

 $x_i = x_{i1} + k_2(x_{i2} - x_{i1}) + k_3(x_{i3} - x_{i1}) + \dots + k_4(x_{i4} - x_{i4})$ , где  $x_{ij}$  — содержание i —го компонента в смеси, которой соответствует вершина  $x_i$ ;  $k_4$ , ...,  $k_4$ — содержание псевдокомпонентов  $x_4$ , ...,  $x_4$  в смеси.

Определение реслогических свойств (времени релаковция  $\Theta$ , времени ретардации  $\tau$ , модуля упругостя E) всфальтобетона и отношения его кинетических характеристик производили при температуре 50 и  $^{-10^{\circ}}$  и скорости холостого хода поршня пресса 8 мм/мин по методике, изложенной в  $\{2,3\}$ . Подсчет вначений  $\Theta$ ,  $\tau$ , E для образцов d=h=50.5 мм выполняли по формулам

Табиеца 1 Свойства битума БНД-80/90 и битумнокаучукового вяжущего

Показатели	Битум БНД-60/90	EHOB
Глубина пронявания иглы при +25 <sup>0</sup> , дим	65	96
То же, при О <sup>С</sup> , джи	20	47
Температура размягчения, ОС	52	50
Растяжимость при 250, см	Более 100	69
To же при 0 <sup>0</sup>	8,6	6,4
Температура хрупкости, С	- 16	-30
Индекс пенетрации	- 0,1	+0.55
Количественный показатель оцепления	•	•
с мрамором, %	86,8	92,2
Элястичность, %	26,2	47.5
Свойства остатка после прогрева в течение 5 часов при 160°		
Глубина проникания иглы при 25 <sup>0</sup> , дом	58	82
То же, % от первоначальной	89,5	85,5
Глубина проникания иглы при 0°, дми	16	81
Потеря массы, %	0,08	0,74
Свойства остатка после прогрева в т 5 часов при 160° в тонком (8,8 мм)		
Температура размягчения, <sup>О</sup> С	57	61,5
Глубана проникания иглы при 250, дим	89	43
To me, mpm O <sup>O</sup>	15	17
Растяжимость при 25°, см	81	15,5
То же при 0 <sup>0</sup>	2,8	4,4
Эластичность, %		68,2

Примечание. Количественный показатель сцепления вяжущего с мрамором определяли методом красителей по вначению адсорбции метиленового голубого. Эластичность вычисляли по формуле

$$\mathfrak{F} = \frac{(\mathfrak{D}_{25} + 3) - t_1}{\mathfrak{D}_{25} + 3} \cdot 100\%$$

где  $\mathfrak{D}_{25}$  - растяжимость, см;  $\mathfrak{l}_1$  - сумма длины двух частей образца по последнему замеру, см, в соответствии с [7].

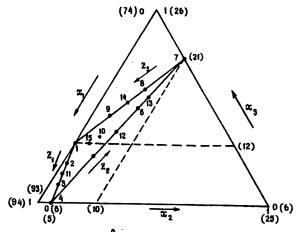


Рис. 1. Симплекс-план эксперимента

$$\theta = 2.02 \cdot 10^{8} \frac{\Delta h}{\Delta d}$$
, c;  $\tau = 198 \Delta d$ , c;  $E = \frac{5R}{\Delta h}$ , MNa,

гдеаћ, ad - изменение соответственно. высоты и диаметра обравца при испытании на сжатие, см; R - предел прочности образца при сжатии, МПа.

Отношение кинетических характеристик определяли по формуле

$$\rho_1/\rho_2 = \frac{\tau}{4\theta}$$
.

В каждой точке плана ставили четыре параллельных опыта (т.е. определение вели по четырем обравцам). Оценку результатов проводили по t - критерию Стырдента, после чего подсчитывали среднеарифметическое  $\overline{q}$  и оценку дисперсии  $S^2$ :

$$\overline{y} = \frac{\sum_{i=1}^{n} y_i}{n} ; \qquad S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (y_i - \overline{y})^2}{n} ,$$

где  $y_1$  — t — тый результат в каждой точке; n — число опытов, t = n-1 — число степеней свободы дисперсии.

'Однородность выборочных дисперсий проверями по G — критерию Кохрена, для чего составлями отношение максимальной дисперсии к

оумме всех дисперсий 
$$C_i = \frac{S_{max}^2}{\sum_{i=1}^{n} S_i^2}$$
, которые сравнивали с табличным вначением  $C_{i-p(\{1, \, f_2\}, \, rree}$   $f_i = n-I = 3$ ;  $f_R = N$ .

План эксперимента на симплексе

Таблица 2

	Процент			поненты	уральные ко	Ha		оненты,	вдокомп	Псе		
вяжущего в смеси			%					доли		<u>j</u>	доли	
		1 X <sub>3</sub>	! X <sub>2</sub>	1 X <sub>1</sub>	l æs	æ	24 1	1 žg	! 72	Ž4		
	5,00	12,0	5,0	88,0	0,300	0,000	0,700	.1	0	0		
	5,35	10,0	5,3	89,7	0,200	0,017	0,783	0,67	0	0,33		
	5,70	8,0	5,7	91,8	0,100	0,033	0,867	0,33	0	0,67		
	6,06	6,0	6,0	93,0	0,000	0,050	0,950	0	0	1		
	7,51	11,0	7,3	86,7	0,250	0,117	0,633	0	0,33	0,67		
	9,00	16,0	8,7	80,3	0,500	0,183	0,317	0	0,67	0,33		
	10,58	21,0	10,0	74,0	0,750	0,250	0	. 0	1	0		
	8,62	18,0	8,8	78,7	0,600	0,167	0,233	0,33	0,67	0		
Ç	6,78	15,0	6,7	83,3	0,450	0,083	0,467	0,67	. 0,33	0		
	7,14	13,0	7,0	85,0	0,350	0,100	0,550	0,33	0,33	0,33		
	5 <b>,5</b> 8	9,0	5,5	90,5	0,150	0,025	0,825	0,50	0	0,50		
	8,25	13,5	8,0	83,5	0,375	0,150	0,475	0	0,50	0,50		
	9,38	17,2	9,0	78,8	0,562	0,200	0,238	0	0,75	0,25		
	7,69	16,5	7,5	81,0	0,525	0,125	0,350	0,50	0,50	)		
	6,60	12,7	6,5	85,8	0,338	0,075	0,588	0,50	0,25	,25		

Причение.  $x_1X_4$  - песов;  $x_2X_2$  - вяжущее;  $x_3X_3$  - минеральный порошок

По данны табл. 3 и 4 были рассчитаны коэфициенты уравнений регрессии. Модели искали в виде квадратичного полинома  $\mathbf{y} = \sum p_i z_i + + \sum p_i \mathbf{z}_i \mathbf{z}_i$ , где  $p_i = \hat{y}_i$ ;  $p_i = 4y_i - 2\hat{y}_i - 2\hat{y}_i$ , где  $\hat{y}_i = \hat{y}_i$ ;  $p_i = 4y_i - 2\hat{y}_i - 2\hat{y}_i$ , где  $\hat{y}_i = \hat{y}_i$  — наблюденные вычения функции, определенные по

где  $\hat{q}_1,\hat{q}_1,\hat{q}_2$  — наблюденные вначения функции, определенные по методу Шеффе. Выбор квадратичного полинома был обусловлен тем, что пробный расчет показал адекватность моделей 2-го порядка; повышение порядка модели привело к появлению "шума" эксперимента.

Уравнения регресии имеют вид: для R 50 (образцы на битуме):

R<sub>50</sub>=1,26z<sub>4</sub> +0,99z<sub>8</sub> + 2,04z<sub>5</sub> +2,22z<sub>1</sub>z<sub>2</sub>+2,26z<sub>2</sub>z<sub>3</sub> ;

то же, на битумноваучуковом вяжущем:

 $R_{50} = 1,74z_1+1,05z_2+1,96z_3 +1,78z_1z_2+0,48z_1z_3+1,84z_3;$   $R_{-10}$  (обравцы на битуме):

R<sub>40</sub> =15,62,+8,82<sub>2</sub> +15,92<sub>3</sub> +13,22,2<sub>2</sub>+9,02<sub>2</sub>2<sub>3</sub>

то же, на битумнокаучуковом вяжущем:

 $\hat{R}_{40} = 12.32_4 + 7.42_2 + 12.32_3 + 8.62_42_7 + 6.62_42_5 + 9.42_22_5;$   $g_{RS} (\hat{P_1}/\hat{P_2})$  npm  $50^0$  (обравцы на битуме)

(P/P<sub>2</sub>)<sub>450</sub> = 0,0080 z<sub>1</sub> + 0,0150z<sub>2</sub> +0,0072 x<sub>3</sub> - 0,0260 x<sub>1</sub> x<sub>3</sub> - 0,0044 x<sub>1</sub> x<sub>2</sub> -0,0286 x<sub>2</sub> x<sub>3</sub>,

то же, на битумнокаучуковом вяжущем:

 $(P_1/P_2)_{4:50} = 0.0068x_4 + 0.0080x_2 + 0.0057x_5 - 0.0182x_4x_2 - 0.0072x_2x_5 - 0.0188x_2x_5;$ 

для P<sub>4</sub>/P<sub>2</sub> при -10° (образцы на битуме):

 $(P_1/P_2)_{-10} = 0.00049 z_1 + 0.00006 z_2 + 0.00083 z_3 - 0.00012 z_1 z_2 + 0.0009 z_1 z_6 - 0.00016 z_2 z_3;$ 

то же, на битумнокаучуковом вяжущем:

 $(P_1/P_2)_{-10} = 0,00098 x_1 + 0,00016 x_2 + 0,00079 x_6 - 0,00010 x_1 x_6 + 0,00054 x_2 x_6$ 

Значимость коэфрициентов регрессии проверяли по t - критерию Стырдента:

 $t_p = \frac{|b_{ij}|}{8b_i}$ , rue  $8b_j = \sqrt{28_{book}^2}$ .

Таблица 3 Результаты испытаний асфальтоботонных смесей на вяжущих БНД-60/90 и БКВ (при  $50^{\circ}$ )

Номера	1	На битуме			! На бі	итумнокау чуковом	вяжущем .		
точек	предел	прочности при чи, МПа	+ -anauteD	e kuhetuucokux . Puctub	предел скотии,	прочности при Ша		ме кинетических ктеристик	
	R <sub>50</sub>	and the second second second second second	(F/F2)+50 10	! эмпирическая !дисперсия S	R <sub>50</sub>	эмпирическая Дисперсия 8	(P/P2)+50 10	дисперсия 3°	
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14	2,04 1,78 1,50 1,26 1,74 1,48 0,99 1,77 2,17 1,98 1,65 1,68 1,34 1,88	0,065 0,184 0,063 0,045 0,035 0,018 0,012 0,042 0,118 0,083 0,067 0,011 0,023 0,021	7.2 6,8 7,0 8,0 4,5 6,9 15,0 6,3 3,2 3,8 6,5 5,0 8,8	0,21 0,13 0,08 0,10 0,07 0,05 0,05 0,11 0,20 0,17 0,14 0,25 0,28 0,04 0,11	1,96 2,05 1,79 1,74 1,99 1,66 1,05 1,50 1,94 1,92 1,97 1,84 1,84 1,95	0,150 0,205 0,032 0,142 0,280 0,067 0,012 0,003 0,063 0,257 0,122 0,084 0,023 0,048 0,172	5,7 4,3 4,7 6,3 2,6 3,1 8,0 4,1 3,7 2,3 4,3 2,6 4,0 3,4 2,8	0.14 0.17 0.11 0.05 0.08 0.14 0.11 0.09 0.06 0.12 0.21 0.15 0.18 0.68	: <u>}</u> :
15	2,05	0,036 \(\sum_{=0,823}\) \(\text{Qp} = 0,224\) \(\text{C}_{77} = 0,276\) \(\text{S}_{200}^2 = 0,0549\) \(\text{S}_{500} = 0,0741\)	8,9	Z =1,99 Gp = 0,141 G1 =0,276 Specif 0,133 Specif 0,564		Z = 1,660 Gp = 0,269 GT = 0,276 Special 0,0107 Special 0,1052		Σ = 1,67 Gp = 0,126 Gr = 0,276 S <sub>boll</sub> 0,111 S <sub>boll</sub> 0,334	en de la companya de

