

Даценко В.М., Володько В.П.,
Даценко., О.В., Думанський А.М.,
Даценко М.В.

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ВЛАСТИВОСТІ ДЬОГТЕПОЛІМЕРБЕТОНУ

Значна кількість доріг в Україні побудована з використанням кам'яновугільних дьогтів. В порівнянні з бітумами дьогті дещо більш негативно впливають на екологічну ситуацію. В той же час їх вартість у два рази нижче бітумів. А тому їх використання з економічної точки зору залишається актуальним. Відомо також, що шари зносу, влаштовані способом поверхневої обробки з застосуванням дьогтеполімерних в'язучих є достатньо довговічними. Звичайно, застосування таких в'язучих можливе тільки за 1,5 км зоною населених пунктів [1].

Дьогтеполімерні в'язучі, як і інші органічні в'язучі, можна розглядати як різновид термопластичного матеріалу, властивості якого істотно залежать від його температури [2-5]. Отже і властивості дьогтеполімербетону будуть залежати не тільки від виду і співвідношення складових його компонентів, але й від технологічного режиму його приготування і застосування. З усіх технологічних факторів найбільший вплив на властивості дьогтеполімербетону має температура його приготування і режим його ущільнення.

В ДерждорНДІ при вивченні впливу технологічних факторів на властивості бетонів використовувалися дрібнозернисті щільні бетонні суміші. неперервного гранулометричного складу з вмістом 45 % гранітного щебеню розміром від 5 до 15 мм, 45 % гранітних висівок, 10 % вапнякового мінерального порошку та 8 % (понад 100 %) дьогтеполімерного в'язучого з умовною в'язкістю C_{50}^{10} рівною 80 ± 5 с.

Для приготування дьогтеполімербетонів використовувались дьогтеполімерні в'язучі, приготовлені шляхом суміщення дьогтю з відходами виробництва фенілетилену та його полімерів у вигляді

полістирольного пилу (ППС) та кубових залишків ректифікації стиролу (КЗРЗ).

Таблиця 1 - Вплив величини ущільнюючого навантаження на властивості дьогтеполімербетону

Найменування показників	Ущільнююче навантаження, МПа				
	5	10	20	30	40
1	2	3	4	5	6
В'яжуче: 19,5 % КЗРС + 45,5 % пеку + 35 % дьогтю Д-2					
Середня щільність, г/см ³	2,25	2,31	2,35	2,37	2,40
Водонасичення, %	9,03	5,42	3,92	3,38	2,55
Набрякання, %	0,39	0,28	0,28	0,27	0,25
Границя міцності при стиску, МПа:					
за температури 20 °С	1,20	1,60	2,00	2,20	2,70
за температури 50 °С	0,50	0,60	0,80	0,90	1,00
після водонасичення	1,20	1,60	1,90	2,20	2,60
В'яжуче: 9,5 % ППС + 90,5 % дьогтю Д-2					
Середня щільність, г/см ³	2,19	2,25	2,32	2,36	2,40
Водонасичення, %	7,61	4,86	3,74	3,07	2,76
Набрякання, %	0,68	0,57	0,45	0,29	0,15
Границя міцності при стиску, МПа:					
за температури 20 °С	0,90	1,30	1,90	2,25	2,55
за температури 50 °С	0,20	0,40	0,50	0,70	0,80
після водонасичення	0,80	0,90	1,80	2,10	2,40
В'яжуче: 3,0 % ППС + 97,0 % дьогтю Д-5					
Середня щільність, г/см ³	2,22	2,28	2,32	2,36	2,38
Водонасичення, %	9,66	6,34	4,34	3,55	2,52
Набрякання, %	0,91	0,77	0,75	0,65	0,40
Границя міцності при стиску, МПа:					
за температури 20 °С	1,30	1,80	2,35	2,70	3,00
за температури 50 °С	0,40	0,50	0,90	1,00	1,20
після водонасичення, %	1,20	1,40	1,80	2,80	2,90

Дьогтеполімербетонні суміші приготувались і ущільнювались при температурі 100 ± 5 °С. Формовка циліндричних зразків з діаметром і висотою, рівними 71,4 мм виконувалась на гідравлічному пресі під різним навантаженням (5, 10, 20, 30, 40 МПа) протягом 180 с. Відформовані зразки випробовувались через 24 години після їх формовки. Відомості про результати випробування таких зразків, подані в табл. 1.

