

УДК 691.16: 662

В. Л. БЕСПАЛОВ, Э. Н. ГАБИДУЛИН, В. Ю. КИЧИГИН, А. В. КУЗЬМИНЫХ, А. С. ДЗЮБА, Я. А. НОВИКОВ
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В СОСТАВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

Аннотация. Показана целесообразность использования в качестве минерального порошка модифицированных асфальтобетонов шламов станций нейтрализации сталепроволочно-канатных заводов (ШСН), подвергнутых поверхностной активации полимерсодержащими отходами производства эпоксидных смол (ПОЭС), для уменьшения зависимости в материально-сырьевых ресурсах дорожно-строительных организаций. Применение вторичных материальных ресурсов позволит улучшить экологическую безопасность вследствие уменьшения площадей для хранения твёрдых и жидких отходов промышленности, уменьшит затраты при их содержании. Изучены физико-химические свойства ШСН и ПОЭС. Оптимизированы составы модифицированных асфальтобетонов и исследованы их физико-механические свойства. Установлено, что разработанные составы асфальтополимербетонных смесей характеризуются повышенной уплотняемостью в интервале температур 70...130 °С, а бетоны – повышенным сопротивлением сдвига при высоких положительных температурах (условная жесткость при 60°С 4,6... 5,9 кН/мм), повышенной плотностью, длительной водостойкостью и атмосферостойкостью.

Ключевые слова: отходы промышленности, минеральный порошок, модифицированные асфальтобетоны.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

В процессе производственной деятельности предприятий накапливается огромное количество отходов, переработка и использование которых является одной из основных проблем человечества. Большинство технологических схем, применяемых в отраслях, производящих материально-сырьевые ресурсы, ориентированы на извлечение из исходного сырья одного, двух компонентов. В результате даже при полном извлечении, например, из полиметаллических руд полезных компонентов более 80 %, а иногда и 90...95 % общей массы сырья попадает в отвалы [1]. Огромны масштабы образования отходов в обрабатывающих отраслях и потребления. Всё это в сочетании с растущим дефицитом ряда ресурсов и экологическим кризисом обострило проблему использования вторичных материальных ресурсов.

АНАЛИЗ ВЫПОЛНЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Структура бетонов на органических вяжущих рассматривается принципиально на двух уровнях: макро- и микро-. На макроуровне это структура минерального остова, представленного частицами песка и щебня. На микроуровне – структура асфальтовяжущего вещества [3–5]. Важнейшей составляющей обеих подструктур является контактная зона – зона взаимодействия органического вяжущего с поверхностью минеральных материалов. Это обусловлено тем, что в плотных бетонах контакты между структурообразующими частицами микро-, мезо- и макроструктуры представлены структурированным органическим вяжущим. Именно адгезионно-когезионно-эластические свойства адсорбционно-сольватных слоев органического вяжущего в значительной мере определяют физико-механические свойства асфальтобетона.

Минеральный порошок (МП) является основной структурообразующей составляющей бетонов на органических вяжущих.

В работах И. А. Рыбьева, И. В. Королёва, П. В. Сахарова, Н. Н. Короткевич, Л. И. Базжина, Гегелия [2–7] установлено, что адсорбционная активность минерального порошка определяется величиной удельной поверхности, химическим и минералогическим составом, количеством активных центров на поверхности МП, топографией, микрорельефом и чистотой поверхности.

При этом важно, чтобы в составе минерального порошка были частицы разных размеров, что определяется значением пустотности, которая должна быть не более 35 % объёма после уплотнения порошка давлением 40 МПа. Чем меньше величина пустотности минерального порошка, тем меньше пустотность минерального остова бетона и меньший расход органического вяжущего.

О чистоте поверхности минерального порошка косвенно судят по величине набухания (не более 2,5 %) и значению битумоёмкости, которая не должна превышать 85 %. Последняя регламентирует и значение интегральной поверхности МП. Порошок должен быть сухим (влажность не более 1 % по массе), так как избыточная влажность снижает энергию взаимодействия между органическим вяжущим и поверхностью МП. В связи с этим асфальтобетоны не будут работать как единая система, теряется монолитность.

