



БІТУМОПОЛІМЕРНІ В'ЯЖУЧІ І АСФАЛЬТОПОЛІМЕРБЕТОНІ, МОДИФІКОВАНІ ЕЛВАЛОЄМ АМ У КОМБІНАЦІЇ З ПОЛІФОСФОРНОЮ КИСЛОТОЮ

В. І. Братчун^а, О. Е. Самойлова^б, В. Л. Беспалов^а, М. К. Пактер^б

^аДонбаська національна академія будівництва і архітектури,
вул. Державіна, 2, 86123, м. Макіївка, Україна;

^бУкраїнський науково-дослідний інститут пластичних мас,
пр. Ілліча, 97, 83059, м. Донецьк, Україна.

Получена 18 січня 2007; принята 7 березня 2007.

Анотація. Досліджені бітумополімерні в'язучі речовини для виробництва одягу нежорсткого типу автомобільних доріг. Показано, що властивості бетонних сумішей на органічних в'язучих визначаються, перш за все, якістю органічного в'язучого та процесами взаємодії на поверхні розподілу фаз "органічне в'язуче – мінеральний матеріал". Теоретичні і експериментальні дослідження свідчать про те, що при використуванні якісних компонентів і оптимальної структури асфальтобетону досягнута максимально щільна упаковка частинок мінерального остову. Дорожній одяг розглядався як конструкція, що має декілька робочих шарів. Асфальтобетон досліджувався комплексом умов дії зовнішніх зусиль: температури, часу дії, інтенсивності навантаження, виду напруженого стану і т.і. При дослідженні асфальтобетону і асфальтополімербетонів розглядалися стани: ідеальний пружно-ізотропний, лінійно-деформоване тіло, в'язкопластичне, анізотропне- та нелінійне-деформоване. Досліджувалися впливи бітумополімерних органічних в'язучих на властивості мікроструктури бетонів. Установлювалися кількісні залежності між показниками якості мікроструктури бетонів, їх компонентів та структурно-механічні властивості асфальтобетону.

Ключові слова: асфальтополімербетони, бітумополімерні композиції, поліфосфорна кислота.

БИТУМОПОЛИМЕРНЫЕ ВЯЖУЩИЕ И АСФАЛЬТОПОЛИМЕРБЕТОНЫ, МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ЭЛВАЛОЕМ АМ В КОМБИНАЦИИ С ПОЛИФОСФОРНОЙ КИСЛОТОЙ

В. И. Братчун^а, Е. Э. Самойлова^б, В. Л. Беспалов^а, М. К. Пактер^б

^аДонбасская национальная академия строительства и архитектуры,
ул. Державина, 2, 86123, г. Макеевка, Украина;

^бУкраинский научно-исследовательский институт пластических масс,
пр. Ильича, 97, 83059, г. Донецк, Украина.

Получена 18 декабря 2007; принята 5 марта 2007.

Аннотация. Исследованы битумополимерные вяжущие вещества для производства одежды нежесткого типа автомобильных дорог. Показано, что свойства бетонных смесей на органических вяжущих определяются, прежде всего, качеством органического вяжущего и процессами взаимодействия на поверхности раздела фаз "органическое вяжущее – минеральный материал". Теоретические и экспериментальные исследования свидетельствуют о том, что при использовании качественных компо-

нентов и оптимальной структуры асфальтобетона достигнута максимально плотная упаковка частиц минерального остова. Дорожные одежды рассматривались как конструкция, имеющая несколько рабочих слоев. Асфальтобетон исследовался комплексом условий воздействия внешних усилий: температуры, времени действия, интенсивности нагрузки, вида напряженного состояния и т. д. При исследовании асфальтобетонов и асфальтополимербетонов рассматривались состояния: идеальное упруго-изотропное, линейно-деформируемое тело, вязкопластическое, анизотропно- и нелинейно-деформируемое. Исследовались влияния битумополимерных органических вяжущих на свойства микроструктуры бетонов. Устанавливались количественные зависимости между показателями качества микроструктуры бетонов, ее компонентов и структурно-механическими свойствами асфальтобетона.

Ключевые слова: асфальтополимербетоны, битумополимерные композиции, полифосфорная кислота.

BITUMEN-POLYMER BINDERS AND ASPHALT-POLYMER-CONCRETES MODIFIED BY ALVALOY AM COMBINED WITH POLYPHOSPHORIC ACID

V. I. Bratchun^a, O. E. Samoilova^b, V. L. Bespalov^a, M. K. Pakter^b

^a*The Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,
2, Derzhavin Street, 86123, Makiyivka, Ukraine.*

^b*The Ukrainian Research Institute of Plastics,
97, Illich av., 83059, Donetsk, Ukraine.*

Received 18 December 2006, accepted 5 March 2007.