Із даних табл. 1 видно, що по мірі збільшення ущільнюючого навантаження границя міцності при стиску дьогтеполімербетонів при температурі 20 та 50 °С зростає для всіх в'язучих. Графічна інтерпретація частини цих даних наведена на рис. 1,2,3.

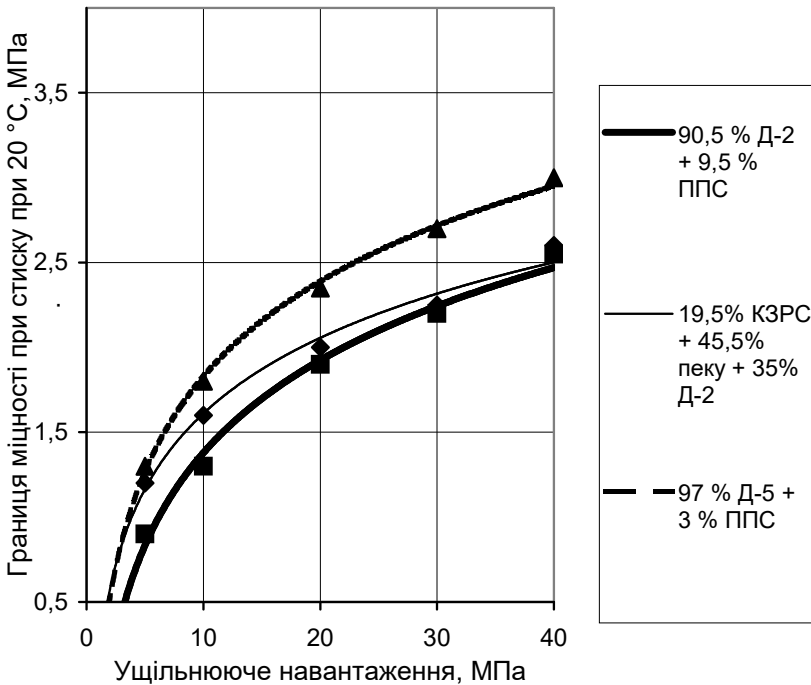


Рисунок 1

По величині співвідношення міцностей R_{20} / R_{50} можна зробити висновок про те, що дьогтеполімербетонні суміші,

виготовлені з використанням дьогтей, модифікованих КЗРС та ППС мають високу теплостійкість навіть в дещо недоущільненому стані.