Таблица 4 Результати испытаний асфальтобетонных смесей на вяжущих БНД-60/90 и БКВ ( при  $-10^{\rm O}$ )

Номера!	4	На бит	уме	!	На	битумнокаучуков	ом вязущем		_
Tover !	при сж	прочности атии, МПа		кинетических ктеристик	предел	прочности тих, МПа		инетических птеристик	_
į	R_40	і эмпирическая І дисперсия S	(P <sub>1</sub> /P <sub>2</sub> )_10-10 <sup>8</sup>	выпирическая! В дисперсия S2!	₹_10	! емпирическая ! дисперсия \$2	(P1/P2-10 104	эмпирическая дисперсия S <sup>2</sup>	
1	13,9	5,50	3,3	0,14	12,8	4,50	7,9	0,07	
2	18,7	1,50	.3,6	0,18	.11,9	12,10	8,4	0,14	
3	13,8	4,70	4,8	Ç <b>,</b> 05	11,8	18,70	8,9	0,09	
4	15,6	21,67	4,9	.0,10	12,3	0,83	9,8	0,12	
5	16,3	2,27	8,2	0,12	18,6	11,40	6,4	0,18	
6	12,5	11,09	1,8	0,04	11,9	7,70	4,0	0,21	
7	8,8	6,20	0,6	0,01	7,4	11,30	1,6	0,11	1
8	11,,9	4,28	1,1	0,17	9,9	2,37	4,9	0,06	į
9	15,0	6,87	2,2	0,14	14,1	6,83	4,5	0,18	ì
	18,5	6,47	2,8	0,12	13,6	2,17	9,8	0,21	
10	15,0	6,87	4,8	0,07	11,4	8,09	8,6	0,09	
11	15,5	2,47	2,5	0,15	12,0	7,00	5,2	0,18	
12	13,0	16,83	1,5	0,19	10,8	1,30	8,5	0,22	
13	13,6	17,47	1,9	0,22	12,2	18,10	6,1	0,27	
14 15	16,2	II,90	8,2	0,18	18,4	2,80	7,4	0,08	
		Σ =125,7e	Σ	-1,83		Σ <b>=</b> 99,96	2	=2,16	
	7	Gp =0,172	ā	p =0,120		Gp =0,187		P =0,125	
		Gr =0,276	q	0 0M4	•	Gt =0,276	· (	ਜੇτ =0.276	
		S <sub>ecr</sub> =8,38	S	e =0,122		S2 =6,66		Secon = 0,276	
,		$S_{\text{pace}} = 0.916$		=0,549		S. 16	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Secn =0,379	

Адекватность моделей проверяли по остальным точкам симплекса (пример проверки адекватности приведен в табл. 5).

Таблица 5
Проверка адекватности модели для R <sub>50</sub>
(асфальтобетон на битуме)

Номера точек плана	(R <sub>50</sub> ) <sub>Расч</sub>	(R <sub>50</sub> ) <sub>ancn</sub>	IAR <sub>50</sub> I	<b>6</b>	t <sub>p</sub>
2	1,78	1,78	0 -	0,840	0
8	1,52	1,50	0,02	0,840	0,398
5	1,78	1,74	0,01	0,840	0,199
6	1,54	1,48	0,06	0,840	1,194
8	1,84	1,77	0,07	0,840	1,393
9	2,19	2,17	0,02	0,840	0,398
10	1,98	1,98	0,05	0,630	1,055
13	1,37	1,84	0,03	0,700	0,621
15	1,97	2,05	0,08	0,600	1,704

II р и м е ч а н и е . Значения пираметра 🗧 принимаются по контурной карте для модели второго порядка [9].

По уравнениям регрессии были подочитаны значения функций в дополнительных точках симплекса.

Установлено существенное расширение области сдвигоустойчивых смесей при использовании битума, модифицированного дивиниловым властомером, котя его прочностные показатели оставались почти без ивменений. Область наивысшей прочности при 50° смещалась в сторону снижения содержания минерального порошка примерно при том же содержании вяжущего (рис. 2). При -10° прочность образцов на битумнокаучуковом вяжущем существенно снижалась и вначительно расширялась область трещиностойких смесей (рис. 3).

Расчетную долговечность асфальтобетонных покрытий на битуме и битумноквучуковом вяжущем при температуре  $50^{\circ}$  определяли по формуле

$$\tau_{p(+)} = \left(\frac{20+t}{p_1/p_2}\right)^{\frac{R_+}{4q}} ,$$

где q, - удельное давление колеса, равное 0,6 МПа (для автомобилей группы A) [4]. Для смеси на битуме

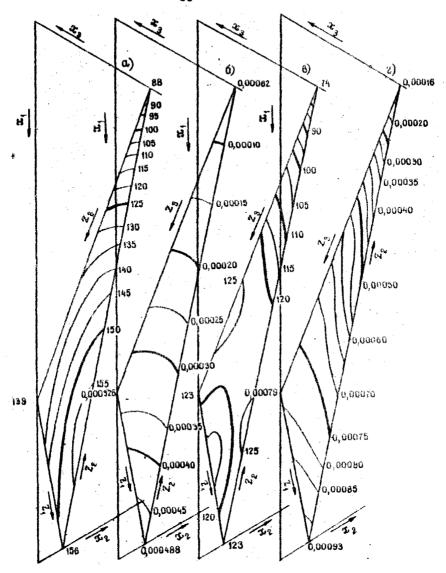


Рис. 2. Прочностные (а,в) и деформативные (б,г) характеристики асфальтового бетона на битуме (а,б) и битумнокаучуковом вяжищем (в,г) при температуре 50°

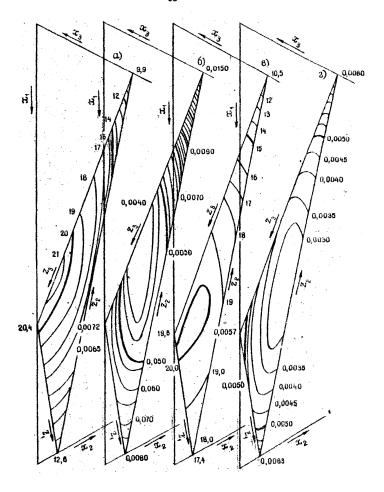


Рис. 3. Прочностные (а,в) и деформативные (б,г) характеристики асфальтового бетона на битуме (а,б) и битумнокаучуковом вяжущем (в,г) при температуре — 100

$$T_{p(+)} = \left(\frac{2 \cdot 1100 + 16}{0.0035}\right)^{\frac{1}{4} \cdot 0.6} = \left(61, 5 \cdot 10^{4}\right)^{0.808} = 47.6 \cdot 10^{8} \text{ c}.$$

Для смеси на битумнокаучуковом вяжущем

$$\tau_{P(+)} = \left(\frac{2 \cdot 2850 + 31}{0.0027}\right)^{\frac{9}{4} \cdot 0.6} = (912, 3 \cdot 10^4)^{0.842} = 212, 5 \cdot 10^6 \text{ c}.$$

Таким образом, долговечность покрытия на битумнокаучуковом вяжущем при высокой температуре при прочих равных условиях в 4,5 раза выше, чем долговечность покрытия на битуме.

Долговечность асфальтобетонных покрытий при вимнем охлаждения находили по формуле

$$\tau_{p(-)} = \left(\frac{\theta \tau}{2\theta + \tau}\right)^{\frac{4R_{(-)}}{4}},$$

где Q — температурное напряжение при охлаждении покрытия от несвободного сжатия, кг/см², Q = 0.023 E [10] . Для смеси на битуме

$$T_{P(-)} = \left(\frac{8600 \cdot 10.4}{2.8600 + 10.4}\right) \frac{l_1 \cdot 15.6}{0.023 \cdot 720} = 5.2^{3.77} = 500 \text{ C}.$$

Для смеси на битумнокаучуковом влжущем

$$T_{p(-)} = \frac{4050 \cdot 15, 2}{(0.4050 + 15, 2)} \frac{4 \cdot 12, 8}{0.023 \cdot 590} = 7.6^{8.77} = 2090 \text{ c},$$

т.е. долговечность покрытия из смеси на битумнокаучуковом вяжущем при зимнем охлаждения в 4 раза выше, чем покрытия из смеси на битуме.

## Литература

- Ахназарова С.Л., Каферов В.В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. М., 1978.
- 2. Богуславский А.М. Прогновирование сдвиго- и трещиностойкости вефальтобетонных авродромных покрытий. -Тр. Московского автодорожного института, М., 1978, выс. 57.
- Богуславский А.М., Богуславский Л.А. Основы реологии асфальтобетона. М., 1972.

- 4. ВСН 46-72. Инструкция по проектированию дорожных одежд не-
- 5. Гохман Л.М. Основные направления в строительстве асфальтобетонных покрытий с применением полимерно-битумных вяжущих. - Обворная информация ЦЕНТИ Минавтодора РСССР, вып. 9. М., 1975.
  - 6. Дорожный асфальтобетон / Под ред. Л.Б.Гезенцвея. М., 1976.
- 7. Методические рекомендации по единым методам испытания подимерно-битумных вяжущих для дорожного строительства. М., 1978.
- 8. Михайлов В.В. Строительство асральтобетонных покрытий в СССР. —Материалы симповиума по структуре и структурообразованию в асфальтобетоне. М., 1968.
- 9. Чемлева Т.А., Микешина Н.Г. Применение симплекс-решетчатого планирования при исследовании диаграми состав — свойство. — В кн.: Новые идеи в планировании эксперимента/Под ред. В.В.Налимова. М., 1969.

удк 625.7.07

шлаковые асральтобетонные покрытия и снижение потерь от дорожно-транспортных происшествий

С.И.Самодуров, Г.Л. Шапиро Воронежский инженерно-строительный институт

Шлаки, в отличие от природных каменных материелов характеризуются высокой химической и гидравлической активностых; повышенной шероховатостью верен, отсутствием шлифуемости, чувствительностью и влаге, вибрации, температуре, срастанием верен в местах их контакта.

Битум в шлаковом асфальтобетоне почти полностью находится в структурированном состоянии. При контакте с водой в шлаковых материалах происходят процессы гидратации. При взаимодействии органического вяжущего с продуктами гидратации на разделе раз образуется прочний адгевионный контакт, устойчивый к длительному воздействию воды

и сдвиговым усилиям. Битум в шлаковом вофальтобетоне в меньшей степени, чем в традиционном, подвержен синеребисным явлениям, что повышает безопасность движения автомобилей на дорогах в летнее время, когда температура воздуха достигает 30 и более градусов.

Коэффициент сцепления (Кон) колеса со шлаковым асфальтобатонным покрытием достигает 0,54-0,68 и не уменьшается в процессе эксплуатации покрытия. Это объясняется тем, что шлаки под вовдействием влаги гидратируются, и их поверхность модифицируется продуктами гидратации, благодаря чему первоначальная шероховатость сохраняется или даже несколько увеличивается. Экспериментально установлено, что ковффициент сцепления колеса автомобиля с граншлаковым, шлакопемвовым и шлакопесчаным асфальтобетонными покрытиями составляет 0.54-0.66. а со шлаковым асфальтобетонным покрытием на шебне из конверторного шлака достигает 0.68. Коэффициент сцепления шлакопемвового асфальтобетонного покрытия, построенного в 1970 г., при интенсивности движения до 10-12 тыс.автомобилей в сутки, составлял в 1973, 1974 и 1975 г. 0,63. Коэфрициент сцепления гранилакового асфальтобетонного покрытия, построенного в 1972 г., при интенсивности движения до 2000 автомобилей в сутки равнялся в 1973 г. 0.54, в 1974 и 1976 гг. - 0.56. При таких стабильных энечениях К<sub>си</sub> на шлаковых асфальтобетонных покрытиях не требуется устройства поверхностных обработок.