Abstract. There have been studied bitumen-polymer binders to produce non-rigid pavements for highways. It is shown that properties of concrete mixtures based on organic binders are specified first of all by an organic binder quality and by the processes of the "organic binder-mineral material" interaction on the phase interface. Theoretical and experimental investigations show that using qualitative components and optimal structure of asphalt-concrete one can obtain a maximum dense packing of particles of a mineral frame. Pavements are considered as a structure that has some working layers. Asphalt-concrete has been studied by a complex of conditions of the external force influences: temperature, time of influence, load intensity, type of a stressed state etc. When studying asphalt-concretes and asphalt-polymer-concretes, the following states were considered: an ideal elastic-isotropic, linear-deformed body, a visco-plastic, anisotropic, and non-linear-deformed body. There was also studied an influence of bitumen-polymer organic binders on the properties of concrete microstructure. There were fixed quantitative dependences of the concrete microstructure quality indices, its components, and structural-mechanical properties of asphalt-concretes.

Keywords: asphalt-polymer-concretes, bitumen-polymer compositions, poly-phosphoric acid.

Как показано в работах [1, 2], эффективным способом повышения качества нефтяных дорожных битумов, асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов является модифицирование органического вяжущего этиленглицидилакрилатом Элвалой АМ в комбинации с полифосфорной кислотой ПФК-105.

В то же время физико-механические свойства битумополимерных вяжущих и асфальтополімербетонів не изучены.

Рассмотрение свойств битумополімерних вяжущих (составы 2 и 3 в табл. 1, рис. 1) и сравнение их со свойствами исходного битума БНД 130/200 (индекс 1 в табл. 1) показывает, что битумополімерні вяжущі характеризуются повышенными температурами перехода в вязко-текучее состояние без снижения деформативной способности вяжущего. Это приводит к значительному расширению интервала пластичности, например, битумополімерное вяжущее, которое содержит в своем составе 2% Элвалоя АМ и 0,2% ПФК-105 имеет на 21 °C шире интервал пластичности в сравнении с модифицируемой системой. Это должно значительно повысить сдвигоустойчивость асфальтополімербетона без снижения трещиностойкости асфальтополімербетонного покрытия. Введение в нефтяной дорожный битум как Элвалоя АМ, так и Элвалоя АМ в комбинации с полифосфорной кислотой значительно повышает адгезию к поверхности минеральных материалов от 18% до 76-84% (табл. 1, рис. 1). В связи с ростом когезии модифицированных битумов (когезия системы 3 в 2,68 раз выше системы 1, табл. 1, рис. 1) асфальтополімербетони должны характеризоваться повышенными значениями водостойкости и морозостойкости. Битумополімерні вяжущі характеризуются эластичностью, что является свидетельством формирования пространственной полимерной сетки, образованной как в результате химической сшивки фрагментов надмолекулярных образований Элвалоя АМ (система 3, табл. 1), так и в результате реализации диполь-дипольных взаимодействий и водородных связей, и частично — химической сшивки (система 3). Характерно, что в вяжущем индекса 3, которое в своем составе содержит этиленглицидилакрилат и полифосфорную кислоту в оптимальных стехиометрических соотношениях

эпоксигрупп и активных протонов ПФК-105, формируется более структурированная система.

Об этом свидетельствуют, прежде всего, более высокая твердость вяжущего ($P_{10}=11$ град и $P_{25}=61$ град), более высокие значения когезии и температуры размягчения, повышение температуры хрупкости. Свойства модифицированных вяжущих должны сказаться на качестве асфальтополімербетонних смесей и асфальтополімербетонів.

Рассмотрение комплексной модификации микроструктуры асфальтобетонов на их свойства в сравнении с традиционными (ДСТУ Б В. 2.7-119-2003) показывают, что модификация битума Элвалоем АМ совместно с катализатором ПФК-105 приводит к повышению плотности и длительной водостойкости асфальтобетона, снижению температурной чувствительности механических свойств модифицированных систем по сравнению с горячими асфальтобетонами (табл. 2).

Методом Маршалла определена устойчивость, условная жесткость и пластичность бетонов на нефтяном дорожном битуме и битумополімерних композиціях (табл. 3). Асфальтобетони, приготовленные на битумополімерном вяжущем, как содержащие Элвалой АМ (индекс 2), так и Элвалой АМ в комплексе с полифосфорной кислотой ПФК-105 характеризуются более высокими значениями устойчивости и низкой пластичности, прежде всего, бетоны, которые содержат битум модифицированный комплексной добавкой Элвалой АМ+ПФК.