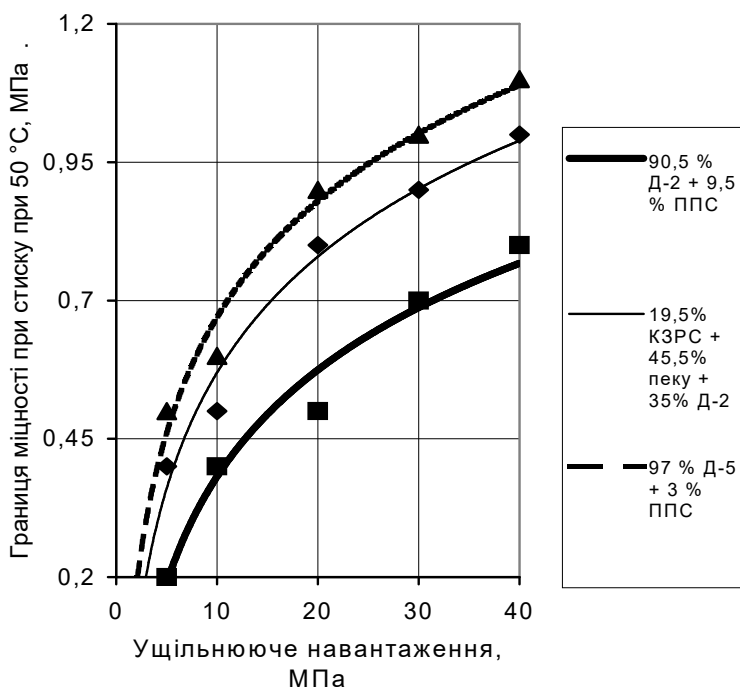


Рисунок 2

Результати випробувань бетонів, наведені в табл. 1 та на рис. 1,2,3 показують, що по мірі збільшення ущільнюючого навантаження їх щільність зростає, а водонасичення і набрякання знижуються. При цьому щільність дьогтеполімербетонів найбільш різко зростає з підвищенням ущільнюючого навантаження від 5 до 20 МПа. Подальше збільшення ущільнюючого навантаження від 20 до 40 МПа викликає менш різкі зміни щільності і водонасичення дьогтеполімербетонів.

Результати досліджень свідчать про те, що по мірі збільшення ущільнюючого навантаження збільшується границя міцності водонасичених зразків і знижується набухання дьогтеполімербетонів.

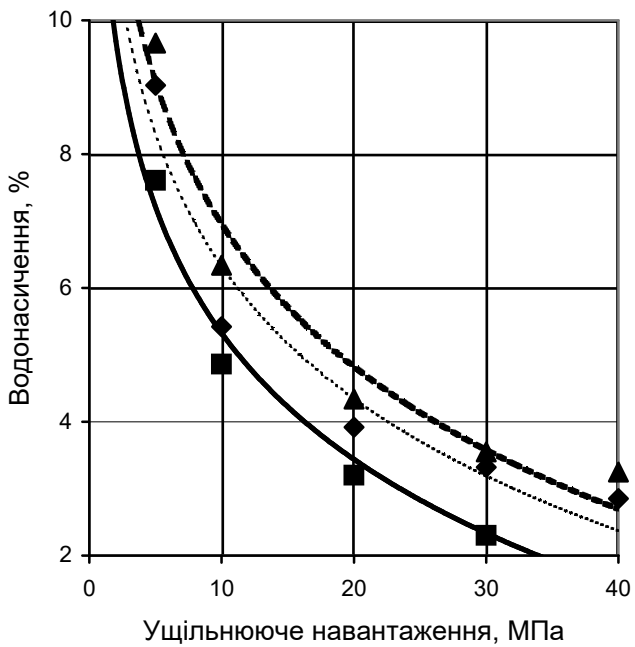
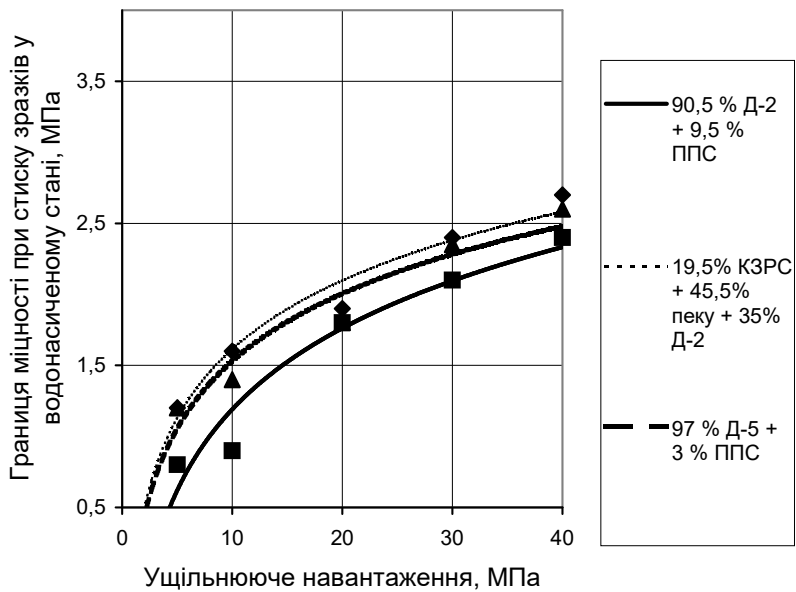


Рисунок 3

Разом з величиною ущільнюючого навантаження суттєвий вплив на властивості дьогте- і дьогтеполімербетонів має температура їх ущільнення. Для з'ясування характеру впливу цього фактора бетонні суміші приготувались при температурі 80, 100 і 120 °С. Формовка зразків з таких сумішей здійснювалась при навантаженні 40 МПа. Тривалість витримки зразків під цим навантаженням в усіх випадках дорівнювала 180 с. Результати випробування зразків з таких сумішей подані в табл. 2.