Количество и тяжесть дорожно-транспортных происшествий связаны с понижением  $K_{\text{сц.}}$  Скользкость покрытия обусловливает до 16% дорожно-транспортных происшествий, а на отдельных дорогах в же-благопраятные перводы года — до 40-70% [1].

Повышение безопасности движения автомобилей достигается совданием шероховатых покрытий при строительстве дороги, а в дальнейшем, при ее эксплуатации, - периодическим устройством поверхностных обработок. Однако шероховатость на покрытии сохраняется в течение 18-24 месяцев эксплуатации дороги, а в последующие 3-4 года Ксц покрытия снижается до 0,35-0,3,что не обеспечивает безопасность движения в снрую погоду и при гололеде.

Нами произведен расчет снижения потерь от дорожно-транспортных происшествий при движении автомобилей по шлаковому асфальтобетонному покрытию.

Ежегодные потери от дорожно-транспортных происшествий  $\Pi_t$  в любой год эксплуатации на дороге протяжением і км (ВСН 21-75, ВСН 3-69)

где Clest - количество дорожно-транспортных происшествий на 100 млн. авт. км,

$$\alpha_t = 0.009 \text{ K}_t^2 - 0.27 \text{ K}_t + 34.5$$

- где  $K_t$  итоговый коэффициент аварийности, принимается по линейному графику коэффициентов аварийности (в наших расчетах  $K_t > 20$ );
  - жи: согласно ВСН 21-75, С<sub>срt</sub> в разные годы составляет:

Годы	1975	1980	1985	1990	1995	2000
G <sub>op.t</sub>	руб. 8260	8580	8900	4200	4520	4680

- тяжесть и особенности дорожно-транспортных происвествий, вывванных конкретными условиями; он равен происведению нескольких частных коэффициентов.
  - N<sub>t</sub> среднегодовая суточная интенсивность движения автомобилей в сутки для года.

Все частные коэффициенты, за исключением коэффициента  $m_{\tilde{\chi}}$ , вависящего от  $K_{\text{ец}}$ , для шлакового и традиционного асфальтобетонно-го помрытий равны между собой. Различие  $m_{\tilde{\chi}}$  обусловлено только неодинаковым значением  $m_{\tilde{\chi}}$ , и это различие будет иметь место в 8,4 и 5-й годы межремонтного срока, когда  $K_{\text{ец}}$  шлакового асфальтобетонного покрытия выше, чем  $K_{\text{ец}}$  традиционного покрытия.

Значения частного поправочного ковфициента  $m_{\chi}$  зависят от  $K_{\text{OII}}$ . [1] (табл. 1).

Таблица 1 Зависимость m' от К и состояния покрытия

Соотояние покрытия	К <sub>оц</sub> ,	l m'z	Состояние покрытия	Коц	miz
Скольакое,	0,2-0,8	2,5	UMOTOS, Gynoe	0,6	1,3
Скольякое	0,4	2	Пероховатое Очень шеро- ховатое	0,7 0,75	1 0,75

Общие потери  $\Pi_{\pi, \pi, \pi}$ , за Т лет:

$$\Pi_{A.T.n} = \sum_{1}^{T} \frac{\Pi_{t}}{(1 + E_{H,n})^{t}}$$

где  $\mathbf{E}_{\mathbf{H} \cdot \mathbf{\Pi}}$  — коэффициент экономической эффективности при приведении автрат ( $\mathbf{E}_{\mathbf{H} \cdot \mathbf{\Pi}} = 0.08$ ).

Если для шлакового асфальтобетонного покрытия т q.сц. можно принять равным 1 в любой период эксплуатации, то для асфальтобетонного покрытия из смесей на природных минеральных компонентах гиз см равен 1 только в первые 1,5-2 года после производства ремонта или устройства поверхностной обработки, а в последующие 3,4 и 5-й годы эксплуатации покрытия он принимается равным 2-2,5.

Таким образом, экономическая эффективность снижения дорожнотранспортных происшествий  $\partial_{\mathbf{д.т.n.}}$  может быть представлена как разница между потерями от дорожно-транспортных происшествий на асфальтобетонном из природных минеральных материалов  $\Pi'_{\mathbf{д.т.n.}}$  и шлаковом асфальтобетонном покрытии  $\Pi''_{\mathbf{л.т.n.}}$ .

$$\begin{aligned} & \partial_{A,T,\Pi} = \Pi'_{A,T,\Pi} - \Pi''_{A,T,\Pi} = \\ & = \frac{A_{0+\Gamma}}{100} \cdot 10^{-6} \cdot 3 \left( \sum_{n=1}^{6} \frac{C_{cpt} \, a_t \, m'_t \, N_{tp}}{(1 + E_{H,\Pi})^{tp}} \right) - \\ & - \sum_{n=1}^{6} \frac{C_{cpt} \, a_t \, m''_t \, N_{tp}}{(1 + E_{H,\Pi})^{tp}} \right) , \end{aligned}$$

где  $\Lambda_{B+r}$  - количество дней в году, когда покрытие неходится в мокром состоянии или покрыте гололедом;

п - номер межремонтного периода;

 $m'_{l}$ ,  $m''_{l}$  - частные коэффициенты для традиционного и влакового асфальтобетонного покрытия соответственно.

В каждом межремонтном периоде по восстановлению слоев шероховатости в качестве расчетных приняты 3,4 и 5-й годы; вначения  $C_{\mathrm{cp.f.}}$ ;  $Q_{\mathrm{t.f.}}$ ;

N<sub>ta</sub> с некоторым пренебрежением приняты одинаковыми для каждого года. В формулу введен коэффициент .3, поскольку за весь срок службн покрытия (80 лет) количество межрементных сроков равно 6.

Расчетные годы в соответствующем периоде принимаются как пока-

затель степени в коэффициенте приведения.

Стоимость потерь от дорожно-транспортных происшествий на I им пробега автомобиля в зависимости от К<sub>СЦ</sub> и интенсивности движения подсчитаны Ю.М. Ситниковым и О.А. Дивочкиным [2]. Эти данные с интерполяцией промежуточных значений приведены в табл. 2.

Таблица 2 Потери от дорожно-транспортных происшествий, авт/км

Интенсивность! Цвижения.			1			
авт/сутки	0,2	1 0,8 1		0,40 1	0,45	1 0,50
1000	0,02	0,015	0,011	0,01	0,008	0.005
2000	0,04	0,08	0,025	0,02	0,015	0.01
<b>800</b> 0	0,08	0,06	0,64	0,03	0,02	0,015
<b>40</b> 00	0,12	0,08	0,07	0,06	0.05	0.03
5000	0,18	0,12	0,10	0,08	0.06	0.04
6000	0,30	0,16	0.18	0,10	0.08	0.05
7000	0,48	0,22	0,18	0,12	0.09	0,06
8000	0,66	0,30	0,24	0,16	0.11	0.08
9000	0,85	0,36	0,80	0,20	0.13	0.10
10 000	1,05	0,44	0,86	0,24	0,15	0,13

Таким образом, приведенные потеры от дорожно-транспортных происшествий в год на I км асфальтобетонного покрытия составляют 6765 руб., а на I км шлакового асфальтобетонного покрытия — 2037 руб., т.е. во втором случае потеры от дорожно-транспортных происшествий меньше на 4728 руб.

Таблица 3
Потери на I км дороги от дорожно-транспортных происшествий, учтенных за 3 года

Межремонт- ный период нього	ный год	Интенсив- ность движения в расчет- ном году, авт/сутки	г-онжоо кинтооп	ранс- про-	<u>Ι</u> (Ι+Ε <sub>Β.Π</sub> )	Приве- денные потеры, руб.
I-5-2	4	3200	0,06 0,015	675 I32	0,735	440 98
6-IO-#	9,	4000	0,08	1130 430	0,500	565 215
II-I5-#	14	5000	0,12	2 <u>140</u> 720	0,340	720 244
I6-20-A	19	6700	0,22	5300 1440	0,282	1420 400
2I-25-ā	24	8500	0,36 0,10	11200 3400	0,158	1780 535
26-30-1	29	10 700	0,44 0,13	<u>16700</u> 4900	0,107	<u>1840</u> 545

Примечание. В числителе приводятся потери от дорожно-трано-портных происшествий на асфальтобетонном покрытии при  $\Pi_{\rm B+T}=120$  К $_{\rm CII}=0.3-0.35$  и средней интенсивности движения в год окончания строительства дороги 2500 авт./сутки, в знаменателе — потери от дорожно-транспортных происшествий на шлаковом асфальтобетонном покрытии ( $K_{\rm CII}=0.5$ ).

### Литература

- Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. М., 1964.
- 2. Ситников В.М., Дивочкин О.А. Стадийное улучщение транспортно-висплуатационных качеств дорог. М., 1973.

**JIK 625.752** 

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА ОБРАЗЦОВ, НАТУРНОГО ЗАМОРАЖИВАНИЯ

И ЗАМОРАЖИВАНИЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

НА СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОНА

ИЗ ШЛАКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

н.С.Ковалев

Воронежский инженерно-строительный институт

Оптимальная структура асфальтобетона характеризуется не наивысшей, а минимально необходимой прочностью, которая обеспечивает достаточную деформативную способность при отрицательных температурах и требуемую корровионную устойчивость 1, поэтому оптимальное содержание битума в асфальтобетонных смесях следует навначать с учетом их моровостойкости.

Определение оптимального содержания битума в асфальтобетонных смесях из шлаковых материалов без учета воздействия знакопеременных температур и с их учетом проводили с применением математического метода планирования экстремальных экспериментов. Были применены двухфакторный 9-точечный и трехфакторный 15-точечный Д. - оптимальный центральный комповиционные ротатабельные планы второго порядка. Количество битума в смесях изменяли от 7 до 9 % (сверх 100% минеральной части), уплотняющую нагрузку при изготовлении образцов от 10 до 50 МПа, количество циклов попеременного замораживания—оттаивания в лабораторных условиях — от 0 до 100.

Формирование покрытий из шлаковсфальтобетона продолжается длительное время с момента укладки под действием автомобильного транспорта. Объемная масса асфальтобетона из шлаковых материалов в начальный момент эксплуатации покрытия соответствует объемной массе обравца, сформированного в лабораторных условиях уплотияющей нагрузкой 10-15 МПа. в последующем объемная масса покрытил достига-

ет объемной масси образца, уплотненного нагрузкой 25-30 МПа. Поэтому уплотняющая нагрузка вошла в план эксперимента невависимой переменной.

Шлаковые материалы - хрупкие и высокопористые, при уплотнении которых происходит дробление верен в наиболее ослабленных вонах при сравнительно высоких напряжениях. Это приводит к повышению среднестастической прочности шлаковых материалов за счет ликвидации дефектов структуры при их уплотнении и дроблении. Дробление верен шлаковых материалов также приводит к увеличению их общей поверхности, при этом оптимальное содержание битума в шлаках изменяется в зависимости от уплотняющей нагрузки.

Для исследования были взяты гранулированный доменный шлак, шлаковый песок Новолипецкого металлургического вавода и битум мар-ки БНД-90/130 Новокуйбышавского нефтепорерабатывающего вавода.

Методика испытания была следующей. Первую серию асфальтобетонных образцов испытывали в возрасте 2 суток с момента изготовления, вторую серию — в возрасте 360 суток и хранили в компатных условиях в качестве эталонной для третьей серии образцов. Третью серию асфальтобетонных образцов в течение 360 суток выдерживали на открытом воздухе, где на них оказывали влияние осадки в виде дождя и снега, солнечная радиация и знакопеременные температуры. Четвертую серию асфальтобетонных образцов подвергали воздействию внакопеременных температур в водонасыщенном состоянии в лабораторных условиях. Замораживание до -20° продолжалось 6-7 часов, оттаивание — 17-18 часов в воде при температуре 15+20°.