Это должно обеспечить повышенную сдвигоустойчивость и долговременную прочность покрытий автомобильных дорог на основе модифицированных асфальтобетонов в области высоких положительных эксплуатационных температур.

В процессе эксплуатации дорожные покрытия, кроме транспортных нагрузок, подвергаются воздействию погодноклиматических факторов, оказывающих существенное влияние на их долговечность: температура, скорость ее изменения, солнечная радиация, ветер, атмосферные осадки, влажность воздуха, попеременное увлажнение и высушивание, замораживание и оттаивание. Известно, что если напряжение, возникающее в дорожном покрытии от движущегося транспорта, не превышает его несущей способности, то долговечность зависит от вышеуказанных факторов [3-4].

Таблица 1. Свойства органических вяжущих

№ п/п	Вид и состав органического вяжущего	Пенетрация (0,1 мм) при температуре, °C		Температура размягчения, °C	Температура хрупкости, °C	Дуктильность (см) при температуре, °C		Эластичность, %		Адгезия, % (ДСТУ Б.В.2.7-81-98)	Когезия, МПа	Интервал пластичности, °C
		0	25			0	25	при 0 °C	При 25 °C			
1	Битум БНД 130/200	53	151	37	-20	13	78	0	0	18	0,022	57
2	Битум БНД 130/200 модифицирован 2% Эвалооя АМ (один час перемешивания при 200 °C +7 часов термостагирования при 200 °C)	29	87	44	-20	38	>100	38	45	76	0,038	64
3	Битум БНД 130/200 модифицирован 2% Эвалооя АМ (два часа перемешивания при 170 °C и ПФК-105 – 0,2% от массы битума), (30 минут перемешивания с битумополимерным вяжущим при 170 °C)	11	67	61	-17	12	43	62	77	84	0,059	78