Таблиця 2 - Вплив температури приготування суміші і її ущільнення на властивості дьогтеполімербетонів та дьогтебетонів

Найменування показників	Температура приготування і ущільнення сумішей, °С		
	80	100	120
1	2	3	4
В'яжуче: 19,5 % КЗРС + 45,5 % пеку + 35 % дьогтю Д-2			
Середня щільність, г/см ³	2,39	2,40	2,40
Водонасичення, %	2,53	2,55	3,01
Набрякання, %	0,42	0,25	0,26
Границя міцності при стиску, МПа:			
за температури 20 °С	2,20	2,70	4,40
за температури 50 °С	0,80	1,00	1,20
після водонасичення	1,60	2,60	4,10
В'яжуче: 5,5 % ППС + 94,5 % дьогтю Д-4			
Середня щільність, г/см ³	2,39	2,40	2,41
Водонасичення, %	2,10	1,70	1,50
Набрякання, %	0,20	0,20	0,0
Границя міцності при стиску, МПа:			
за температури 20 °С	2,40	2,70	3,80
за температури 50 °С	0,80	0,90	1,10
після водонасичення	2,20	2,50	3,50

1	2	3	4
В'яжуче: дьоготь марки Д-6			
Середня щільність, г/см ³	2,40	2,40	2,40
Водонасичення, %	2,10	1,90	1,80
Набрякання, %	0,49	0,41	0,20
Границя міцності при стиску, МПа:			
за температури 20 °С	3,30	4,00	5,50
за температури 50 °С	1,00	1,10	1,30
після водонасичення	3,20	3,80	5,40

Дані, які наведені в табл. 2, показують, що температуру приготування та ущільнення бетонної суміші слід розглядати як один з найбільш істотних факторів, який суттєво впливає на властивості бетону. Найбільш високими властивостями характеризуються дьогтеполімербетони, суміші яких готувалися і ущільнювалися при температурі 120 °С. Це вказує на те, що процеси фізико-хімічної взаємодії між твердою і рідкою фазами таких сумішей найбільш енергійно протікає при температурі їх приготування і ущільнення не нижче 100 °С.

Під час транспортування бетонної суміші до місця її укладання в покриття вона поступово охолоджується. Про те, як впливає зниження температури такої суміші від 100 до 60 °С показано в табл. 3.

Таблиця 3 - Вплив величини ущільнюючого навантаження та температури ущільнення на властивості дьогтеполімербетонів

Найменування показників	Ущільнююче навантаження, МПа				
	5	10	20	30	40
1	2	3	4	5	6
Температура ущільнення 60 °С					
В'яжуче: 19,5 % КЗРС + 45,5 % пеку + 35 % дьогтюД-2					
Середня щільність, г/см ³	2,26	2,32	2,38	2,38	2,39
Водонасичення, %	7,44	4,88	3,23	2,78	2,79
Набрякання, %	0,96	0,74	0,69	0,55	0,43

