

УДК 625.855.3

А. Г. ДОЛЯ, Д. В. ГУЛЯК, В. В. КОНОВАЛОВ, А. В. ГУБАР
Донбаська національна академія будівництва і архітектури**ХОЛОДНІ АСФАЛЬТОБЕТОНИ НА ОСНОВІ РОЗРІДЖУВАНИХ БІТУМІВ**

Досліджені холодні асфальтобетони, що відрізняються видом розріджувача в'язких нафтових дорожніх бітумів, консистенцією бітуму, гранулометричним складом асфальтобетону, видом мінерального порошку. Визначено динаміку формування структури холодних асфальтобетонів, що приготовлені на рідких бітумах, які вміщують як розріджувач бензин, антраценове масло і кубові залишки ректифікації сирого бензолу. Встановлено, що більш доцільно як розріджувача в'язких нафтових дорожніх бітумів використовувати кубові залишки ректифікації бензолу з точки зору економічної ефективності. Експериментально показано, що асфальтобетони, які приготовлені на бітумах, що розріджені бензином ($C_{60}^5 = 130-200$ с) протягом трьох діб формування структури асфальтобетону і протягом 18–20 діб, якщо розріджувач бітуму антраценове масло і кубові залишки ректифікації сирого бензолу, забезпечують нормативні фізико-механічні показники якості згідно з ДСТУ Б.В.2.7-119-2011.

холодні асфальтобетони, розріджувачі: бензин, антраценове масло, кубові залишки ректифікації сирого бензолу, динаміка формування структури холодного асфальтобетону

ВСТУП

Для улаштування покриттів на автомобільних дорогах широко використовується асфальтобетон, оскільки він найбільше відповідає вимогам автомобільного руху. Міцність і довговічність асфальтобетонних покриттів залежить від відповідності типу асфальтобетону, характеру автомобільного руху, виду асфальтобетону, міцності і стійкості основи і підстильних шарів [1–5].

Для улаштування покриттів на автомобільних дорогах вищих технічних категорій зазвичай використовують гарячий асфальтобетон, щебенево-мастикові асфальтобетони [6, 7]. В той же час асфальтобетонні суміші, що приготовлені на в'язких дорожніх бітумах, не завжди ефективні. За деяких умов доцільно використовувати теплі та холодні асфальтобетонні суміші [8, 9]. Використання в холодних асфальтобетонних сумішах нафтового дорожнього бітуму з меншою в'язкістю, ніж у гарячих обумовлює властивості холодних асфальтобетонів набувати щільність у покритті після ущільнення при температурах більш низьких, ніж температура повітря при ущільненні гарячих асфальтобетонних сумішей, а також протистояти тріщиноутворювальній дії напружень у разі розтягнення при низьких від'ємних температурах.

Для розріджування в'язких дорожніх бітумів використовуються кондиційні розріджувачі, а саме: арктичне дизельне паливо А (ГОСТ 305); зимове дизельне паливо З; бензин для технічних цілей за ГОСТ 18499; паливо для швидкохідних дизелів ДЗ, ДА, ДС (ГОСТ 305). Однак на Донбасі є речовини, які є відходами промисловості і їх доцільно використовувати як розріджувачі в'язких нафтових дорожніх бітумів та отримувати малов'язкі і рідкі бітуми для приготування теплих і холодних асфальтобетонних сумішей. В той же час дослідження холодних асфальтобетонів, що виготовлені на рідких бітумах з використанням антраценового масла або кубових залишків ректифікації сирого бензолу відсутні.

Метою роботи є вивчення властивостей холодних асфальтобетонів, що відрізняються консистенцією бітуму, гранулометричним складом асфальтобетону, видом мінерального порошку.

ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Фізико-механічні характеристики розріджувального нафтового дорожнього бітуму наведено у таблиці 1.