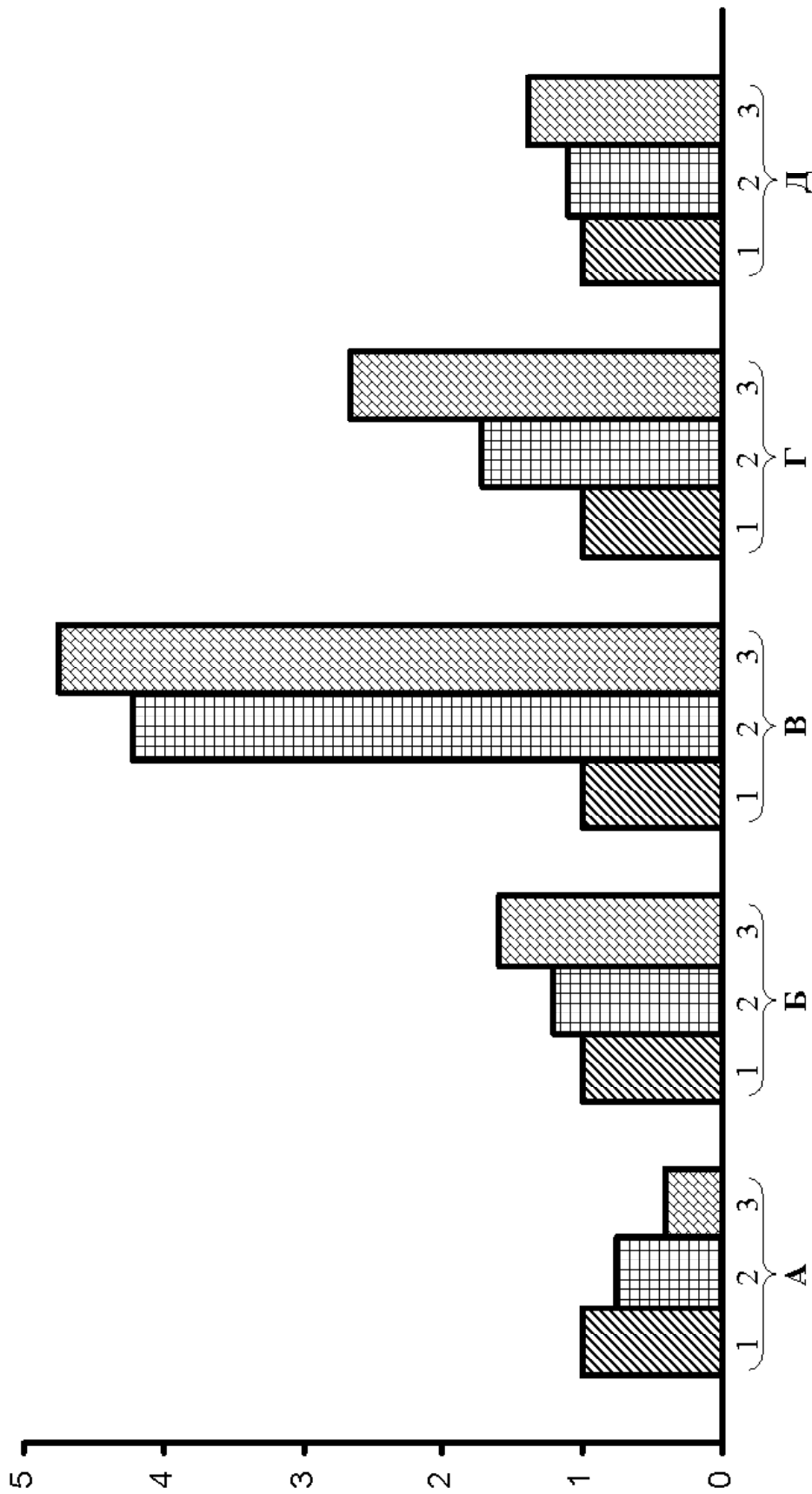


Рисунок 1. Зависимость коэффициента относительного изменения пенетрации (А), температуры размягчения (Б), адгезии (В), когезии (Г) и интервала пластичности (Д) органических вяжущих от состава органических вяжущих, приведенных в таблице 1.

Таблица 2.

Показатели	Состав асфальтоявляющего вещества в мелкозернистом асфальтобетоне (тип Б)			
	Битум 40/60, МП известняковый не активирован	Битум 130/200 + МПШН с 2% ПОЭС	Битум 130/200+2,5% Элвалоя АМ; МПШН с 2% ПОЭС	Битум 130/200+2,5% Элвалоя АМ; 0,2% ПФК; МПШН с 2% ПОЭС
Средняя плотность, ρ_0^a , кг/м ³	2338	2329	2332	2339
Набухание, Н, % от объема	0,6	1,0	0,81	0,42
Водонасыщение, W%, от объема	2,94	3,8	3,28	3,12
Предел прочности при сжатии, МПа, при				
0°C	6,8	7,4	7,8	8,1
20°C	3,12	2,41	3,1	3,6
50°C	1,09	1,12	1,4	1,7
Коэффициент водостойкости при длительном водонасыщении, $K_{вд}$	0,78	0,916	0,95	0,96
Коэффициент теплоустойчивости, $K_T = \frac{R_0}{R_{50}}$	6,23	6,6	5,57	4,76

Таблица 3. Значение показателей, характеризующих сдвигустойчивость мелкозернистых

№ п/п	Вид асфальтоявляющего в смеси	Условная пластичность, 1/10, мм	Устойчивость, Р, Н	Условная жесткость, А, Н/мм
1.	Нефтяной дорожный битум П ₂₅ = 59град. шкалы пенетromетра; минеральный порошок известняковый не активированный	46	15256	3316
2.	Нефтяной дорожный битум БНД 130/200, модифицированный 2,5% Элвалоя АМ; минеральный порошок шлам станций нейтрализации, активированный 2,5% ПОЭС	35	16245	4641
3.	Нефтяной дорожный битум БНД 130/200, модифицированный 2,5% Элвалоя АМ и 0,2% ПФК-105; минеральный порошок шлам станций нейтрализации, активированный 2,5% ПОЭС	32	19050	5953

Одной из основных причин изменения свойств асфальтобетонов в процессе эксплуатации и снижения его долговечности являются процессы старения, происходящие в бетоне под действием атмосферных, транспортных, грунтогеологических факторов. Под влиянием температуры, кислорода воздуха, солнечной радиации в асфальтобетоне происходят необратимые физико-механические превращения, следствием которых является потеря бетонами на органических вяжущих деформативной и демфирующей способности, а также коррозионной устойчивости [5, 6].

В настоящей работе проверялась устойчивость мелкозернистых асфальтобетонов в климатической камере ИП-1 на тепловое старение. Температура прогрева 60°C . Образцы асфальтобетона подвергались ультрафиолетовому облучению. В качестве показателя, характеризующего изменение свойств асфальтобетона, принят коэффициент старения R_{20}^τ / R_{20}^0 (где R_{20}^τ , R_{20}^0 — предел прочности при сжатии бетона при 20°C , подвергнутого тепловому старению в течение τ и 0 часов времени соответственно).