На сталепроволочно-канатных заводах в процессе нейтрализации отработанных сернокислых травильных растворов известковым молоком ежегодно образуются десятки тысяч тонн как исходных шламов, так и отходов из-под пресс-фильтров, которые вывозятся в отвалы. Шламы представляют собой гетерогенную систему, состоящую из жидкой (вода) и твёрдой фаз (обломки недожёга извести с размером частиц $(0,5...15) \cdot 10^{-2}$ м; частицы гидроксида железа размером $1 \cdot 10^{-5}...1 \cdot 10^{-6}$ м; кристаллы двуводного гипса, размер которых приближается к размерам частичек гидроксида железа).

Целью данной работы является исследование шламов станций нейтрализации в качестве минерального порошка для производства модифицированных асфальтополимербетонов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ СТАТЬИ

В настоящей работе изучены физико-химические свойства шламов нейтрализации травильных растворов Харцызского сталепроволочно-канатного завода.

Шлам представляет собой продукт ярко-рыжего цвета. Твёрдая фаза жидкого шлама составляет около 10...30 % и представлена обломками известняка, железистыми минералами и органической составляющей.

Исследование фазового состава показало, что в составе шлам – отхода присутствует двуводный гипс. Это подтверждается рентгенографическими отражениями: $d = (7,53; 4,24; 3,05; 2,87; 2,69; 2,00) \cdot 10^{-10}$ м.

Двуводный гипс в составе шлам – отхода находится в виде тонких игл призматической формы длиной $(8-9) \cdot 10^{-5}$ м (исследования выполнены на поляризационном оптическом микроскопе МП-7 и сканирующем микроскопе ИСИ-60А). Микроскопические исследования показывают, что иглы гипса соприкасаются одной из сторон с гелевидной фазой, представленной железосодержащими минералами гётитом (HFeO_2), лепидокритом ($\text{FeO}(\text{OH})$), лимонитом ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$).

Электронные микрофотографии свидетельствуют о большом многообразии форм частиц, которые присутствуют в составе шлама нейтрализации травильных растворов, от игловатых частиц до шаровидных и упакованных в пакеты (типа портландит).

Показатели преломления гипса:

$$N_g = 1,530; N_m = 1,523; N_p = 1,521; N_g = 0,009.$$

Содержание двуводного гипса в различных пробах колеблется от 10 до 27 % по массе. Дегидратация гипса по результатам ДТА происходит уже в интервале температур 90...120 °С.

Как уже указывалось, в составе шлама обнаружен железосодержащий субстрат, что объясняет цвет отхода. Наличие этих соединений подтверждается методом рентгеноструктурного анализа. Линиями гидросульфферрита кальция $(9,99; 5,44; 3,87; 2,81; 2,49) \cdot 10^{-10}$ м, гематита $(3,65; 2,65; 2,51; 2,16; 1,9) \cdot 10^{-10}$ м; гётита $(4,16; 2,65; 2,42; 2,34; 1,70) \cdot 10^{-10}$ м; гидроферрита кальция $(5,18; 4,50; 3,12; 2,75; 2,28; 2,04) \cdot 10^{-10}$ м.

Железистые минералы при рассмотрении в поляризационном микроскопе имели следующие показатели преломления:

Лепидокрит:	$N_g = 2,51;$	$N_m = 2,20.$	
Гётит:	$N_g = 2,41;$	$N_m = 2,41;$	$N_p = 2,27.$
Лимонит:	$N_g = 2,00;$	$N_m = 2,10.$	

По внешнему виду они похожи на круглые сгустки, слипающиеся между собой в более крупные комочки и обволакивающие кристаллы гипса.

Термограмма гётита характеризуется двумя эндоэффектами при температурах 385 и 690 °С. Лепидокрит характеризуется эндоэффектом при 380 °С и экзоэффектом при температуре 600 °С.

Одной из составляющих шлама являются осколки известняка с размерами частиц от $1 \cdot 10^{-6}$ м до $2 \cdot 10^{-2}$ м (недожог известия). Рентгеноструктурный анализ показал их наличие присутствием линий (3,04; 2,49; 2,30; 2,09; 1,93; 1,89) $\cdot 10^{-10}$ м.

Твёрдый отход из-под пресс – фильтров представляет собой плотную землистую массу буро-коричневого цвета, размокающую в воде. По данным рентгеновского анализа отход содержит как и жидкий шлам нейтрализации двухводный гипс (7,49; 4,24; 2,86; 3,04) $\cdot 10^{-10}$ м; из железосодержащих минералов выделяется гематит (3,67; 2,68; 2,21) $\cdot 10^{-10}$ м и гётит (2,47; 2,13; 1,87) $\cdot 10^{-10}$ м. Большое количество железистых минералов аморфны и рентгенографически не идентифицируются. К таким минералам относится лимонит. Следует также отметить исчезновение линий лепидокрита и гётита.