© А. Г. Доля, Д. В. Гуляк, В. В. Коновалов, А. В. Губар, 2013

Таблиця 1 – Фізико-механічні характеристики окислених бітумів

№ з/п	Найменування показника	Термін окислення, годин		
		1,5	5,0	10,0
1	Глибина проникнення голки (пенетрація) при температурі 25 °С, (град)х0,1 мм	272	98	80
2	Температура розм'якшеності за кільцем і кулею, °С	39	44	49
3	Розтяжність, см, при 25°С	64	71	81
4	Температура крижкості, °С	-24	-17	-12
5	Зчеплюваність з мармуром	витримує		
6	Утримання водорозчинних сполук, %	0,15	0,15	0,15

Як розріджувач бітуму використані:

- технічний бензин (ГОСТ 18499);
- антраценове масло (температура початку кипіння –210 °С, кінцева температура кипіння 360 °С (ТУ 14-666-71));
- кубові залишки ректифікації сирого бензолу (температура початку кипіння –160 °С, кінцева температура кипіння 300 °С (ТУ 14-6-75-72 Мінчормет)).

Шляхом введення в бітум розріджувачів отримували бітуми з умовною в'язкістю БСГР 130/200 ($C_{60}^5=180-185$ с) і БСГР 70/130 ($C_{60}^5=80-95$ с).

Технічні характеристики рідких бітумів наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Технічні характеристики рідких бітумів

Показники властивостей	Розріджувач, % за масою від бітуму			
	Бензин		Антраценове масло	Кубові залишки ректифікації сирого бензолу
	18	12	18	24
1. Умовна в'язкість по візкозиметру із діаметром отвору витоку 5 мм при 60 °С, с	80	180	185	180
2. Масова частка випаровуваного розріджувача після прогрівання бітуму у термостаті (% від маси бітуму)	16,0	14,6	6,8	14,5
3. Температура розм'якшеності залишку після випарення розріджувача, °С	41,2	40,2	38,2	39,0
4. Випробування на зчеплюваність з піском	Витримали за контрольним зразком № 2			

Як поверхнево-активні речовини використовували бітумну присадку (БП-3), катіонактивне ПАР; кислотне число – 10 мг КОН; температура каплепадіння не більше 75 °С; температура спалаху у відкритому тиглі – 160 °С.

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для дослідження фізико-механічних показників прийняті щільні дрібнозернисті асфальтобетони I і II марки гранулометричних типів А, Б, В (ДСТУ Б.В.2.7-119-2011) із вмістом мінерального порошку 10 % за масою і розміром мінеральних зерен діаметром до 15 мм. Гранулометричні склади асфальтобетонів наведені у таблиці 3.

Фізико-механічні характеристики асфальтобетонів, що приготовлені на розріджених бітумах, наведено у таблицях 4, 5.

Як видно з даних, що наведені у таблицях 4 і 5 для асфальтобетонів, що приготовлені на бітумі, який розріджено антраценовим маслом і кубовими залишками ректифікації сирого бензолу, динаміка інтенсивного зростання показників міцності спостерігається у перші 12–18 діб, а потім динаміка більш повільна. Більш великою міцністю характеризуються зразки з сумішей, мінеральний кістяк яких має меншу пористість. Це особливо видно при використанні як розріджувача бітуму кубових залишків ректифікації сирого бензолу. Звертає увагу повільне зростання міцності при 50 °С, особливо тоді, коли як розріджувач використовуються кубові залишки ректифікації сирого бензолу.

Таблиця 3 – Склади асфальтобетонних сумішей

№ з/п	Найменування показників	Вміст мінерального матеріалу (%), на ситах розміром отвору сит, мм										Вміст бітума БСГР 130/200, зверх 100 %
		15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,314	0,14	0,071	<0,071	
Тип А (контактна макроструктура)												5,0
1	Часткові залишки	3	27	30	7	5	10	3	4	3	8	
2	Повні залишки	3	30	60	67	72	82	85	89	92	100	
Тип Б (порова макроструктура)												5,3
3	Часткові залишки	3	17	20	10	12	10	10	8	2	8	
4	Повні залишки	3	20	40	50	62	72	82	90	92	100	
Тип В (базальна макроструктура)												5,8
5	Часткові залишки	3	8	9	19	19	14	10	7	4	8	
6	Повні залишки	3	11	20	38	57	71	81	88	92	100	