Данные, приведенные на рис. 2, свидетельствуют о том, что на начальном этапе прогрева (до 400 часов) происходит интенсивный рост коэффициента старения асфальтобетона как на нефтяном дорожном битуме, так и асфальтобетона с комплексно-модифицированной микроструктурой.

Это можно объяснить испарением углеводородов битума с молекулярной массой до 400 и полимеризацией смолистых веществ, вследствие взаимодействия кислорода воздуха в порах и капиллярах с непредельными соединениями нефтяного дорожного битума. В этом случае срок службы асфальтобетонного покрытия можно продлить, если своевременно устраивать и возобновлять тонкослойные слои износа. Это позволит значительно замедлить испарение легкокипящих фракций мальтеновой среды нефтяного дорожного битума и ограничить диффузию кислорода воздуха к полимеризующимся компонентам органического вяжущего. Менее интенсивные необратимые изменения, прежде всего, асфальтополімербетона с комплексно-модифицированной микроструктурой (на примере состава 3 асфальтовязующего вещества).

Это обусловлено тем, что макромолекулы и надмолекулярные образования Элвалоа АМ, а также макромолекулы эпоксидных олигомеров на поверхности частиц шлама станции нейтрализации сорбируют большую часть низкомолекулярных углеводородов нефтяного дорожного битума, тем самым замедляя интенсивность испарения алкановых углеводородов с температурой кипения до 300°C , согласно закону Рауля и за счет избирательной диффузии их внутрь минеральных зерен. Другой процесс — снижение интенсивности окисления кислородом воздуха ненасыщенных

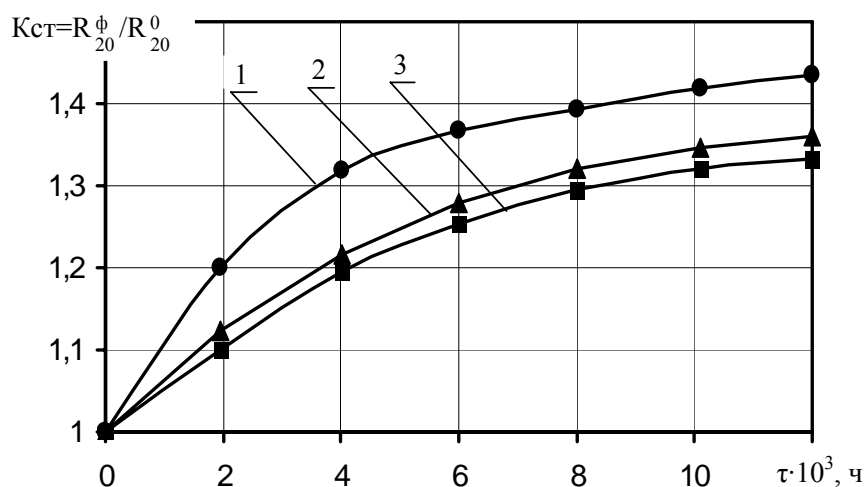


Рисунок 2. Зависимость коэффициента теплового старения Кст от времени прогрева τ в климатической камере ИП при температуре 60°C мелкозернистых асфальтобетонов, отличающихся видом асфальтовязующего вещества (АВВ). 1, 2, 3 - индексы составов АВВ асфальтобетонов приведены в табл. 3

соединений битума вследствие меньшей диффузии воздуха сквозь пленку органического вяжущего, плотность и когезионная прочность которой значительно выше битумной.

Определенную роль играет увеличение энергии активации реакций поликонденсации компонентов битума в направлении масла→смола→асфальтены.

Так как интенсивность старения асфальтобетона во многом зависит от скорости диффузии кислорода воздуха в пленку вяжущего, то большее значение имеет плотность асфальтобетонного покрытия. Как следует из данных табл. 1, асфальтополимербетоны с комплексно-модифицированной микроструктурой характеризуются иной поровой структурой по сравнению с асфальтобетоном. Разность между остаточной пористостью и водонасыщением, которая показывает объем замкнутых пор в бетонах с использованием битума модифицированного как Элвалом АМ, так и Элвалом АМ совместно с ПФК-105 (минеральный порошок ШН механически активированный ПОЭС) на 20-30% больше, чем стандартного асфальтобетона. Это должно способствовать не только более высокой устойчивости к тепловому старению, но и способствовать более высокой водостойкости и морозостойкости.

Важнейшим свойством асфальтобетона, предопределяющим долговечность этого материала, является устойчивость его структуры в условиях изменяющегося влажностного и температурного режима, так как асфальтобетон разрушается главным образом при длительном или периодическом увлажнении, а также — в результате попеременного замораживания-оттаивания [7-8].