Таким образом, результаты физико-химических исследований свидетельствуют о том, что в шламе присутствуют ряд веществ, которые приведут как к снижению водостойкости асфальтобетона (сульфаты кальция), так и к снижению стабильности под действием атмосферных факторов (железистые минералы) [8–10].

В табл. 1 приведены физико-химические свойства шлама нейтрализации травильных растворов Харьковского сталепроволочно-канатного завода, высушенного и измельченного в шаровой мельнице и испытанного в соответствии с ГОСТ 16557-90.

Таблица 1 – Физико-химические свойства шлама нейтрализации травильных растворов

Вид минерального порошка	Удельная поверхность, м ² /кг	Плотность, кг/м ³	Средняя плотность под нагрузкой 40 МПа, кг/м ³	Пористость, %	Битумоемкость, %
Из шлама нейтрализации травильных растворов	560	3 460	2 290	66,0	92
Известняковый	400	2 715	1 880	31,0	61
Известняковый, активированный стеарином	445	2 710	1 890	30,3	59

По показателям битумоемкости и пористости ШН не отвечает требованиям ГОСТ 16557-90, поэтому его подвергли поверхностной активации полимерсодержащим отходом производства эпоксидных смол.

При производстве твердых эпоксидных смол, прежде всего эпоксидно-новолачных (ЭН-6, Эн-6НХ, УП-692, УР-6313 и др. [10]), используемых в электронной технике, предусмотрены многочисленные промывки для снижения содержания ионных примесей. При этом образуются отходы в виде водно-органических эмульсий, содержащих значительное количество твердых смол, а также органических растворителей, направляемых в коллектор сжигания. Кроме того, в общий коллектор поступают жидкие отходы производства эпоксидных смол.

Таким образом, физико-химический состав полимерных отходов производства эпоксидных смол, содержащих летучие вещества, твердые компоненты, органические и неорганические вещества является сложным, поэтому в отделе физико-химических методов исследований Донецкого УкрНИИпластмасс был выполнен анализ отходов по схеме: определение суммы летучих (ГОСТ 10587); определение неорганических веществ.

Качественный и количественный состав летучих выполнен методом газожидкостной хроматографии в герметизированной ячейке объемом 250 см³ и насыщенности 0,1 мг/мл на хроматографе «Цвет-110». Получены средние значения (исследованы 9 проб) веществ: вода 37...60 %; толуол 10...15 %; изопропанол 0,8...8,0 %; метилизобутилкетон 1,0...2,0 %; бензол + этилбензол 0,9...1,9 %; ацетон 0,3...0,5 %; эпихлоргидрин 0,08...0,5 %.

Количество остатка после прокаливании определяли методом сжигания в открытом тигле при T = 550...600 °С. Изучение химического состава остатка после прокаливании показало, что основным компонентом золы является хлорид натрия, который определен потенциометрическим методом

(ГОСТ 10587) титрованием 0,05 Н AgNO₃. Кроме того, натрий входит в состав отхода в виде едкого натрия. На это указывает слабощелочная реакция среды (рН = 8–9). Содержание натрия по иону Cl колеблется в пределах 1,7...6,6 %, а в процентах от массы золы 52...73 %.

Хлор омыляемый определяли по ГОСТ 10587, его количество находится в пределах 4,3...5,8 %.

Полимерный остаток определен расчетным путем (табл. 2). Нерастворимая часть полимерных отходов, помимо зольных компонентов, включает высокомолекулярную полимерную часть (нерастворимые в ацетоне за вычетом золы). Жидкая часть отходов, помимо летучих компонентов и воды, включает олигомеры (эпоксидные, хлоргидриновые эфиры и др.), а также глицерин и полиглицерины. Разработан паспорт на полимерсодержащие отходы производства эпоксидных смол (табл. 2).

Таблица 2 – Технический паспорт на полимерные отходы производства эпоксидных смол

Наименование показателя	Метод определения	Допустимые значения показателя, мас. %
1. Сумма летучих компонентов	ГОСТ 10587 140 °С, 3 часа	35...60
2. Вода*	ГОСТ 10587 отгон в виде азеотропа с толуолом по Дину-Старку	25...45
3. Органические растворители: толуол, ацетон, ИПС и др.*.	п. 1–п. 2 (расчет)	10...15
4. Зола	Прокаливание при 350...600 °С	не более 12 %
5. Хлористый натрий**	ГОСТ 10587 – опр. Cl – ион	не более 7 %
6. Хлор омыления	ГОСТ 10587	не более 6 %
7. Полимерный остаток	Расчетным путем (100–п. 1–п. 4), %	35...50

*) Включено в п. 1. **) Включено в п. 4.