Таблиця 4 – Показники фізико-механічних властивостей асфальтобетонів на розрідженому антраценовим маслом бітумі (термостатування при 110 °С)

№ з/п	Найменування показників	Термін структуроутворення, діб					
		0	2	9	18	36	62
1	Міцність при стиску, МПа, при 20°C	<u>0,63</u>	<u>1,0</u>	<u>1,26</u>	<u>1,41</u>	<u>1,53</u>	<u>1,97</u>
		<u>0,54</u>	<u>0,83</u>	<u>1,15</u>	<u>1,24</u>	<u>1,40</u>	<u>1,83</u>
	50°C	<u>0,22</u>	<u>0,40</u>	<u>0,52</u>	<u>0,58</u>	<u>0,64</u>	<u>0,82</u>
		<u>0,18</u>	<u>0,28</u>	<u>0,41</u>	<u>0,49</u>	<u>0,52</u>	<u>0,78</u>
2	Міцність водонасичених зразків, МПа, при 20°C	<u>0,49</u>	<u>0,82</u>	<u>1,04</u>	<u>1,01</u>	<u>1,13</u>	<u>1,43</u>
		<u>0,38</u>	<u>0,57</u>	<u>0,78</u>	<u>0,88</u>	<u>1,13</u>	<u>1,39</u>
3	Середня щільність, кг/м ³	<u>2 380</u>	<u>2 380</u>	<u>2 390</u>	<u>2 380</u>	<u>2 390</u>	<u>2 390</u>
		<u>2 370</u>	<u>2 370</u>	<u>2 380</u>	<u>2 370</u>	<u>2 380</u>	<u>2 380</u>
4	Набухання, % за об'ємом	<u>0,95</u>	<u>0,72</u>	<u>0,44</u>	<u>0,52</u>	<u>0,387</u>	<u>0,41</u>
		<u>1,18</u>	<u>1,27</u>	<u>1,04</u>	<u>1,12</u>	<u>1,14</u>	<u>1,38</u>
5	Водонасичення, % за об'ємом	<u>5,07</u>	<u>5,07</u>	<u>5,07</u>	<u>5,07</u>	<u>5,07</u>	<u>5,07</u>
		<u>6,50</u>	<u>6,50</u>	<u>6,50</u>	<u>6,50</u>	<u>6,50</u>	<u>6,50</u>
6	Коефіцієнт водостійкості	<u>0,78</u>	<u>0,82</u>	<u>0,83</u>	<u>0,72</u>	<u>0,74</u>	<u>0,73</u>
		<u>0,71</u>	<u>0,68</u>	<u>0,69</u>	<u>0,71</u>	<u>0,74</u>	<u>0,71</u>

Примітка: Значення властивостей у чисельнику відноситься до асфальтобетонів типу А, у знаменнику – до асфальтобетонів типу В

Таблиця 5 – Показники фізико-механічних властивостей асфальтобетонів на бітумах, розріджених кубовими залишками ректифікації сирого бензолу (термостатування при 20 °С)