Поровое пространство асфальтобетона является местом взаимодействия воды с материалом. Интенсивность проникновения воды в капилляры пропорциональна квадрату радиуса капилляра и обратно пропорциональна вязкости воды. Вода, характеризующаяся более высокой диэлектрической постоянной по сравнению с малополярными соединениями битума, более интенсивно взаимодействует с гидрофильными центрами поверхности минеральных материалов. Длительное воздействие воды приводит к адсорбционному вытеснению связей "компоненты битума — гидрофильные центры поверхности минеральных материалов".

В водонасыщенном асфальтобетонном покрытии вследствие колебания температуры и попеременного водонасыщения — высушивания возникают напряжения, вызванные изменением объема воды в порах, а также из-за различных коэффициентов термического расширения воды, битума и минеральных материалов. Значения напряжения могут достигать критических, что приводит к ослаблению структурных связей в бетоне и снижению разрушения его под действием транспортных средств.

Еще более разрушительное действие оказывает вода, замерзая в порах асфальтобетона, (размер пор $> 10^{-7}$ м), потому что вода при переходе в твердое состояние — лед — увеличивается в объеме на 9% [195]. Давление, возникающее в порах асфальтобетона при льдообразовании, в случае полного заполнения пор водой может быть очень большим — до 250 МПа [195]. Возникающие в этом случае внутренние напряжения в материале значительно превосходят сопротивление материала растягивающим усилиям.

Кроме того, при колебаниях температур большую роль в деструктивных процессах играет различие коэффициентов температурного расширения составляющих бетона и льда. Основной причиной, вызывающей разрушение композиционных материалов в этих условиях, является давление на стенки пор и устья микротрещин, создаваемое замерзающей водой. Повторяемость замораживания и оттаивания приводит к постепенному разупрочнению структуры бетона и его разрушению. Сначала начинают разрушаться выступающие грани, а затем поверхностные слои, и постепенно разрушение распространяется в глубь бетона. Некоторое влияние будут оказывать и напряжения, вызываемые различием в коэффициентах температурного расширения составляющих асфальтобетона и температурно-влажностным градиентом.

Большое значение имеет критическое гидравлическое давление. При замерзании незамерзающая вода выжимается во всех направлениях, но преимущественно в ту сторону, где гидравлическое сопротивление меньше. Таким образом, давление выжимаемой льдом воды в тех капиллярах, где оно превышает критическое, также способствует разрушению асфальтобетона.

Данные по изменению коэффициента длительной водостойкости (рис. 3) показывают, что асфальтополімербетоны с комплексно-модифицированной микроструктурой значительно превосходят традиционные асфальтобетоны по данному показателю. Аналогичные закономерности получены при изучении морозостойкости бетонов на органических вяжущих (рис. 4).

Выводы

Модификация битума этиленглицидилакрилатом, и в большей степени Элвалоем АМ в комбинации с полифосфорной кислотой ПФК-105, приводит к значительному повышению адгезии, когезии и эластичности БПВ. Асфальтополімербетоны характеризуются повышенной плотностью, длительной водостойкостью и морозостойкостью, сдвигоустойчивостью и атмосферостойкостью.

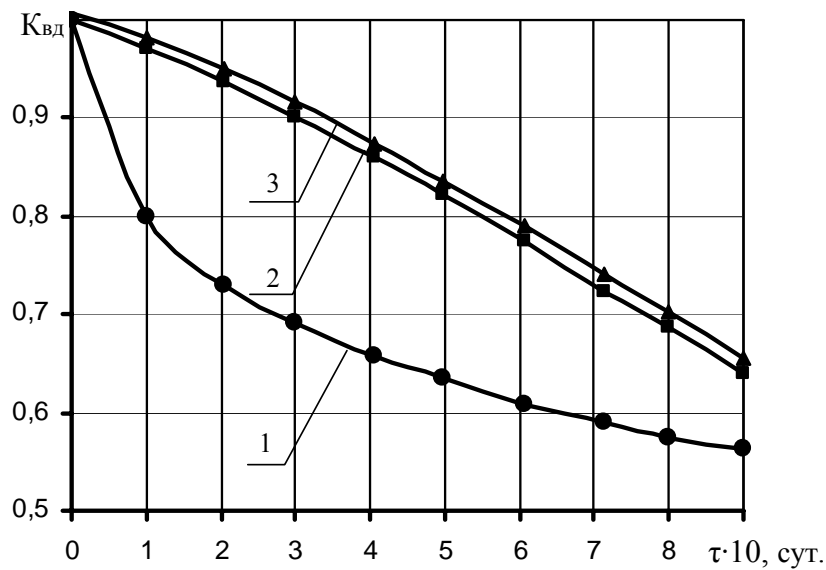


Рисунок 3. Зависимость коэффициента водостойкости при длительном водонасыщении $K_{вд}$ от времени водонасыщения τ мелкозернистых асфальтобетонов, отличающихся видом асфальтового вяжущего вещества (АВВ): 1, 2, 3 — индексы составов АВВ приведены в табл. 3