Исследовался модифицированный асфальтобетон, в котором битум модифицирован 2 % мас. этиленглицидилакрилатом в комбинации с 0,2 % мас. полифосфорной кислотой ПФК-105, а шлам нейтрализации сталепроволочноканатных заводов поверхностно-активирован 2 % полимерсодержащими отходами производства эпоксидных смол [11].

Рассмотрение комплексной модификации микроструктуры асфальтобетонов на их свойства в сравнении с традиционными (ДСТУ Б В. 2.7 – 119:2011) показывают, что модификация битума Элвалом 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. 3).

Таблица 3 – Физико-механические свойства асфальтобетонов с комплексно-модифицированной микроструктурой

Показатели	Состав асфальтовяжущего 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 % Элвала АМ; МПШН с 2 % ПОЭС	Битум 130/200, + 2,5 % Элвала АМ; 0,2 % ПФК; МПШН с 2 % ПОЭС	
Средняя плотность, ρ_0^a , кг/м ³	2 338	2 329	2 332	2 339	
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 °С	6,8	7,4	7,8	8,1
	20 °С	3,12	2,41	3,1	3,6
50 °С	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, $K_T = R_0 / R_{50}$	6,23	6,6	5,57	4,76	

Методом Маршалла определена устойчивость, условная жесткость и пластичность бетонов на нефтяном дорожном битуме и битумополимерных композициях (табл. 4). Асфальтобетоны, приготовленные на битумополимерном 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.

Таблица 4 – Значение показателей, характеризующих сдвигустойчивость мелкозернистых бетонов по методу Маршалла (температура испытания 60 °С)

№ п/п	Вид асфальтовяжущего в смеси	Условная пластичность, 1/10, мм	Устойчивость, Р, Н	Условная жесткость, А, Н/мм
1.	Нефтяной дорожный битум П ₂₅ = 59 град. шкалы пенетromетра; минеральный порошок известняковый не активированный	46	15 256	3 316
2.	Нефтяной дорожный битум БНД 130/200, модифицированный 2,5 % Элвалоя АМ; минеральный порошок – шлам станций нейтрализации, активированный 2,5 % ПОЭС	35	16 245	4 641
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	19 050	5 953

Это должно обеспечить высокую сдвигустойчивость 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 погодно-климатических 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 [1–9].

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.

В настоящей работе проверялась устойчивость мелкозернистых асфальтобетонов в климатической камере ИП-1 на тепловое старение.

Температура прогрева 60 °С. 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 °С, подвергнутого тепловому старению в течение τ и 0 часов времени соответственно).

Данные, приведенные на рисунке, 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 неопределенными соединениями нефтяного дорожного битума.

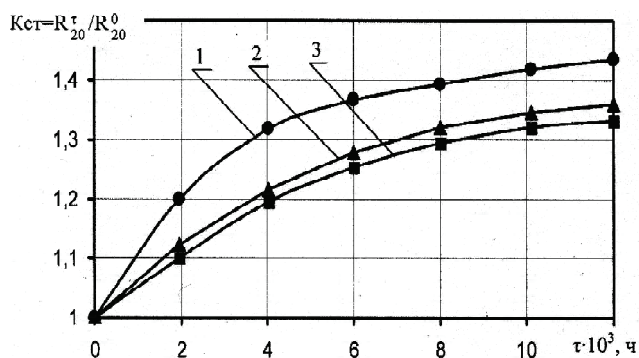


Рисунок – Зависимость коэффициента теплового старения $K_{ст}$ от времени прогрева τ в климатической камере ИП при температуре $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ мелкозернистых асфальтобетонов, отличающихся видом асфальтовязущего вещества (АВВ): 1, 2, 3 – индексы составов АВВ асфальтобетонов приведены в таблице 4.

часть низкомолекулярных углеводородов нефтяного дорожного битума, тем самым замедляя интенсивность испарения алкановых углеводородов с температурой кипения до $300\text{ }^{\circ}\text{C}$, согласно закону Рауля и за счет избирательной диффузии их внутрь минеральных зерен. Другой процесс – снижение интенсивности окисления кислородом воздуха ненасыщенных соединений битума вследствие меньшей диффузии воздуха сквозь пленку органического вяжущего, плотность и когезионная прочность которой значительно выше битумной.