1	2	3	4	1	2
Границя міцності при стиску, МПа:					
за температури 20 °С	0,85	1,20	1,60	1,85	1,95
за температури 50 °С	0,30	0,45	0,60	0,70	0,75
після водонасичення	0,80	1,05	1,35	1,40	1,50
В'яжуче: 5,5 % ППС + 94,5 % дьогтю Д-4					
Середня щільність, г/см ³	2,23	2,27	2,34	2,36	2,38
Водонасичення, %	9,10	6,30	4,50	3,30	2,90
Набрякання, %	1,34	1,19	0,98	0,55	0,35
Границя міцності при стиску, МПа:					
за температури 20 °С	0,90	1,10	1,40	1,70	2,20
за температури 50 °С	0,35	0,40	0,50	0,60	0,70
після водонасичення	0,75	0,90	1,10	1,55	2,00
В'яжуче: дьоготь марки Д-6					
Середня щільність, г/см ³	2,24	2,27	2,34	2,37	2,39
Водонасичення, %	9,40	6,70	4,50	3,50	3,00
Набрякання, %	1,36	1,20	1,04	0,88	0,69
Границя міцності при стиску, МПа:					
за температури 20 °С	1,65	1,80	2,15	2,45	2,90
за температури 50 °С	0,50	0,65	0,70	0,80	0,90
після водонасичення	1,50	1,70	2,00	2,30	2,70
Температура ущільнення 80 °С					
В'яжуче: 19,5 % КЗРС + 45,5 % пек + 35 % дьогтю Д-2					
Середня щільність, г/см ³	2,22	2,30	2,35	2,39	2,39
Водонасичення, %	9,11	5,72	4,22	2,79	2,24
Набрякання, %	0,63	0,57	0,32	0,31	0,27
Границя міцності при стиску, МПа:					
за температури 20 °С	1,05	1,35	1,80	2,05	2,20
за температури 50 °С	0,35	0,40	0,75	0,75	0,80
після водонасичення	0,90	1,05	1,20	1,50	1,70

1	2	3	4	1	2
В'яжуче: 5,5 % ППС + 94,5 % дьогтю Д-4					
Середня щільність, г/см ³	2,23	2,27	2,35	2,37	2,39
Водонасичення, %	8,10	5,10	3,50	2,50	2,10
Набрякання, %	1,30	1,12	0,92	0,35	0,20
Границя міцності при стиску, МПа:					
за температури 20 °С	1,15	1,30	1,60	1,95	2,40
за температури 50 °С	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80
після водонасичення	1,10	1,20	1,50	1,80	2,20
В'яжуче: дьоготь марки Д-6					
Середня щільність, г/см ³	2,24	2,27	2,34	2,37	2,40
Водонасичення, %	8,20	5,80	3,80	2,50	2,20
Набрякання, %	1,26	1,18	0,95	0,76	0,49
Границя міцності при стиску, МПа:					
за температури 20 °С	2,00	2,20	2,45	2,85	3,30
за температури 50 °С	0,65	0,70	0,80	0,85	0,95
після водонасичення	1,95	2,10	2,40	2,75	3,20
Температура ущільнення 100 °С					
В'яжуче: 19,5 % КЗРС + 45,5 % пеку + 35 % дьогтю Д-2					
Середня щільність, г/см ³	2,23	2,30	2,35	2,36	2,40
Водонасичення, %	8,21	5,42	3,92	3,07	2,55
Набрякання, %	0,46	0,39	0,26	0,25	0,25
Границя міцності при стиску, МПа:					
за температури 20 °С	1,20	1,60	1,95	2,20	2,70
за температури 50 °С	0,45	0,60	0,80	0,85	1,00
після водонасичення	1,00	1,40	1,90	2,10	2,60
В'яжуче: 5,5 % ППС + 94,5 % дьогтю Д-4					
Середня щільність, г/см ³	2,24	2,28	2,35	2,38	2,40
Водонасичення, %	7,90	5,00	3,40	2,10	1,70
Набрякання, %	1,25	1,10	0,90	0,46	0,20

1	2	3	4	1	2
Границя міцності при стиску, МПа:					
за температури 20 °С	1,50	1,65	1,95	2,30	2,75
за температури 50 °С	0,60	0,65	0,75	0,80	0,90
після водонасичення	1,35	1,50	1,80	2,10	2,50
В'язуче: дьоготь марки Д-6					
Середня щільність, г/см ³	2,25	2,28	2,35	2,37	2,40
Водонасичення, %	8,20	5,50	3,60	2,30	1,90
Набрякання, %	1,25	1,16	1,01	0,75	0,41
Границя міцності при стиску, МПа:					
за температури 20 °С	2,45	2,70	3,15	3,50	4,00
за температури 50 °С	0,75	0,80	0,90	1,00	1,10
після водонасичення	2,25	2,60	3,14	3,75	3,80

Із результатів, наведених в табл. 3 видно, що температура ущільнення дьогтеполімербетонної та дьогтебетонної сумішей справляє менш істотний вплив на властивості бетону ніж величина ущільнюючого навантаження.