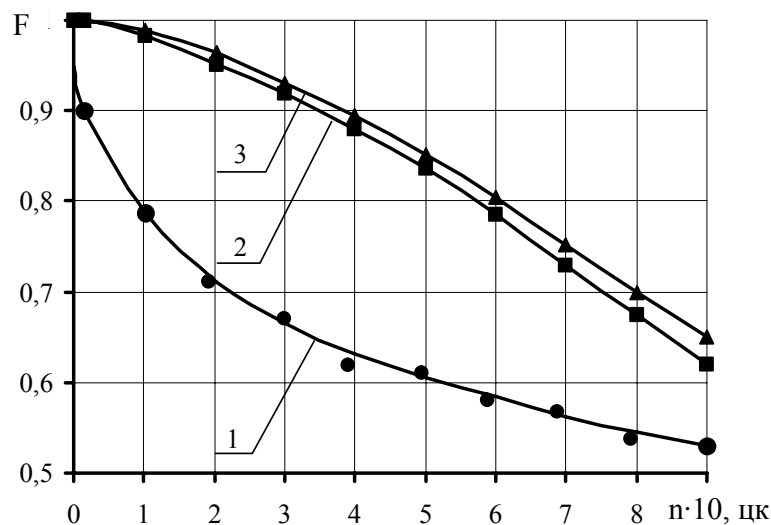


Рисунок 4. Зависимость коэффициента морозостойкости F от количества циклов попеременного замораживания-оттаивания n мелкозернистых асфальтобетонов и отличающихся видом асфальтового вяжущего вещества (АВВ): 1, 2, 3 — индексы составов АВВ приведены в табл. 3

Литература

1. Братчун В.И., Самойлова Е.Э., Пактер М.К., Беспалов В.Л., Поливцев С.С. Оптимизация состава асфальто вяжущего вещества "Битум - Элвалой АМ - шлам нейтрализации травильных растворов (ШН)", активированный полимерсодержащим отходом производства эпоксидных смол (ПОЭС) / Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Сучасні будівельні конструкції і матеріали. - 2006 - вип. 5 (61). - С. 133-138.
2. Братчун В.И., Беспалов В.Л., Пактер М.К., Самойлова Е.Э. Модификация дорожного битума реакционноспособным термополимером с использованием катализатора / Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. Современные технологии и материалы в дорожном хозяйстве. - 2006. - вып. 35. - С.76-81.
3. Прочность и долговечность асфальтобетона / Под ред. Ладыгина Б.И. и Яцевича И.К. - Минск: Наука и техника, 1972. - 288с.
4. Золотарев В.А. Долговечность дорожных асфальтобетонных. - Харьков: Вища шк., 1977. - 115с.
5. Бахрах Г.С. Старение асфальтобетонных покрытий и пути его замедления // Труды ГипроДорНИИ. - М.: 1974. - вып. 9. - С. 89-96.
6. Шестеркин В.Д. Определение периода нормальной работы асфальтобетонного покрытия // Известия вузов. Строительство и архитектура. - 1973. - №8. - С. 133-136.
7. Руденский А.В., Горшков И.М. Исследование водостойчивости битумополимерных материалов // Труды ГипроДорНИИ. - М.: 1973. - вып. 7. - С. 84-96.
8. Гегелия Д.И. Закономерности изменения некоторых расчетных параметров асфальтобетона при длительном воздействии воды и знакопеременных температур // Совершенствование технологии строительства асфальтобетонных и других черных покрытий // Труды СоюздорНИИ. - М.: 1981. - С. 67-76.
9. Жданюк В.И. Структуроутворення у контактній зоні, як основа формування водостійкості асфальтобетонів: Автореф. дис...докт. техн. наук: - 05.23.05 / ХДУБА. - Харків, 2000. - 24с.

Братчун Валерій Іванович працює завідувачем кафедри технологій будівельних матеріалів, виробів та автомобільних доріг. Наукові інтереси: фізико-хімічна механіка технологічних і довговічних дорожніх бетонів для будівництва конструктивних шарів нежорстких дорожніх одягів на основі модифікування органічних в'язучих та комплексного модифікування мікроструктури бетонів; розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини у компоненти композиційних матеріалів.