ВЫВОДЫ

Теоретически и экспериментально доказано, что эффективным способом переработки шламов нейтрализации травильных растворов в минеральный порошок для производства асфальтополимербетонов повышенной долговечности является их поверхностная активация полимерсодержащим отходом производства эпоксидных смол.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семилетов, В. П. Опыт эффективного использования вторичных ресурсов в народном хозяйстве УССР [Текст] / В. П. Семилетов. – К.: УкрНИИИТИ, 1981. – 64 с.
2. Рыбьев, И. А. Асфальтовые бетоны [Текст] / И. А. Рыбьев. – М.: Высшая шк., 1969. – 399 с.
3. Королёв, И. В. Асфальтобетонные покрытия [Текст] / И. В. Королёв, В. А. Золотарёв, В. А. Ступивцев. – Донецк: Донбасс, 1970. – 161 с.
4. Сахаров, П. В. Способы проектирования асфальтобетонных смесей [Текст] / П. В. Сахаров // Транспорт и дороги города. – 1935. – Вып. 12. – С. 22–26.
5. Короткевич, Н. Н. Физико-химические основы применения минеральных порошкообразных материалов (заполнителей) для дорожных асфальтобетонов и методы их использования // Минеральные порошки для асфальтового бетона [Текст] / Н. Н. Короткевич. – М.: Дориздат, 1940. – С. 3–67.
6. Базжин, Л. И. Исследование влияния минералогического состава и структуры минеральных порошков на старение асфальтового бетона [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Базжин Лев Иванович. – Харьков: ХАДИ. – 1974. – 24 с.
7. Гегеля, Д. И. Закономерности изменения некоторых расчётных параметров асфальтобетона при длительном воздействии воды и знакопеременных температур [Текст] / Д. И. Гегеля // Совершенствование технологии строительства асфальтобетонных и других черных покрытий / Тр. СоюздорНИИ. – М.: [б. и.], 1981. – С. 67–76.
8. Оптимизация состава асфальтовязущего вещества «битум – Элвалой АМ – шлам нейтрализации травильных растворов (ШН)», активированный полимерсодержащим отходом производства эпоксидных смол (ПОЭС) [Текст] / В. И. Братчун, Е. Э. Самойлова, В. Л. Беспалов, М. К. Пактер [и др.] // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2006. – Вып. 2006-5(61) Современные строительные конструкции и материалы. – С. 133–138.
9. Братчун, В. И. О формировании граничных слоев на поверхности раздела фаз «активированная поверхность минерального порошка – модифицированное органическое вяжущее» [Текст] / В. И. Братчун, В. Л. Беспалов // Сборник научных трудов Института строительства и архитектуры МГСУ. – М.: МГСУ, 2008. – С. 78–82.

10. Асфальтополимербетонные смеси, модифицированные этиленглицидилакрилатом [Текст] / В. И. Братчун, В. Л. Беспалов, М. К. Пактер, Е. Э. Самойлова // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2015. – № 1. – С. 33–36.
11. Об использовании техногенного сырья в составе модифицированных асфальтобетонов повышенной долговечности [Электронный ресурс] / В. Л. Беспалов, П. С. Пашковский, А. Ю. Читаладзе, Е. Э. Самойлова [и др.] // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2018. – Вып. 2018-1(129) Современные строительные материалы – С. 32–40. – Режим доступа : [http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2018/vestnik_2018-1\(129\).pdf](http://donnasa.ru/publish_house/journals/vestnik/2018/vestnik_2018-1(129).pdf).

Получена 10.12.2019

В. Л. БЕСПАЛОВ, Е. Н. ГАБИДУЛИН, В. Ю. КИЧИГИН, А. В. КУЗЬМИНЫХ,
О. С. ДЗЮБА, Я. О. НОВИКОВ
ПРО ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВОСТІ В СКЛАДІ
МОДИФІКОВАНИХ АСФАЛЬТОБЕТОНІВ
ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