№ з/п	Найменування показників	Термін структуроутворення, діб					
		0	5	12	18	36	62
1	Міцність при стиску, МПа, при 20°C	<u>1,1</u>	<u>1,96</u>	<u>2,03</u>	<u>2,2</u>	<u>2,25</u>	<u>2,46</u>
		<u>1,0</u>	<u>1,4</u>	<u>1,40</u>	<u>1,54</u>	<u>1,7</u>	<u>1,96</u>
	50°C	<u>0,1</u>	<u>0,2</u>	<u>0,52</u>	<u>0,58</u>	<u>0,64</u>	<u>0,82</u>
		<u>0,1</u>	<u>0,15</u>	<u>0,41</u>	<u>0,49</u>	<u>0,52</u>	<u>0,78</u>
2	Міцність водонасичених зразків, МПа, при 20°C	<u>0,98</u>	<u>1,64</u>	<u>1,62</u>	<u>1,74</u>	<u>1,82</u>	<u>2,0</u>
		<u>0,76</u>	<u>1,03</u>	<u>1,02</u>	<u>1,13</u>	<u>1,30</u>	<u>1,50</u>
3	Середня щільність, кг/м ³	<u>2 360</u>	<u>2 340</u>	<u>2 350</u>	<u>2 350</u>	<u>2 360</u>	<u>2 360</u>
		<u>2 380</u>	<u>2 370</u>	<u>2 360</u>	<u>2 360</u>	<u>2 380</u>	<u>2 380</u>
4	Набухання, % за об'ємом	<u>4,42</u>	<u>4,61</u>	<u>4,70</u>	<u>4,28</u>	<u>4,36</u>	<u>4,68</u>
		<u>5,30</u>	<u>6,38</u>	<u>6,70</u>	<u>7,22</u>	<u>6,30</u>	<u>6,88</u>
5	Водонасичення, % за об'ємом	<u>1,15</u>	<u>0,94</u>	<u>0,78</u>	<u>1,21</u>	<u>1,04</u>	<u>0,74</u>
		<u>0,76</u>	<u>0,96</u>	<u>0,93</u>	<u>1,02</u>	<u>1,15</u>	<u>0,92</u>
6	Коефіцієнт водостійкості	<u>0,81</u>	<u>0,84</u>	<u>0,80</u>	<u>0,79</u>	<u>0,81</u>	<u>0,81</u>
		<u>0,76</u>	<u>0,74</u>	<u>0,73</u>	<u>0,74</u>	<u>0,75</u>	<u>0,76</u>

Примітка: Значення властивостей у чисельнику відноситься до асфальтобетонів типу А, у знаменнику – до асфальтобетонів типу В

Наведені дані (табл. 4, 5) свідчать про те, що розрідження в'язкого бітуму кубовими залишками ректифікації сирого бензолу і антраценовим маслом приводить до уповільнення зростання міцності. Більш доцільним є використання як розріджувача бензину. В таблиці 6 наведено результати зміни показників якості асфальтобетону типу А і типу Б з різним вмістом мінерального порошку, який активовано ПАР (БП-30), бітум в'язкістю $C_{60}^5=120$ с, отриманий розріджуванням бензину.

ВИСНОВОК

Асфальтобетон на бітумах БСГР ($C_{60}^5=130-200$ с) при трьох добах формування структури (розріджувач – бензин) і при 18–20 добах, розріджувач антраценове масло і кубові залишки ректифікації сирого бензолу забезпечують задовільні фізико-механічні характеристики.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Рыбьев, И. А. Асфальтовые бетоны [Текст] / И. А. Рыбьев. – М. : Высшая шк., 1969. – 399 с.
2. Прочность и долговечность асфальтобетона [Текст] / Под ред. Б. И. Ладыгина и И. К. Яцевича. – Минск : Наука и техника, 1972. – 288 с.
3. Золотарев, В. А. Долговечность дорожных асфальтобетонов [Текст] / В. А. Золотарев. – Харьков : Вища шк., 1977. – 115 с.
4. Гончаренко, Ф. П. Експлуатаційне утримання та ремонт автомобільних доріг за складних погодних та екологічних умов [Текст] / Ф. П. Гончаренко, Е. Д. Прусенко, В. Ф. Скорченко. – К. : МОН України, 1999. – 264 с.
5. Ремонт и содержание автомобильных дорог [Текст] : Справочник инженера-дорожника / А. П. Васильев, В. И. Баллов, М. Б. Корсунский и др.; Под ред. А. П. Васильева. – М. : Транспорт, 1989. – 237 с.
6. Кириухин, Г. Н. Покрyтия из щебеночно-мастичного асфальтобетона [Текст] / Г. Н. Кириухин, Е. А. Смирнов. – М. : ООО Чебоксарская типография № 1, 2009. – 200 с.
7. ДСТУ Б.В.2.7-119-2011. Суміші асфальтобетонні і аеродромні. Технічні умови [Текст]. – На заміну ДСТУ Б.В.2.7-119-2003 ; чинні з 2012-10-01. – К. : Мінрегіон України, 2012. – 39 с.
8. Дорожный теплый асфальтобетон [Текст] / И. В. Королев, Е. Н. Агеева, В. А. Головкин, Г. Р. Фоменко. – К. : Вища школа, 1984. – 200 с.
9. Попов, Т. Т. Дорожные покрытия из холодного асфальтобетона и черного щебня [Текст] / Т. Т. Попов. – М. : Транспорт, 1965. – 180 с.