Условия лабораторных испытаний асфальтобетона на моровостойкость более жесткие по сравнению с природными: образцы подвергаются вамораживанию в водонасыщенном состоянии, скорость перепада температур очень высока и т.д. Поэтому А.П.Кувнецов [2] предлагает видоизмененную формулу С.В.Шестоперова для определения количества циклов попеременного замораживания-оттаивания:

$$N_{\text{OOM}} = N_{\text{FOM}} n K_{\text{I}} K_{\text{2}} K_{\text{3}} K_{\text{4}}, \qquad (1)$$

где N год - количество циклов замораживания—оттаивания за 1 год;  $\kappa$  - расчетный срок службы покрытия, лет;  $\kappa_4$  - коэффициент запаса прочности;  $\kappa_2$  - коэффициент интенсивности движения;  $\kappa_3$  - коэффициент, характеризующий влияние среды при воздайствии на покрытие замораживания;  $\kappa_4$  - коэффициент, позволяющий учитывать природные условия эксплуатации покрытия.

В центрально-черновемных областях количество переходов температуры воздуха через  $0^{\circ}$  в течение года доходит до 100, но не все эти переходы оказывают существенное влияние на астальтобетон: он не успевает оттаять. Поэтому в тормуле (1) параметр  $N_{\text{год}}$  требует уточнения, так как неясно, какое количество переходов температуры через  $0^{\circ}$  следует принимать и какое количество этих переходов оказывает существенное влияние на структурно-механические свойства астальтобетона.  $N_{\text{год}}$  для астальтобетона из шлаковых материалов не определялось никем.

Испытание четыреж серий образцов, проведенное нами, позволило выявить:

- 1) влияние активности шлакового материала на моровостойкость асфальтобетона после натурного замораживания;
- 2) изменение структурно-механических свойств асфальтобетона во времени в результате замораживания-оттаивания в лабораторных условиях и в натурных;
- 3) влияние степени уплотнения и содержания битума на моровостойкость шлакоасфальтобетона;
- 4) кожфициент перехода от лабораторных циклов замораживанияоттаивания к натурному эксперименту.

Взаимосвязь лабораторных циклов замораживания-оттенвания с натурными устанавливали по степени разуплотнения асфальтосетона (по изменению пористости).

После проведения экспериментов определяли пределы прочности асфальтобетона при сжатии при температуре 20°, пористость (% объема) и водонасыщение (% объема). На основе результатов испытаний составлены уравнения регрессии, по которым построены гратики (рис.1-3).

Анализируя рис. 1, можно выявить следующие закономерности. В возрасте 2 суток с момента изгстовления асральто от из шлаковых материалов имеет пики прочности, расположенные в интервале 9-10% содержания битума. Его прочность при сжатии в большей степени вависит от степени уплотнения, чем от содержания битума в смеси. Малая чувствительность шлаковых материалов к содержанию битума объясняется спецьфическим характером строения порового пространства: часть битума диррундирует в поры шлакового материала как рракционно, так и без изменения группового состава. Интенсивность нарастания прочности несколько снижается с увеличением уплотняющей нагрузки. Оп-





Рис.1. Ивменение предела прочности при сжатии асфальтобетонных образцов из гранулировенного доменного шлака (а) и шлакового песка НДМЗ (б) при температуре 20° в зависимости от их возраста, уплотняющей нагрузки, содержания битума и натурного замораживания. Цифры на кривых — уплотняющая нагрузка, МПа, штриховые линии — линии наибольшей прочности

тимальное содержание битума в зависимости от степени уплотнения изменяется, что объясняется дроблением шлаковых материалов при уплотнении. Удельная поверхность частиц увеличивается, что, в свою очередь, требует дополнительного количества битума для совдания битумной пленки оптимальной толщинь. Прочность при схатии асфальтобетсна из гранулированного шлака: это объясняется большим количеством острогранных частиц в шлаковом песке, которые увеличивают угол внутреннего трения.

При испытании образцов астальтобетона из шлаковых материалов в возрасте 360 суток с момента изготовления максимального (пиковото) вначения прочности не наблюдалось. Это подтверждает то, что процесси структурообразования в шлаковых материалах продолжеются длительное время и определяющую роль, по нашему мнению, в этих процессах играет как дифтувия компонентов битума в поры шлакового материала, так и модитивция поверхности шлака. Интенсивность нарастания прочности в зависимости от содержания битума у асфальтобетона из гранулированного шлака несколько выше, чем у асфальтобетона из шлакового песка, что объясняется большей активностью гранулированного шлака по сравнению со шлаковым песком. У асфальтобетона из шлакового песка в возрасте 360 суток прочность возрастает интенсивностьмо при содержании в ней до 9% битума, при большем количестве битума интенсивность нарастания прочности вамедляется.

После натурного замораживания асфальтобетона наблюдалось снижение его прочности при сжатии, наиболее интенсивным оно было при увеличении уплотняющей нагрузки свыше 30 Mia.

С увеличением возраста образцов водонасыщение асральтобетона из гранулированного шлака несколько снижалось, а после натурного вамораживания—оттаивания увеличивалось (см. рис. 2, a). Водонасыщение асфальтобетона из шлакового песка (см. рис. 2, б) существенно не изменялось с течением времени с момента изготовления и после натурного вамораживания—оттаивания.

Определить соотношение между кодичеством циклов вамораживания ния-оттаивания в лабораторных условиях и при натурном замораживании можно по изменению пористости асфальтобетона. Как показали результаты испытаний, со временем пористость всфальтобетона из гранулированного шлака значительно снижается (рис.3,а), что свявано, по всей видимости, с гидролизом и гидратацией гранулированного шлака под действием атмосферной влаги. После натурного замораживания—оттаивания пористость асфальтобетона из гранулированного шлака несколько возрастает (на 0,5-1,1% объема) по сравнению с пористостью асфальтобетона в возрасте 360 суток. Пористость асфальто-





Рис. 2. Влияние вовраста образдов, натурного замораживания, содержания бытума, уплотняющей нагрузки на водонасыщение асфальтобетона из гранулированного шлака (а) и шлакового песка НЛМЗ (б). Цифра на кривых - уплотняющая нагрузка, мПа





Рис. 8. Влияние возраста образцов, натурного замораживания, уплотняющей нагрузки и содержания битума на прочность асфальтобетона из гранулированного шлака (а) и шлакового песка НЛМЗ (б). Цифры на кривых — уплотняющая нагрузка, МПа

бетона из влакового песка (см.рис. S,б) со временем уменьшается при меньшем содержании битума. После натурного замораживания-оттамвания пористость асфальтобетона из влакового цеска несколько снижается.

Анализ построенного по матеметической молели графика (рис.4) повволяет установить влияние каждого параметра на предел прочности при сжетии асфальтобетона из битумограншлаковой смеси при температуре  $20^{\circ}$ .



Рис. 4. Зависимость предела прочности при сжатии асфальтобетона из битумограншлаковой смеси (гранулированный шлак НЛМЗ и битум ЕНД-90/130) от уплотняющей нагрузки, количества циклов замораживанияоттанвания и содержания битума. Цифры на кривых содержание битума в смеси, %

Можно отметить, что интенсивность нарастания прочности при сжатии обравцов, подвергнутых воздействию знакопеременных температур, выше, нежели эталонных. Следовательно, в условиях водонасыщения и попеременного замораживания—оттаивания в шлаковоральтобетоне продолжаются процессы гидратации шлаковых материалов, что приводит и возникновению коагуляционно-конденсационной структуры. Материалы

на основе гидравлических вяжущих обладают способностью к восстановлению первоначальной структуры вследствие "самовалечивания" детектов, возникающих при попеременном замораживании-оттанвании [3]. Гидратация шлакового материала сопровеждается возникновением контракционных пор, которые играют роль микроамортиваторов.

С увеличением количества циклов замораживания-оттаивания влияние содержания битума на прочность астальтобетона при статии уменьшает-ся, что также свявано с продолжающими процессами структурообразования. Интенсивность снижения прочности астальтобетона с увеличением уплотняющей нагрузки при воздействии знакопеременных температур усиливается (см.рис.4).

Водонасыщение битумошлековых материалов с увеличением количества циклов вамораживания-оттаивания возрастает (рис.5). Интенсиность изменения водонасыщения возрастает текже с увеличением содержания битума в смеси. Это можно объяснить тем, что при увеличении содержания битума в смеси увеличивается толщина битумной пленки на зернах шлака, диффундирование воды через пленку битума замедляется и соответственно этому замедляется модификация поверхности зерен шлака и армирование пленки битума образуемыми при этом кристаллогидратами. Замервающая вода прорывает битумные пленки, перекрывающие межверновые вамкнутые поры.

Пористость шлаковсфальтобетонных материалов незначительно воврастает до 50 циклов вамораживания-оттаивания, а затем снижается (рис. 6). По всей видимости, в первые циклы замораживания-оттаивания происходит некоторая деструкция шлаковсфальтобетона и одновременно с ней — диффузия воды черев пленку битума и гидратация. После 50 циклов замораживания—оттаивания образцов конструктивные процессы начинают преобладать над деструктивными вследствие гидратации шлакового материала под битумной пленкой, модификации поверхности верен шлака и заполнения как внутриверновых, так и межерновых пор кристаллогидратами. Вследствие этого пористость шлакоасфальтобетона начинает уменьшаться. Такое явление наблюдается при любом содержании битума в асфальтобетоне и при любой уплотняющей нагрузке.

После натурного замораживания образцов асфальтобетона из гранулированного шлака происходит их разуплотнение, пористость этих образцов по сравнению с пористостью образцов, хранившихся 360 суток в воздушно-сухих условиях, возрастает. Увеличение пористости образцов замедляется с ростом степени уплотнения при содержании битума до 9% и с увеличением содержания битума при степени уплотнения до 40 МПа (табл. 1).

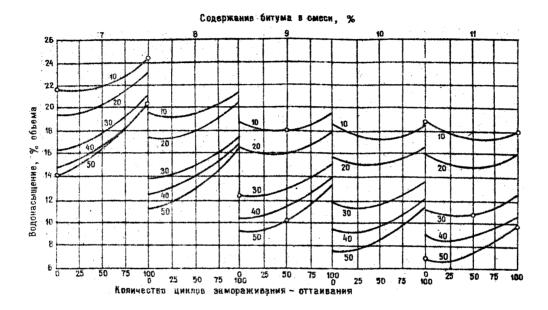


Рис. 5. Бависимость водонасьщения астальтобетона из битумограншлаковой смеси (гранулированный шлак НЛИЗ + битум марки БНД 60/90) от содержания битума в смеси, уплотняющей нагрузки и количества циклов вамораживания—оттаивания. Цитры на кривых — уплотняющая нагрузка, МПа

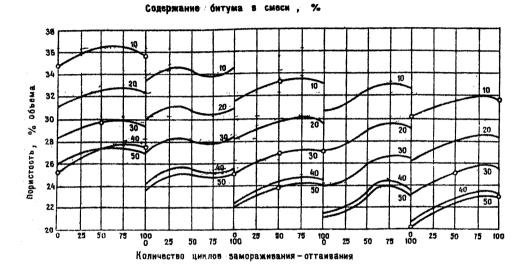


Рис. 6. Зависимость пористости асфальтобетона из битумограншлаковой смеси (гранулированный шлак НЛМЗ + битум БНД 60/90) от содержания битума в смеси, уплотняющей нагрузки и количества циблов замораживания-оттаивания. Ци

Габлица 1

Уплотняющая нагрузка, МПа	!Содер:	вание бил	ума в сме части, %	си сверх	100% минеральной	ì
	7	! 8	1 9	1 10	1 11	_
10	0,68	0,71	0,54	0,87	0,20	
20	0,69	0,55	0,48	0,32	0,20	
50	0,53	0,46	0,38	0,81	0,28	
40	0,45	0,38	0,55	0,32	0,29	
50-	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	

зная величину равуплотнения (табл.1) и используя формулу

$$\Pi = 26,28 - 5,55x_1 - 2,2x_2 + 1,01x_3 + 0,29x_2x_3 + 0,32x_1x_3 + 0,9x_1^2 + 0,61x_2^2 - 0,82x_3^2,$$

 $(\infty_4, \infty_8, \infty_8)$  - кодированные значения уплотняющей нагрузки, со-держания битума в смеси и количества циклов замораживания-оттаивания соответственно), полученную по экспериментальным данным, можно определить коэфициент перехода от количества циклов замораживания-оттаивания в лабориторных условиях к количеству циклов, испытываемых асфальтобетоном в натурных условиях в течение 1 года (табл. 2).