Анотація. Показана доцільність використання як мінерального порошку модифікованих асфальтобетонів шламів станцій нейтралізації сталедрутоканатних заводів (ШСЗ), поверхнево активованих полімервміщуючими відходами виробництва епоксидних смол (ПВЕС), для зменшення залежності у матеріально-сировинних ресурсах дорожньо-будівельних організацій. Використання вторинних матеріальних ресурсів дозволить покращити екологічну безпеку внаслідок зменшення площі задля зберігання твердих і рідких відходів промисловості, зменшити затрати при їх утриманні. Вивчені фізико-механічні властивості ШСЗ і ПВЕС. Оптимізовані склади модифікованих асфальтобетонів і досліджені їх фізико-механічні властивості. Встановлено, що розроблені склади асфальто-полімербетонних сумішей характеризуються підвищеною ущільненістю в інтервалі температур 70...130 °С, а бетони – підвищеним опором зсуву при високих позитивних температурах (умовна жорсткість при 60 °С 4,6...5,9 кН/мм), підвищеною щільністю, водостійкістю і атмосферостійкістю.

Ключові слова: відходи виробництва, мінеральний порошок, модифіковані асфальтобетони

VITALY BESPALOV, ELDAR GABIDYLIN, VLADISLAV KICHIGIN,
ANDREY KUZMINYKH, ALEXANDER DZYBA, YAROSLAV NOVIKOV
ON THE USE OF INDUSTRIAL WASTE IN THE COMPOSITION OF MODIFIED
ASPHALT CONCRETE
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The expediency of use as a mineral powder modified asphalt concrete sludge neutralization stations steel wire – rope plants (SNS) subjected to the surface activation of the polymer containing epoxy resins production waste (PCER), to reduce the dependency of material and raw material resources of road-building organizations. The use of secondary material resources will improve environmental safety due to the reduction of storage space for solid and liquid industrial wastes, and reduce the costs of their maintenance. The physical – chemical properties and SNS PCER. Optimized formulations of modified asphalt concrete and studied their physical – chemical properties. It is found that asphalt compositions designed polymer concrete mixtures characterized by high density in the temperature range 70...130 °C, and concrete – high shear resistance at high temperature positive (notional rigidity at 60 °C 4.6...5.9 kN/mm) high-density, long-term water resistance and atmospheric resistance.

Key words: industrial waste, mineral powder, modified asphalt concrete.

Беспалов Виталий Леонидович – доктор технических наук, доцент кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: синтез органических вяжущих для производства композиционных дорожно-строительных материалов, используемых при строительстве конструктивных слоев нежестких дорожных одежд автомобильных дорог повышенной долговечности.

Габидулин Эльдар Ниязович – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья в компоненты композиционных материалов.

Кичигин Владислав Юрьевич – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: использование техногенного сырья в дорожном строительстве.

Кузьминых Андрей Владимирович – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: использование техногенного сырья в дорожном строительстве.

Дзюба Александр Сергеевич – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: использование техногенного сырья в дорожном строительстве.

Новиков Ярослав Александрович – магистрант кафедры автомобильных дорог и аэродромов ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья в компоненты композиционных материалов.

Беспалов Віталій Леонідович – доктор технічних наук, доцент кафедри автомобільних доріг і аеродромів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: синтез органічних в'язучих для виробництва композиційних дорожньо-будівельних матеріалів, які використовуються при будівництві конструктивних шарів нежорстких дорожніх одягів автомобільних доріг підвищеної довговічності.

Габідулін Ельдар Ніязович – магистрант автомобільних доріг і аеродромів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини в компоненти композиційних матеріалів.

Кичигин Владислав Юрійович – магистрант кафедри автомобільних доріг і аеродромів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: використання техногенної сировини в дорожньому будівництві.

Кузьмініх Андрій Володимирович – магистрант кафедри автомобільних доріг і аеродромів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: використання техногенної сировини в дорожньому будівництві.

Дзюба Олександр Сергійович – магистрант кафедри автомобільних доріг і аеродромів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: використання техногенної сировини в дорожньому будівництві.

Новиков Ярослав Олександрович – магистрант кафедри автомобільних доріг і аеродромів ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини в компоненти композиційних матеріалів.

Bespalov Vitaly – D. Sc. (Eng.), Associate Professor, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: synthesis of organic astringent for a production road-build materials of compositions, used for building of structural layers of non-rigid travelling clothes of highways of the promoted longevity.

Gabidylin Eldar – master's student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of effective technologies for processing man-made materials in the components of the composite materials.

Kichigin Vladislav – master's student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: application of processed raw materials in road building.

Kuzminykh Andrey – master's student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: application of processed raw materials in road building.

Dzyba Alexander – master's student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: application of processed raw materials in road building.

Novikov Yaroslav – master's student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of effective technologies for processing man-made materials in the components of the composite materials.