Отримано 11.12.2012

А. Г. ДОЛЯ, Д. В. ГУЛЯК, В. В. КОНОВАЛОВ, А. В. ГУБАРЬ ХОЛОДНЫЕ АСФАЛЬТОБЕТОНЫ НА ОСНОВЕ РАЗЖИЖЕННЫХ БИТУМОВ Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

Исследованы холодные асфальтобетоны, отличающиеся видом разжижителя вязких нефтяных дорожных битумов, гранулометрическим составом асфальтобетона, видом минерального порошка. Изучено динамику формирования структуры холодных асфальтобетонов, которые приготовлены на жидких битумах, содержащих в качестве разжижителей бензин, антраценовое масло и кубовые остатки ректификации сырого бензола. Установлено, что более целесообразно в качестве разжижителя вязких дорожных нефтяных битумов использовать кубовые остатки ректификации сырого бензола с точки зрения экономической эффективности. Экспериментально показано, что асфальтобетоны, которые приготовлены на битумах, разжиженных бензолом ($C_{60}^5=130-200$ с) при трех сутках формирования структуры асфальтобетона и при 18–20 сутках, когда в качестве разжижителя битума использовано антраценовое масло и кубовые остатки ректификации сырого бензола, обеспечивают нормативные физико-механические показатели качества в соответствии с требованиями ДСТУ Б.В.2.7-119-2011. **холодные асфальтобетоны, разжижители: бензин, антраценовое масло, кубовые остатки ректификации сырого бензола, динамика формирования структуры холодного асфальтобетона**

ANATOLIY DOLYA, DENIS GULYAK, VLADIMIR KONOVALOV, ANTON GUBAR COLD ASPHALT BETON ON THE BASIS OF THE DILUTED BITUMENS Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Cold asphalt concretes which are different by the type of liquefier of viscid oil travelling bitumens, granulometric composition of asphalt concrete, type of mineral powder have been proved. The dynamics of forming of structure of cold asphalt concrete, which are prepared on liquid bitumens, which contain as liquefier of petrol, carboleneum and deep blue tailings of rectification of raw benzol have been determined.

Таблиця 6 – Фізико-механічні показники асфальтобетону (розріджувач – бензин, термостатування при $T = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$)