Беспалов Віталій Леонідович працює доцентом кафедри технологій будівельних матеріалів, виробів та автомобільних доріг. Наукові інтереси: фізико-хімічна механіка технологічних і довговічних дорожніх бетонів для будівництва конструктивних шарів нежорстких дорожніх одягів на основі модифікування органічних в'язучих та комплексного модифікування мікроструктури бетонів; розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини у компоненти композиційних матеріалів.

Пактер Михайло Костянтинович працює завідувачем відділу фізико-хімічних досліджень Українського державного науково-дослідного інституту пластичних мас. Наукові інтереси: фізико-хімічна механіка технологічних і довговічних дорожніх бетонів для будівництва конструктивних шарів нежорстких дорожніх одягів на основі модифікування органічних в'язучих та комплексного модифікування мікроструктури бетонів; розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини у компоненти композиційних матеріалів.

Самойлова Олена Едуардівна працює старшим науковим співробітником відділу фізико-хімічних досліджень Українського державного науково-дослідного інституту пластичних мас. Наукові інтереси: фізико-хімічна механіка технологічних і довговічних дорожніх бетонів для будівництва конструктивних шарів нежорстких дорожніх одягів на основі модифікування органічних в'язучих та комплексного модифікування мікроструктури бетонів; розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини у компоненти композиційних матеріалів.

Братчун Валерий Иванович работает заведующим кафедрой технологий строительных материалов, изделий и автомобильных дорог Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: физико-химическая механика технологичных и долговечных дорожных бетонов для строительства конструктивных слоев нежестких дорожных одежд на основе модифицирования органических вяжущих и комплексного модифицирования микроструктуры бетонов; разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья в компоненты композиционных материалов.

Беспалов Виталий Леонидович работает доцентом кафедры технологий строительных материалов, изделий и автомобильных дорог Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: физико-химическая механика технологичных и долговечных дорожных бетонов для строительства конструктивных слоев нежестких дорожных одежд на основе модифицирования органических вяжущих и комплексного модифицирования микроструктуры бетонов; разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья в компоненты композиционных материалов.

Пактер Михаил Константинович работает заведующим отделом физико-химических исследований Украинского государственного научно-исследовательского института пластических масс. Научные интересы: физико-химическая механика технологичных и долговечных дорожных бетонов для строительства конструктивных слоев нежестких дорожных одежд на основе модифицирования органических вяжущих и комплексного модифицирования микроструктуры бетонов; разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья в компоненты композиционных материалов.

Самойлова Елена Эдуардовна работает старшим научным сотрудником отдела физико-химических исследований Украинского государственного научно-исследовательского института пластических масс. Научные интересы: физико-химическая механика технологичных и долговечных дорожных бетонов для строительства конструктивных слоев нежестких дорожных одежд на основе модифицирования органических вяжущих и комплексного модифицирования микроструктуры бетонов; разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья в компоненты композиционных материалов.

Bratchun Valery Ivanovych, is Dr. Sc., Engineering Head of Department of Technologies of Building Materials, Wares and Highways of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. His research interests include: physical-chemical mechanics of technological and lasting road concretes for building structural layers of non-rigid pavements on the basis of modification of organic binders and a complex modification of concrete microstructure; development of the effective technologies to process of technogenic raw material into of composite materials components.

Bespalov Vitaly Leonidovych, is Ph. D., Ass. Prof. of Building Materials, Wares and Highways of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. His research interests include: physical-chemical mechanics of technological and lasting road concretes for building structural layers of non-rigid pavements on the basis of modification of organic binders and complex modification of concrete microstructure; development of the effective technologies to process tekhnogenic raw material into composite material components.

Pakter Mikhailo Kostyantynovych, is Ph. D. Engineering, Ass. Prof., Head of Department of Physical-Chemical researches the Ukrainian State Research Institute of Plastics. His research interests include: physical-chemical mechanics of technological and lasting road concretes for building structural layers of non-rigid pavements on the basis of modification of organic binders and a complex modification of concrete microstructure; development of the effective technologies to process of technogenic raw material into of composite materials components.

Samoilova Olena Eduardivna, is a senior scientist of the Department of Physical-Chemical Researches of the Ukrainian State Research Institute of Plastics. Her research interests include: physical-chemical mechanics of technological and lasting road concretes for building structural layers of non-rigid pavements on the basis of modification of organic binders and a complex modification of concrete microstructure; development of the effective technologies to process of technogenic raw material into of composite materials components.