Таблица 2

Уплотняющая нагрузка, Mila		Содержание битума в смеси сверх 100% минеральной части, %							
	7	1 8	! 9	l 10	1 11				
10	27,80	18,98	12,72	7,88	8,91				
20	18,13	12,88	9,34	6,82	3,68				
30	12,27	9,81	7,52	5,78	4,00				
40	9,51	7,47	6,47	5,59	4,80				
50	5,80	5,86	5,92	5,96	4,71				

#### Выводы

1. Процессы структурообразования в щлаковофольтобетоне продолжаются длительное время с момента приготовления. Они ускоряются при применении более активных шлаковых материалов.

- 2. Воздействие знакопеременной температуры на водонасыщенный асфальтобетон приводит к его деструкции, но вследствие гидравли-ческой активности минерального материала происходит самозалечивание дефектов структуры.
- S. При назначении количества циклов замораживания-оттаивания в лабораторных условиях необходимо учитивать значения коэффициемта перехопа.

## Литература

- 1. гезенцвей Л.Б. Асфальтовый бетон из активировенных минеральных материалов. И., 1971.
- 2. Кузнецов А.П. Местине ооломочные материалы в строительстве на Северо-Западе. Л., 1975.
- 8. Иванов Р.М., Доляков В.И. Самозалечивание и стойкость гидротехнического бетона. -Гидротехническое строительство, 1974, \* 8.

УЛК 625.062.2:0.68:751.85

# холодный шлаковый астальтовый бетон

Г.А.Расстегаева, А.А.Руднев, С.И.Самодуров, И.С.Ковалев Воронежский инженерно-строительный институт, Управление "Липецкаетодор"

Основным достоинством колодных асфальтобетонных смесей является их способность и длительному хранению и последующему уплотнению в покрытии, что повволяет заготавливать эти смеси на асфальтобетонных заводах заблаговременно, в течение года. Обеспечение подвижности смесей при хранении достигается применением битумов пониженной вязкости [1,2,5]. Однако покрытия из таких смесей при высоких положительных температурах в ряде случаев являются несдвигоустойчивыми.

Для повышения сдвигоустойчивости покрытий, как нокавали ревультати наших лабораторных и опытно-произволственных исследований, целесообразно применять шлековые пески, имеющие высокий угол внутреннего трения и обладающие гидравлическими вяжущими свойотвами. Зерновой состав шлакового песка [6] удовлетворяет требованиям, предъявляемым к гранулометрическим составам холодных песчаных асфальтобетонных смесей [1]. Алаковый несом является отсеном дробления литого шлакового материала на фракционный щебень, что обусловливает ваминое заклинивание частиц в асфальтобетонных смесях, повышая их структурно-механические свойства. Имея шлаковую природу, минеральный материал в смесях активно вваимодействует с битумом [7], переводя его в пленочное состояние, что позволяет применять для приготовления холодных смесей более вязкие битумы (ЕНД). Поскольку в районах с развитой металлургической промышленностью шлаковый песок является местным дорожно-строительным материалом, его использование в холодных смесях дает значительный эксномический эффект.

Литой шлаковый материал является искусственным силикатным материалом, получаемым при медленном, во многих случаях послойном охлаждении доменного шлакового расплава. В результате дробления литого шлакового материала на фракционный щебень образуется до 30-40 % шлакового песка (фрекция 0-5 мм) [6].

Прочнесть и устойчивоеть холодного шлакопесчаного асфальтобетона при гемпературных и влажностных изменениях определяется характером и степенью взаимодействия на разделе фаз битум — шлаковый песок. Наимчие прочной связи на границе раздела в холодных шлакопесчаных асфальтобетонных смесях овязано с интенсивным протеканием хемосорбционных процессов при объединении битума со шлаковым песком, о чем можно судить по времени десорбированного битума. МГ-70/190 из смеси (табл.1) и количеству десорбированного битума.

Таблица 1 '

нремя десороврования битума из колодной

шлакопесчаной асфальтобетонной омеси

Вовраст об- разцов к на-	Продолжительность экстрагирования образцов, уплотненных нагрузкой (МПа)								
чалу экст- рагирова- ния оутки	10	30	40	50					
4	6 ч 00 мин	8.4 60 мин	9 ч 10 мин	10 ч 15 мин					
<b>3</b> 0	6 50	9 05	9 20	11 30					
60	7 20	9 85	10 10	12 20					
90	9 80	10 10	12 00	18 05					
180	10 20	11 30	18 05	13 30					

Экстрагирование образцов производили в аппарате Сокслетта спирто-бензольной смесью. За окончание экстрагирования принимали время, при котором происходило полное осветление растворителя. Во всех случаях не удалось полностью отакстрагировать битум из образцов.

С увеличением уплотняющей нагрузки и возраста образцов наблюдалась интенсификация процессов на разделе фаз битум — шлаковый песок (см.табл.1). Наименьшим было время десороции образцов в воврасте 4 суток из смеси, уплотненной нагрузкой 10 МПа, наибольшим —
время десороции образцов в возрасте 180 суток из смеси, уплотненной нагрузкой 50 МПа. Из образцов раннего возраста и при меньшей
степени уплотнения удавалось отэкстрагировать битума больше, чем
из образцов более повднего возраста и при большей степени уплотнения.

Нения.
Увеличение прочности адгезионных связей при росте уплотняршей нагрувки связано с перераспределением битума на поверхности
шлакового песка, которое вызывается улучшением упаковки верен в
шлаковом асфальтобетоне. Увеличение времени экстрагирования с воврастом образцов указывает на длительность хемосорбционных процессов
на поверхности шлакового песка. Битум на поверхности шлакового песша становится более вязким и упругим, способствуя повышению структурно-механических свойств битумошлаковой системы. В результате
активного физико-химического вваимодействия и избирательного тракционирования большая часть битума в шлакопесчаноя асфальтобетонной
смеси переводится в пленочное, структурированное состояние, что
обусловливает наряду с высокой механической прочностью таких
смесей низкую олеживаемость при хранении даже в том случае, когда для приготовления применяется битум ЕНД-200/300 (табл. 2).

Минеральная часть представленных в табл. 2 смесей состоит из одного шлакового песка, верновой состав которого отвечает требованиям, предъявляемым к верновому составу колодных смесей. Для укаванных смесей характерно то, что при изменении содержания битума не отмечается явно выраженного максимума прочности, который наблюдается для смесей, приготовленных из традиционных материалов. При изменения содержания битума от 5 до 8% прочность асфальтобетона изменяется незначительно.

Это аномальное поведение материала можно объяснить структурирующей способностью шлакового песка: в асфальтобетонной смеси битумная пленка достигает стабильности при различной толщине, что обусловливает широкий диапазон оптимального содержания битума.

Для холодных асфальтобетонных смесей важной характеристикой

Таблица 2

Физико-механические свойства холодных шлакопесчаных всфальтобетонных смесей, приготовленных с различным содержанием битума

Марк <b>а</b> битума	Chary- Tb, B	, es	Прочность при тии, Mila	CX8-	Коэфициент во- лоустойчивости Коэффициент дли- тедьной водоус- тойчивости
	Conepagne oury wa b check, % Chembaehoctb, vacho yrapob Oftemhas macca, r/cm	Болонеоыщение к объема небухение, к объема	при 20° после водо- насъщения	ток водона- сыления Козфициент доустойчквое	
	5 1 2,16	14,52 0,38	1,5 1,5	1,1 1,00	0,79
ΜΓ- 70/130	6 1 2,21 7 8 2.28	12,96 0,61	1,5. 1,5	1,1 1,00	0,73
70/130	7 8 2,28	9,88 0,30		1,3 1,00	
	8 3 2,26	8,88 0,50		1,4 1,00	
	9 3 2,31	8,05 0,39		1,5 1,00	
	10 3 2,81	6,04 0,21		1,5 1,00	
	4 1 2,17	17,07 0,56	2,6 1,0	1,7 0,81	
00/2001 180/200	5 3 2,21	14,74 0,72	2,6 2,5	1,8 0,98	0,69
	6 5 2,24	12,57 0,61		2,0 1,00	0,74
	7 7 2,25	11,20 0,51		1,7 1,α	
	8 9 2,28	8,49 0,84		1,6 1,00	
	9 13 2,29	7,60 0,80		1,6 1,08	
	4 2 2,19	17,11 0,76		2,1 0,88	0,80
ЕНД- 2 <b>00/</b> 300	5 4 2,21	15,05 0,63		2,5 0,72	0,79
	6 6 2,22	18,05 0,62		2,1 0,78	
200/300	7 9 2,26	9,98 0,46		2,9 0,71	
	8 10 2,27	8,92 0,84	2,5 2,8	8,0 0,80	
	9 13 2,30	8,2 <b>9</b> 0,87		2,8 1,00	

является слеживаемость, которая отражает их способность и длительному хранению. Как показывают результать испытания, слеживаемость холодных асфальтобетонных смесей с содержанием битума 6-8%, даже марки БНД-200/300, достаточно низка и не превышает 10 ударов (см. табл. 2). Слеживаемость смеси не повышается и при выдерживании образцов, приготовленных по стандартной методике, в течение 3 месяцев, что указывает на возможность длительного хранения таких смесей. Следовательно, процессы вваимодействия битума с повержностью шлакового песка при уплотняющей нагрузке 0,05 МПа, продолжающиеоя длительное время, не вызывают угеличения сцепления частиц.

Наряду с низкой слеживаемостью холодные шлекопесчаные асфальтобетонные смеси, приготовленные на битумах СГ-130/200 и БНД-200/300, имеют такую же прочность, как горячие битумоминеральные смеси (ГОСТ 9128-76).

По сравнению с требованиями стандарта [1] холодные шлакопесчаные всфальтобетонные смеси характеривуются несколько повышенными вначениями водонасыщения, что может привести к их разрушению при длительном водонасыщении и воздействии попеременного замораживания-оттаивания.

Для оценки длительной водоустойчивости образцов из шлакового песка и битума марок СГ-130/200, МГ-70/130, БНД-200/500 и шлакового песка (80%), гранулированного шлака (20%) и битума МГ-70/130 их выдерживали в воде 2;14,28;60;120 и 180 суток с последующим определением физико-механических свойств.

Образцы из смеси шлакового песка и битума СГ-130/200, а также из смеси шлакового песка и битума марки МГ-70/130 имели почти одинаковую прочность при сжатым после 2 и 180 суток водонасыщения. Прочность при сжатии образцов с битумом СГ-180/200 после 2 суток водонасьщения составляла 2.1 МПа, после 180 суток - 2.2 МПа. Прочность при сжатии образцов с битумом МГ-70/130 после 2-суточного волонасьмения была равна 1.5 МПа, после 180-суточного - 1.4 МПа. У образцов из смеси шлакового песка и бигума марки БНД-200/800 с увеличением срока водонасыщения с 2 до 180 суток прочность при сжатии снивилась с 2,3 до 1,7 МПа. Прочность образцов из шлакопесчаной астальтобетонной смеси с добавной гранулированного доменного шлака, приготовленной на битуме МГ-70/130, с увеличением срока водонасыщения от 2 до 180 сумож возросла с 1.2 до 1.9 МПа. Это объясняется тем, что при длительном водонасыщении на поверхности гранулированного доменного шлака оправуются продукты гидратании. с которыми битум эктивно взаимодействует, и на разделе фаз происходит более интенсивное образование органоминеральных соединений, чем на разделе фаз в смеси битума со плаками кристаллической структуры.