№ з/п	Найменування показників	Термін стуржування, часів												
		1	16	19	24	48	72	96	168	240	360	480	576	720
1	Міцність при стиску, МПа, при 20°C	1,51	1,54	1,59	1,63	1,71	1,85	2,02	2,08	2,25	2,39	2,43	2,45	2,60
		1,48	1,47	1,58	1,63	1,76	1,80	1,89	1,92	2,14	3,36	3,39	2,41	2,45
2	Міцність при стиску, МПа, при 20°C	1,50	1,51	1,53	1,60	1,68	1,78	1,94	1,99	2,15	2,19	3,37	2,40	2,47
		1,84	1,40	1,42	1,48	1,53	1,51	1,76	1,87	2,03	2,26	2,28	2,35	2,39
3	Середня щільність, кг/м ³	0,63	0,65	0,69	0,76	0,83	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	1,01	1,05	1,08
		0,61	0,54	0,59	0,62	0,67	0,69	0,69	0,73	0,77	0,82	0,86	0,95	1,01
4	Набухання, % за об'ємом	2,400	2,4,0	2,400	2,410	2,380	2,380	2,380	2,400	2,400	2,420	2,420	2,390	2,400
		2,400	2,390	2,380	2,400	2,380	2,380	2,380	2,400	2,400	2,400	2,400	2,420	2,420
5	Водонасичення, % за об'ємом	0,35	0,38	0,41	0,41	0,15	0,15	0,16	0,45	0,72	0,36	0,38	0,92	0,38
		0,41	0,46	0,52	0,50	0,78	0,22	0,15	0,70	0,72	0,35	0,41	0,92	0,68
6	Коефіцієнт водостійкості	0,15	0,12	0,24	0,16	0,31	0,30	0,34	0,21	0,18	0,11	0,10	0,15	0,12
		0,17	0,16	0,31	0,14	0,80	0,30	0,32	0,22	0,20	0,20	0,21	0,20	0,20
6	Коефіцієнт водостійкості	0,96	0,96	0,96	0,98	0,98	0,96	0,95	0,95	0,95	0,92	0,96	0,98	0,95
		0,90	0,95	0,90	0,90	0,88	0,89	0,93	0,97	0,94	0,96	0,95	0,97	0,93

Примітка: Значення еластичності у чисельнику із змістом мінерального порошку у суміші 10% (тип В), у знаменнику із змістом мінерального порошку 5% (тип А)

It is set that more expediently as liquefier of viscid travelling oil bitumens to utilize deep blue tailings of rectification of raw benzol from point of economic efficiency. It is experimentally shown that asphalt concretes, which are prepared on bitumens, diluted benzol ($C_{60}^5 = 130-200$ c) at three days of forming of structure of asphalt concretes and at 18–20 days, when as liquefier of bitumen carboleneum and deep blue tailings of rectification of raw benzol is utilized provide the normative of physical and mechanical indexes of quality in accordance with the requirements of DSTU B.V.2.7-119-2011.

cold asphalt concretes, liquefiers: petrol, carboleneum, deep blue tailings of rectification of raw benzol, dynamics of forming of structure of cold asphalt concrete

Доля Анатолій Григорович – кандидат технічних наук, професор кафедри автомобільних доріг і аеродромів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: використання техногенної сировини в дорожньому будівництві.

Гуляк Денис Вячеславович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобільних доріг і аеродромів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: здобуття технологічних і довговічних дорожніх бетонів для будівництва конструктивних шарів нежорсткого дорожнього одягу на основі модифікування органічних в'язучих.

Коновалов Володимир Васильович – старший викладач кафедри автомобільних доріг і аеродромів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини у компоненти композиційних матеріалів.

Губар Антон Вікторович – аспірант кафедри автомобільних доріг і аеродромів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: модифікація органічних в'язучих; з метою підвищення їх фізико-механічних властивостей.

Доля Анатолій Григорьевич – кандидат технических наук, профессор кафедры автомобильных дорог и аэродромов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: использование техногенного сырья в дорожном строительстве.

Гуляк Денис Вячеславович – кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильных дорог и аэродромов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: получение технологичных и долговечных дорожных бетонов для строительства конструктивных слоев нежестких дорожных одежд на основе модифицирования органических вяжущих.

Коновалов Владимир Васильевич – старший преподаватель кафедры автомобильных дорог и аэродромов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья в компоненты композиционных материалов.

Губарь Антон Викторович – аспирант кафедры автомобильных дорог и аэродромов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: модификация органических вяжущих с целью повышения их физико-механических свойств.

Anatoliy Dolya – PhD, professor, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: using of technogenic raw materials in road building.

Denis Gulyak – PhD (Eng.), Associate Professor, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: receipts of technological and lasting travelling concretes for building of structural layers of non-rigid travelling clothes on the basis of retrofitting of organic astringent

Vladimir Konovalov – senior teacher, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of effective technologies of processing of man-triggered raw materials in the components of composition materials.

Anton Gubar – post-graduate student, Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: modification of organic astringent; with the purpose of increase of their physic and mechanical properties.