Следовательно, шлаковые асфальтовые бетоны проявляют сравнительно большую устойчивость к длительному воздействию воды, чем асфальтовые бетоны ив естественного каменного материала. На основании этого можно утверждать, что шлаковые асфальтобетонные покрытия на автомобильных дорогах могут хороно служить не только в воне умеренного, но и в вене избыточного ублажнения. Шляповые материалы кристеплической отруктуры обладост олабымя гидозылическами вяжущими свойствами. В увлажненном состоянии на их поверхности происходят слабые пронессы гидратации. При взеимодействии битума с продуктами гидретении на разделе шлак - битум сервауются органска перадыные соединения, весьма устойчивые и воедействию воды. Поэтому повиженное родонасыщение колодных шлаковых асфальтобетонов не следует рассматривать как их недостаток. Многолетная практика эксплуатеции покрытий, построенных из горячих и хододных битумовленовых омесей, показывают их хорощую водоустойчивость.

Синой из важнейших карактеристик колодных асфальтобетонных омерей является их имастичность. Вследствие слабой коговновной овязя межу молекулями битума, обусловленной его малой вначостью, на попрителя из колодину вофальтобетонных смесей часто поналяются пластические деформации в местах, где возникают вначительное сдвиговые усилья от движущегося транспорта (повороты, спуски, остановим и т.п.). Аля оценки устойчивости шлакопесчаной водальтобетснией смеси сдвиговым деформациям был определен коэфінциент пластичности.

По Н.Н.Иванову [3]. вависимость между временным сопротивлением сжатине R и скоростью деформации V  $R = R_0 \left( \frac{V}{V_0} \right)^K$ , выражентся уразнением

$$R = R_0 \left( \frac{V}{V_0} \right)^{K},$$

где К - воефициент, характеризующий пластичность асфальтеного бетсия. Для устойчивого против одвиговых деформаций асфальтового бетона козбициент пластичноста К должен быть не более 0,17. Колека воменения напряжений во времени для хододного сманового асфальтобетова представлени на окс. І.

Козфициент пластичности для асфальтобетонной смеси не влакового песка (100%) и битума СГ-130/200 (6.5%) равен 0.11. для асфальтоботонной смоси из шлакового песка (100%) и битума УГ-70/130 (6,5%) - 0,12. Таким образом, козфриционт пластичности обеих смесей меньше 0,17, что овидетельствует о хорошей одвигорогой чивости повредня на колодной битумомлаконестаной смеск.

деформационную устойчивость битумоминеральных покрытий опредеваст с поисцью соотношения модуля упругости. Е и вотинной вавности и , карантеривующего период редансяции О напряжений в покрытии: .

$$\theta = \frac{\eta}{E_{ynp}}$$

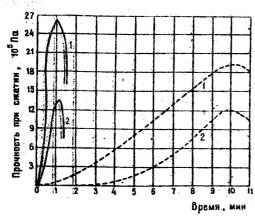


Рис.1. Исменение напряжений при скоросте деборьации (,5 мм/мдн (пунктирные линии) в 3 мм/мин (сплощные линии) в образцах из холодного астава:

1 - шлаковый песок - 100%, онтум СГ-150/200 - 6,5%; 2 - шлаковый песок - 100%, онтум МГ-70/130 - 6,5%

В лабораторных условиях модуль упругости и истинную внакость холодной шлакопесчаной асфальтобетонной смеси из шлакового песна (100%) и битума МГ-70/130 (6,5%) определяли на обравцах — балоч- ках размером  $4 \times 4 \times 16$  см при температуре  $17^{\circ}$ .

Модуль упругости устанавливыли при динамическом нагружении балочек с действием нагрузки 0,1 с и периодом разгрузки I с. Он оказался разным 1531,2 Mila.

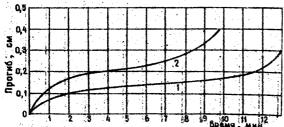


Рис. 2. Полвучесть колодного асфальтобетона при напряжении: .1 - 0,634; 2 - 0,668 МПа

$$\eta = \frac{G - G_{KP}}{E_{OCT}},$$

где 6 - полное напряжение, приложенное на образец;  $6_{\kappa p}$  - напряжение предела текучести,

$$G_{KP} = \frac{G_1 E_2' - G_2 E_1'}{E_2' - E_1'}$$

где  $\mathfrak{S}_1$  и  $\mathfrak{S}_2$  - напряжения в образцах при полвучести, большие  $\mathfrak{S}_{\mathsf{xp}}$ ;  $\mathfrak{S}_4'$  и  $\mathfrak{S}_2'$  - скорости релаксационного течения под воздействием напряжений  $\mathfrak{S}_1$  и  $\mathfrak{S}_2$ ;  $\mathfrak{S}_{\mathsf{qcr}}$  - скерость развития остаточной деформации, определяется по кривой "нагрузка-разгрузка" (рис.3).



Для рассматриваемого асфальтобетона истинная вязкость составила  $1\cdot 10^8$  Па с. Период релаксации — 19 с. По данным С.К.Носкова [4], для горячих асфальтобетонных смесей на вязком битуме вывжость при этой же температуре равна  $5\cdot 10^2$  Па с, период релаксации — 416 с.

Для опытного строительства готовили холодную шлековую асфальтобетонную смесь из шлакового песка фракции 0-5 мм (85%) и битума МГ-70/180 - 6%. Температура смеси на выходе из смесителя была равна 110°. Смесь после изготовления видерживали 7 суток в штабе- пе толщиной 1,5 м. Дальнейшие исследования покавали, что такого состава холодные смеси даже после 7 месяцев хранения не слеживались и сохраняли хорощую удобоукладываемость.

При опытном строительстве смесь разравнивали по ширине проезжей части дороги грейдером и уплотняли моторным катком статического действия с гладкими вальцами 7-8 проходами по одному следу. После 2 месяцев эксплуатации покрытие приобрело достаточную прочность, но еще не достигло проектной плотнести.

Ревультать лабораторных и опытно-производственных исследований показывают, что холодные шлаковые асфальтобетонные смеси можно укладывать в покрытие и при дожде, что позволит в значительной степени уплотнить строительный сезон.

## Литература

- 1. ГОСТ 9128-76. Смеси дорожные и аэродромные и асфальтобе-тонные. М.. 1976.
- 2. Инструкция по строительству асфальтобетонных покрытий. (ВСН 98-73). М.. 1973.
- 3. Конструирование и расчет нежестких дорожных одежд/ Под ред. Н.Н.Иванова. М.. 1973.
- 4. Носков С.К. Упруго-пластично-вязкие свойства битума и асфальтовых смесей. В кн.: Гидро- и теплоизоляционные материалы и конструкции. М., 1955.
- Рекомендации по устройству покрытий из холодного асфальтобетова, приготовленного на базе асбестовых отходов. М., 1974.
- 6. Самодуров С.И., Расстетаева Г.А., Ковалев Н.С. Примэнение отходов дробления литого шлакового щебня для строительства автомобильных дорог. Экспресс-информация ЦЕНТИ.М.,1974, вып.13. УЛК 625.855.3

# ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ГРАНУЛИРОВАННОГО ШЛАКА НА СВОЙСТВА ХОЛОДНЫХ АСТАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

В.Г.Еремин

Воронежский инженерно-строительный институт

Холодные мелковернистые асфальтобетонные смеси из традиционных материалов подразделяются, как и горячие, на щебенистые с каржасной структурой (35-50% щебня) и малощесенистые с порфировой структурой (18-35% щебня), и состоят из щебня основных горных пород, песка, минерального порошка и жидкого битума. Трехкомпонентная минеральная часть таких смесей усложняет технологию их приготовления, а наличие минерального порошка повышает стоимость холодного асфальтобетона. Применение гранулированного шлака в холодном асфальтобетоне поэволяет приготавливать смеси с двухкомпонентной минеральной частью, при этом гранулированный шлак выполняет роль песка и минерального порошка.

Оптимальное содержание гранулированного шлака в колодной асфальтобетонной смеси находится в пределах 30-35% (рис.1). Именно при таком соотношении щебня и гранулированного шлака колодная асфальтобетонная смесь имеет максимальную прочность при сжатии, наибольшую объемную массу минерального остова и минимальное водонасыщение. Следовательно, при содержании в смеси 65-70% шлакового

щебня, 80-85% гранулированного шлака она имеет оптимальную (каржасную) структуру, которая характеризуется тем, что частицы щебня находятся в контакте друг с другом, а все "павухи" между ними

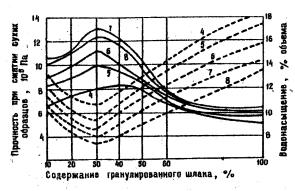


Рис.1. Изменение прочности при сжатии (сплошные линии) и водонасыщения (штри-ховые линии) в зави-симости от содержания гранулированного шлака в смеси. Цифры на кривых — содержание в смеси битума МГ-70/180

ваполнены гранулированным шлаком. Следует отметить, что при содержании в смеси более 60% гранулированного шлака ее прочностные свойства практически не отличаются от прочностных свойств колсдных смесей на одном гранулированном шлаке. В этом случае отдельные щебенки находятся как бы в "плавающем" состоянии в смеси гранулированного шлака и битума, поэтому свойства асфальтобетонной смеси определяются свойствами системы гранулированный шлак - битум. При содержании в смеси гранулированного шлака менее 80% промеходит раздвижка отдельных щебенок, а гранулированного шлака становится недостаточно, чтобы заполнить пустоты, в результате чего наблюдается уменьшение прочности и объемной массы минерального остова и увеличение водонасыщения.

В битумоминеральной композиции, которая включеет щебень, гранулированный шлак и битум, гранулированный шлак выполняет роль песка
и минерального порошка. Недостаток мелких фракций (рис. 2) восполняется путем дробления отдельных частиц гранулированного шлака,
происходящего в процессе приготовления смеси и ее уплотнения. Гранулометрический состав минеральной части холодной асфальтобетонной
смеси на основе шлакового щебня и гранулированного шлака несколько
отличается от рекомендованного ГОСТ 9128-76 большим содержанием
щебеночной составляющей и меньшим содержанием мелких частиц. На целесообравность повышения содержания в холодном асфальтобетоне фракций
крупнее 2 мм при одновременном уменьшении содержания минерального
порошка указывает Е.Н.Ковлова [2]. Н.М.Авласова [1] отмечает, что
увеличение в асфальтобетонной смеси содержания щебня фракции 5-15 мм

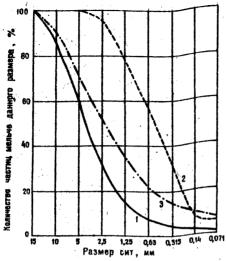


Рис. 2. Гранулометрический состав шлакового щебня (кривая 1), гранулированного шлака (кривая 2) и минеральной части (кривая 3) колодной всфальтобетонной смеси

до 60% значительно повышает прочностные показатели и сдвигоустойчивость холодного асфальтобетона. С.И.Самодуров [3] считает 30%ное содержание гранулированного шлака оптимальным при использовании его вместо песка и минерального порошка в горячих асфальтобетонных смесях, приготовленных на шлаковом, гранитном или известняковом щебне.

Для холодных асфальтобетонных смесей с добавками гранулированного шлака характерно ускорение процессов структурообразования (рис. 3). Под действием активной поверхности гранулированного шлака битум переходит в пленочное, структурированное состояние, что повышает прочностные свойства и водоустойчивость асфальтобетонной системы.

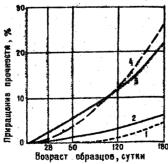


Рис. 3. Изменения во времени прочности сухих (линии 3,4) и водонасыщенных (линии I,2) образцов холодных асфальтобетонных смесей:

1 и 2 - без добавки гранулированного шлака; 3 и 4 - с добавкой 30% гранулированного шлака

## Литература

- 1. Авлесона Н.М. Строительство покрытий из холодного асфальтобетона с повышенным содержанием щебня. Тр. СоюздорНИИ. М., 1969, вып. 34.
- 2. Козлова Е.Н. Холодный асфальтобетон. М., 1958.
- Самодуров С.И. Асфальтобетонные смеси с использованием гранулированного шлака вместо песка и минерального порошка. — Экспресс-информация ЦЕНТИ Минавтодора РСФСР. М., 1966, вып. 2.

VIN 691.38 : 624.188

# ВЛИЯНИЕ ФОСФОГИПСА НА ПРОЦЕСС ТВЕРДЕНИЯ ИЗНЕСТКОВО-ЗОЛЬНОГО ВЯЖУШЕГО

В.А. Кейльмен, В.П. Матуа Ростовский инженерно-строительный институт

Использование в дорожном строигельстве вяжущих на основе отжодов промышленности, в частности, зол-уноса тепловых електростанций, имеет важное значение, поскольку при этом решаются две вадачи: расширения ресурсов вяжущих материалов и утиливации отвальных вольных смесей.

В Зональной дорожной научно-исследовательской ласоратории Ростовского инженерно-отроительного института исследована эффективность применения в известково-вольных вяжущих фосфогился (отход производства ортофосфорной кислоты) с целью ускорения процессов структуросоразования.

Фосфогило представляет собой мелкокристаллическое вещество серого цвета. Химическая формула основного вяжущего Со SQ<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>Q . При вваимодействии извести, волы-унеса и фосфогился, неряду с обравованием гидросиликатов кальция, возможно есравование и окиси сульфатов по следующей сжеме:

m CaOHlo+ n CaSO4 · 2HoO+ pHoO+ m Ca(OHlo · n CaSO4 · pHoO.

В этом случае двойные соли - гифрать являются труднорастворимыми и принимают участие в формировании цементного камня. Оксисульфать, откладывансь в виде пленок, кольматируя поры или внедряясь в структуру материала наравне с другими фаземи, ускоряют процессы

твердения и способствуют более интенвивному набору прочности известково-вольного вяжущего.

Результаты экспериментальных исследований, приведенные в табл. 1, полтверждают скавенное. Для сравнения в табл. 1 даны основные покасатели аналогичных смесей, в которых в качестве электролита применен хлористый кальций.

Таблица 1

Номер Смес и	иввести			% Іхлористого кальция	Предел прочности пропаренных об- разцов после 28 суток твердения, 10 <sup>-5</sup> Ла		поверхность по ПСХ-2
	<u> </u>	1		i i	Rose	1 Rn 1	cm²7r
1	20	73	7	_	75	25,8	4060
2	20	73	-	7	69	18,5	3820
3	22	78	-	•	44	11,9	3880
41	74		26	-	17	4,4	4050
- 5	74			26	7,5	2	5340
6	-	91 .	9	-	6,9	2	4690
7		91	_	9	15	4	4460

Результаты исследовений во выявлению ептимального процентного содержания фосфогился в составе известнове-зольной омеси приведены в табл. 2.

Таблица 2

Номер Смеси	Содержание в смеси Я извести волы— фосфогинов уноса			і іпелед пречности при сжатии  10 <sup>-5</sup> Па, через следующее чис- по суток твердения		
1	<u> </u>		<u>i                                      </u>	14	1 28	
8	23	75	2	7,9	20,0	
9	22	74	4	11,9	21,7	
10	23	78	5	17,0	30,1	
11	81	70	9	7,5	13,8	
12	19	65	16	7,8	11.7	
13 14	17 13	56 <b>43</b>	27 44	5,9 3,1	11,7 7,5	

Образцы без добавки и с добавкой фосфогипса в возрасте 28 и 90 суток были подвергнуты рентгено-фазовому анализу.

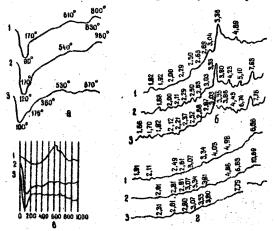


Рисунок. Термограмми (а,в) и дитрактограммы (б,г) известково-вольных смесей после 28-суточного (а,б) и 90-суточного (в,г) твердения:

1 — бев добавки фосфотипса; 2 — с добавкой фосфотипса в количестве 2,5%; 3 — в количестве 5%

Согласно данным рентгено-фазового аналива (см.рисунок, б); в пробе известково-вольной смеси 28-суточного твердения, кроме линий, характерных для исходных компонентов волы (3,36; 2,69; и гидроокией кальция (2.68; 4.89; 1.92 A°), появляются слабые линии в области межплоскостных расстояний 3.04: 2.87 и 1.82 40, которые относятся к гидросиликатем кальция тоберморитового типа - высокоосновному Co SHo или нивкоосновному CSH(B). Определение фазового состава C2SH2 и CSH(B) представляет некоторые трудности, так как на рентгенограммах линии высокоссновных и нивкоосновных гидросиликатов кальшия совпадают. Там неменее наличие эндотермического вректа дегидратации С. SH2 на дифференциальной термограмме этой пробы, а также отсутствие эквотермического эффекта в области 8000, характерного для нивкоосновных гидросиликатов кальция переменного состава СЗН(В), повволяет отнести гидросиниизтные новосоравования и высокоосновному тоберморитоподобному гидросиликату кальция С, ЗН2 .

Эндотермический эфтект выделения адсорбционной воды (120°) из гелеподобных новообразований (см. рисунск, а,б, яривые 2-3)

свидетельствует о более интенсивном взаимодействии между активными компонентами золы-уноса и гидроскисью кальция в присутствии фосфо-гипса. Характерно, что у проб с добавкой фосфогипса этот эффект более высокий, чем у аналегичных проб без активатора.

Рентгено-фазовое исследование проб образцов 90-суточного твердения показали, что в них начинают развиваться процесси самоуплотнения известково-вольного камня, уменьшаются пористость структуры и
количество негидратированных верен стеклоподобной фазы волы-уноса.
В известково-вольных пробах образцов (особенно с добавкой фосфогипса) в воврасте 90 суток в отличие от аналогичных проб 28-суточного
твердения значительно увеличивается количество гидратных новообразований. Таким образом, в результате взаимодействия гидроокиси кальция с компонентами золы-уноса в ранние сроки твердения обравцов (до
28 суток) в них образуются гелеподобные продукты гидратации.

Увеличение в известково-вольных образцах содержания высокодиоперсных гидратных новообразований и появление малозакристаллизованных фаз в более повдние сроки твердения (до 90 суток) приводит к образованию в них прочного структурного каркаса. Добавка фосфогилса способствует более интенсивному вваимодействию извести со стекловидной фазой волы-уноса. Это приводит к образованию большого количества гидратных новообразований, значительному уплотнению структуры, что увеличивает прочность смеси (см.табл. 1,2).

#### Выволы

- 1. Для ускорения процессов структурсобразования в известкововольных смесях вместо хлористого кальция может быть использован отход промышленности — фосфотипс.
- 2. Наибольшие прочностные показатели известково-вольное вяжущее имеет при введении в его состав фосфогилса в количестве 2,5-5% от массы смеси.

YJK 691.827

# АЛГЕЗИОННЫЕ СВОЙСТВА НЕКОТОРЫХ ИСКУССТВЕННЫХ ОВЫИГОВЫХ ДОРОБНЫХ МАТЕРИАЛОВ

О.Г. Маришева, В.Д. Остапонко Воронекский инженерно-строительный институт

При эксплуатации асфальтобетонных покрытий в большинстве сдучаев обнаруживается ослабление контакта между органическии вяжущим и минеральным истериалом. Для предупреждения этого явления необходимо повышение прочности сцепления поверхностей равдела фав в сложной гетерогенной фивико-химической системе, каковой является асфальтобетон. Прочность такого сцепления определяется, во-первых, адгевионными свойствами органического вяжущего и, во-вторых, природой поверхности минеральных материалов (реакцией среды, нежомпенсированностью силовых полей и т.п.).

Для увеличения сцепления применяются поверхностно-активные добавки, симеводно поверхностное натяжение материала, которое вовникаят в результате наличия некомпенсированных силовых полей. Эти добавки модифицируют поверхность минерального тела; в своем большинстне ПАВ имеют специфическое линейное отроение молекул, один жонец которых является гидрофобным углеводородных радикалом; в другой представляет собой гидрофильную часть, состоящую из гидрофильных и повярных групп (диполей) с резими дейотвием выпентных сил [2].

Исследования по улучшению сцепления срганических вяжущих с поверхностью каменного ваполнителя разлачного геневиса покавали [1,2], что наиболее эффективными досавками ябляются исногенные анкон- и катионовктивные вещества.

Помимо поверхностно-активных добавок для повыжения алгозаи между битумом и поверхностью (в том числе влажной) кеменного материала, т.е. для достижения устойчивого контакта между ними, применяются активаторы поверхности (известь, хлорное желево, цемент).

Нами было исследовано взаимодействие искусственных обжиговых каменных материалов с битумами Киришского НПЗ различных марок. Для сравнения методом красителей (ГОСТ 11509-65) определяли покаватель сцепления битума со стандартным материалом — мрамором.

Енло установлено (табл. 1), что показатель сцепления битумов с керамдором несколько меньше, чем показатель сцепления тех же биту-

Таблица 1 Количественная характеристика сцепления битумов с некоторыми каменными материалами

Минеральный материа	эл Битум	Показатель сцепления
Мрамор	БНД-40/60	93,5
	БНД-60/90	90,8
	БНД-90/130	86,8
Керамдор	БНД-40/60	64,9
	БНД-60/90	67,8
	БНД-90/130	74,6
Термосуглинит	БНД-40/60	73,2
	БНД-60/90	68,1
	БИД-90/130	80.1

мов с мрамором и термосуглинистом. При этом чем меньше вявкость битума, тем выше его сцепление с керамдором, котя характер сцепления вмеет противоположную направленность [1].

Лучшее сцепление менее вязкого битума (БНД-90/130) с искусственными обжиговыми дорожными материалами, оченидно, можно объяснить более пористой и шероховатой структурой повержностного слоя жак керамдора, так и термосуглинита. По-видимому, на повержности искусственных материалов происходит более полное удерживание менее вязкого битума за счет его проникновения в микропоры и микротрещины повержностных слоев керамдора и термосуглинита.

Для термосуглинита повазатель сцепления с битумамя БНД-40/60 в БНД-60/90 имеет достаточно высокие в сравнительно близкие значения. Сцепление битумов БНД-40-60 в БНД 60/90 с керамдором оказалось несколько ниже, чем сцепление мрамора и термосуглинчта.

Была проведена работа по повышению сцепления испусственных обжиговых материалов с применением различных поверхностно-активных добавох.

Сравнение воздействия на минеральный материал таких активаторов поверхности, жак известковое молоко с 10%-ным содержанием  ${\rm Ca(OH)_2}$  и 2%-ного раствора соли Мора  ${\rm (MH_4)_2Fe(0_4)_2}$   ${\rm 6H_2O}$  показало, что первая добавка в вначительной степени повышает адгезионную способность керамдора, тогда как вторая положительного влияния не

Таблица 2
Влияние добавок на показатель сцепления битума
ЕНД-60/90 с керамдором и термосуглинитом

Минеральный материал	Добавна	Количество Добавии, 2	Показатель Гоцепления, %	
Керамдор	Известковое молоко	10	86,2	
	Соль Мора	8	71,8	
	Латеко СКС-65	2	86,8	
	Латеко СКД-1-Н	2	84,0	
	KOPC	2	81,5	
	Силикат натрия	2	55,9	
Тармосуглинит	Латеко СКД-65	2	87,9	
	KOPC	2	84,7	

окавывает. Применение жидкого стекла почти на 10 % уменьшает оцепление битума с керамдором (табл. 2). Использование латексев, особенно латекса СКС-65, и кубевого остатка ректификации стирола (КОРСа) опособствует улучшению адгевии битума как с керамдором, так и с термосуглинитов.

Таким образом, проведенные испытания повазаки оравнительно высокое адгенионное взаимодействие битумов с искусственными обкитовыми материалами, а также вовможность повышения их оцепления путем применения такжи поверхностно-активных добавок, как известновое молоко, латеком, КОРС.

# Литература

- 1. Колбановская А.С., Михайлов В.В. Дорожные битумы.М., 1978.
- 2. Щестоперов С.В. Дорожно-строительные материалы.М., 1969.

#### PROEPATH

VIK 624.138.061.6

Применение метода инфракрасной спектроскопии при исследовании процессов взаимодействия в системах заполнитель-вяжущее. Платонов А.П. — В кн.: Применение местных материалов и отходов промишленнысти в дорожном строительстве. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1980, с. 3-10.

Приведени обобщенные данные по исследованию методом инфракрасной спектроскопии процессов, происходящих при укреплении грунтов смолами холодного отверждения. Показана эффективность метода при выяснении процессов межфазового взаимодействия на поверхности грунтовых частиц.

Биол. ссылок 5. ил. 5. таол. 3.

УДК 625.7.06/07

Исследование изменений состава и свойств битума методом инфракрасной спектроскопии. Картаминев В.В. – В кн.: Применение местных материалов и отходов промилленности в дорожном строительстве. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1980, с. 11-17.

Издагаются результати исследования изменения состава и свойств битума нод влижнием жлиматических факторов. Для выявления химичес-ких и структурных изменений битума применен метод инфракрасной спектроскопии.

Биол. сенлок 9, ил. 2, табл. 3.

YAK 691.16 (0.88.8)

Исоледование эмульгирующей способности анионоактивного эмульгатора ЭВШ. Харченко В.А., Чигиринцева Л.М., Элькина Т.С. — В кн: Применение местных отроительных материалов и отходов промишленности в дорожном строительстве. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1980, с. 18-22.

Исследована эмульгирующая способность нового анионоактивного эмульгатора ЭШ, полученного путем содового омыления парафинового оксидата. Получены данные о влиянии концентрации эмульгатора в водном растворе на процесс эмульгирования, установлены оптимальний температурный режим среды в процессе эмульгирования и изменение состава и свойств эмульсии на отдельных этапах ее изготовления.

Библ. ссылок 8. табл. 3.

## **УДК 625.7.08**

Из опыта применения технологии приготовления горячих асфальтобетонных смесей на основе гудрона. Северинов Ф.А., Халеев Д.М., Гладких В.П. — В кн.: Применение местных материалов и отходов промишленности в дорожном строительстве. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1980 с. 23-25.

Установлено, что повышению качества смесей способствует подача в мешалку пульты Рипохлорита кальция в течение всего времени перемешивания. Смеси, приготовленные в производственных условыях, отвечают требованиям, предъявляемим ГОСТ 9Г27-76 к горячим всфельтобетонным смесям I и II марок.

Библ.ссилок 4, табл. І.

## **YIK 625.855**

Влияние каучуковых материалов на структурно-механические свойства дорожных битумов. Крупин А.И. — В кн.: Применение местных материалов и отходов промешленности в дорожном строительстве. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1980, с. 25-27.

Показано, что введение добавок каучуков к битумам расширяет температурный интервал использования битумно-каучукового вяжущето и повышает прочностные характеристики битумов. Из двух выбранных каучуков СКД и СКС-30 АРКПН больший упрочняющий эффект дает СКП.

Библ. ссылок 2. ил. 2.

#### УШК 691.16:625.855.3

Активация минеральных порошков некоторыми отходами химической промышленности. Сулин Н.И., Харченко В.А. — В кн.: Применение местных материалов и отходов промышленности в дорожном строительстве. Воронеж: Изд-во НТУ, 1980, с. 28—31.

Рассматривается возможность использования отходов предприятий коксохимической промышленности и заводов СК в качестве активирующих добавок при производстве активированных минеральных порошков. Асфальтобетонные смеси, приготовленные на минеральных порошках, активированных добавками каучук + КУС и каучук + ПЕО, отличаются большой плотностью, тепло-водоустойчивостью, прочностью на растяжение и требуют пониженного расхода вяжущего.

Биол. ссилок 5, табл. 2.

#### YIK 661.431

Исследование воздействия растворов гипохлорита кальция на антикоррозионную устойчивость битумной пленки. Соколов Б.Ф., Лебедева Н.В. — В кн.: Применение местных материалов и отходов промышленности в дорожном отроительстве. Воронеж: Изд-во НГУ, 1980. с. 31-35.

Рассматривается возможность защить новерхности стали от коррозионного воздействия пульпы гипохлорита нальция битумной пленкой. Исследованы зависимости снижения скислительной активности пульпы от времени и температури при контакте со стальными пластинами с незащименной поверхностью и спловержностью, покрытой битумной пленкой.

Висл. сомлок 2. ил. 5.

# **文**麻 625.855,3.001.5

Влияние добавок бутадиенового каучука на сдвиго— и трещино стойкость асфальтобетонных покрытий. Микрин В.И., Лаврухин В.И. — В кн.: Применение местных материалов и отходов промышленности в дорожном строительстве. Воронеж: Изд-во ВГУ. 1980. с. 35—47.

Издагаются результати исследования влияния добавок бутадиенового каучука на сдвиго- и трещиностойкость асфальтобетонных покритий. Определено значение отношения кинетических характеристик, подучени уравнения регрессии, описывающие поведение материала при расчетной высокой температуре и зимнем охлаждении. Биод. сеплок 9. ил. 3. таод. 5.

## VIIK 625.7.07

Шлаковне асфальтобетонные покрытия и снижение потерь от дорожно-транспортных происшествий. Самодуров С.И., Шапиро Г.Л. – В кн.: Применение местных материалов и отходов промышленности в дорожном строительстве. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1980, с. 47-52.

Произведен расчет экономической эффективности уменьшения потерь от дорожно-транспортных происшествий на дорогах с покрытием из шлакоасфальтобетона по сравнению с потерями от ДТП на дорогах с асфальтобетонным покрытием из традиционных минеральных материалов.

Биол. ссилок 2. табл. 3.

#### **УЛК 625.752**

Влияние возраста образцов, натурного замораживания и замораживания в лабораторных условиях на структурно-механические свойства асфальтобетона из шлакових материалов. Ковалев Н.С. – В кн.: Применение местных материалов и отходов промышленности в дорожном строительстве. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1980, с.53-65.

Установлено, что воздействие знакопеременных температур на водонасыщенный шлакоасфальтобетон не препятствует возникновению в нем коагуляционно-кристаллизационной структури. Определены значения коаффициента перехода от лабораторных циклов замораживания—оттаивания к натурным для центрально-черноземных областей.

Библ. сенлок 3, ил. 6, табл. 2.

#### YIK 625.062.2:0.68:731.85

Холодний шлаковый асфальтовый бетон. Расстегаева Г.А., Руднев А.А., Самодуров С.И., Ковалев Н.С. — В кн.: Применение местных материалов и отходов промышленности в дорожном строительстве. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1980, с. 65-73.

Рассматриваются основные структурно-механические свойства хододного шлакового асфальтобетона на основе стсевов дробления литого шлакового щебня. Установлено, что повышенное водонасыщение холодного шлакового асфальтобетона не может рассматриваться как отрицательное свойство. Коэффициент пластичности материала, значительно меньший 0,17, гарантирует сдвигоустойчивость покрытия. Холодная шлаковая асфальтобетонная смесь может готовиться на более влаких битумах, включая битум БИЛ-200/300.

Библ. ссылов 7, ил. 3, табл. 2.

#### **YIK 625.855.3**

Влияние добавок гранулированного плака на свойства холодных асфальтобетонных смесей. Еремин В.Г. – В кн.: Применение местных материалов и отходов промышленности в дорожном строительстве. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1980, с. 73-76.

Показана возможность приготовления мелкозернистих холодных асфальтобетонных смесей с использованием взамен неска и минерального порошка гранулированного шлака. Обосновивается оптимальное содержание гранулированного шлака, которое обеспечивает максимальные прочностные свойства смеси и их минимальное водонасыщение. Установлено, что добавки гранулированного шлака ускоряют процесси структурообразования покрытий из холодного асфальтобетона.

Биол. ссилок 3, ил. 3.

## YIK 691.33:624.138

Влияние фосфотинса на прецесс твердения известково-зольного вяжущего. Кейльман В.А., Матуа В.П. — В кн.: Применение местных материалов и отходов промишленности в дорожном строительстве. Воронеж: Изд-во ЕГУ, 1980, с. 76-79.

Установлено, что введение фосфогипса в состав известково-вольного вяжущего ускоряет прецессы отруктурообразования, что подтверждается данными термического, рентгено-фазового анализов. Интенсивное взаимодействие извести с аморфным кремнеземом золи-уноса приводит к образованию фольшого количества гидросиликатсь кальция, к значительному уплотнению структуры и в конечном итоге к повышению прочности смеси.

Ил. І. табл. 2.

YJK 691.327

Адгезионные свойотва некоторых искусственных обжитовых дорожных материалов. Марышева О.Г., Останенко В.Д. — В кн.: Применения местных материалов и отходов промышленности в дорожном строительстве. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1980, с. 80-82.

Рассматривается адгезионное взаимодействие искусственных обжиговых дорожных материалов керамдора и термосуглинита с битумами различных марок. Приводятся результати исследований по удучшению адгезионных свойств минеральных искусственных заполнителей путем применения поверхностно-активных добавок.

Библ. сонлок 2, табл. 2.

# СОДЕРЖАНИЕ

Платонов А. П. Применение метода инфракрасной спект-
роскопии при исследовании процессов взаимодействия в системах
заполнитель — вяжущее
Картамышев В. В. Исследование изменений состава и
свойств битума методом ИК-инфракрасной спектроскопии
Харченко В. А., Чигиринцева Л. М. Исследование 18
эмульгирующей способности анионоактивного эмульгатора ЭВШ 18
Северинов Ф. А., Халеев Д. М., Гладких В. П.
Из опыта применения технологии приготовления горячих асфальто-
бетонных смесей на основе гудрона 23
Крупин А. И. Влияние каучуковых материалов на струк-
турно-механические свойства дорожных битумов
Сулин Н. И., Харченко В. А. Активация минеральных
порошков некоторыми отходами химической промышленности 28
Соколов Б. Ф., Лебедева Н. В. Исследование воздей-
ствия растворов гипохлорита кальция на антикоррозионную
устойчивость битумной пленки
Микрин В. И., Лаврухин В. П. Влияние добавок бута-
диенового каучука на сдвиго- и трещиностойкость асфальтобетон-
ных покрытий
Самодуров С. И., Шапиро Г. Л. Шлаковые асфальто-
бетонные покрытия и снижение потерь от дорожно-транспортных
происшествий
Ковалев Н. С. Влияние возраста образцов, натурного
замораживания в лабораторных условиях на структурно-механи-
ческие свойства асфальтобетона из шлаковых материалов
Расстегаева Г. А., Руднев А. А., Самодуров С. И.,
Ковалев Н. С. Холодный шлаковый асфальтовый бетон
Еремин В. Г. Влияние добавок гранулированного шлака на
свойства холодных асфальтобетонных смесей
Кейльман В. А., Матуа В. П. Влияние фосфогипса на
процесс твердения известково-вяжущего
Марышева О. Г., Остапенко В. Д. Адгезионные свой-
ства некоторых искусственных обжиговых дорожных материалов 80
Рефераты