З одержаних даних видно, що по мірі підвищення температури ущільнення від 60 до 100 °С та ущільнюючого навантаження від 5 до 40 Мпа, властивості бетону поліпшуються.

Результати проведених випробовувань вказують на те, що ущільнення бетонних сумішей найбільш доцільно проводити ущільнюючими механізмами, які забезпечують таку ж щільність бетону, як і при ущільненні суміші під навантаженням 40 Мпа. При цьому температура ущільнення суміші повинна бути не нижча 80 °С.

В зв'язку з нерівномірною подачею автотранспорту протягом робочої зміни, досить часто виникає необхідність тимчасового зберігання готової дьогтеполімербетонної суміші в спеціальних накопичувальних бункерах. Тому виникає питання допустимого терміну зберігання таких сумішей в цьому випадку.

Для з'ясування характеру зміни властивостей дьогтеполімербетонних сумішей при їх зберіганні

в накопичувальних бункерах використовувались суміші, раніше приведених складів, які готувалися при температурі 100 °С, а потім зберігалися при цій же температурі протягом різного часу від 0 до 8 годин. При цьому передбачалось, що через великий об'єм суміші в накопичувальному бункері за цей період часу її температура знизиться не суттєво. Після закінчення заданого терміну зберігання суміші з неї формувались зразки, які випробовувались за загальноприйнятою методикою. Результати випробування таких зразків наведені в табл. 4

Таблиця 4 - Вплив тривалості зберігання суміші на властивості дьогтеполімербетону та дьогтебетону

Найменування показників	Тривалість зберігання, години				
	0	2	4	6	8
1	2	3	4	5	6
В'язуче: 19,5 % КЗРС + 45,5 % пеку + 35 % дьогтю Д-2					
Середня щільність, г/см ³	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
Водонасичення, %	2,55	2,40	2,32	2,27	2,20
Набрякання, %	0,25	0,20	0,14	0,12	0,05
Границя міцності при стиску, МПа:					
за температури 20 °С	2,70	2,75	2,90	3,00	3,10
за температури 50 °С	1,00	1,05	1,15	1,25	1,35
після водонасичення	2,60	2,60	2,75	2,70	2,90
В'язуче: 5,5 % ППС + 94,5 % дьогтю Д-4					
Середня щільність, г/см ³	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
Водонасичення, %	1,70	1,69	1,63	1,62	1,59
Набрякання, %	0,20	0,19	0,15	0,10	0,03
Границя міцності при стиску, МПа:					
за температури 20 °С	2,75	2,80	2,95	3,20	3,50
за температури 50 °С	0,90	0,90	0,95	0,95	1,00
після водонасичення	2,50	2,50	2,70	2,95	3,25

1	2	3	4	1	2
В'язуче: дьоготь марки Д-6					
Середня щільність, г/см ³	2,40	2,40	2,40	2,40	2,41
Водонасичення, %	1,90	1,88	1,82	1,77	1,69
Набрякання, %	0,41	0,40	0,35	0,29	0,24
Границя міцності при стиску, МПа:					
за температури 20 °С	4,00	4,10	4,40	4,95	5,55
за температури 50 °С	1,10	1,15	1,15	1,20	1,25
після водонасичення	3,80	3,85	4,20	4,75	5,40

Дані табл. 4 свідчать про те, що зі збільшенням тривалості зберігання сумішей міцність бетонів зростає. Але, у дьогтеполімербетонів вона зростає повільніше, ніж у звичайного дьогтебетону. Одержані дані вказують на те, що дьогтеполімербетонні суміші можна зберігати в накопичувальних бункерах аж до 8 годин. Однак з метою запобігання в таких сумішах деструктивних процесів, термін їх зберігання бажано обмежити 4 годинами.

Висновки

По мірі збільшення ущільнюючого навантаження границя міцності при стиску дьогтеполімербетонів, щільність зростає, а водонасичення і набрякання знижуються.

Дьогтеполімербетонні суміші, виготовлені з використанням дьогтей, модифікованих КЗРС та ППС мають високу теплостійкість навіть в дещо недоущільненому стані.

процеси фізико-хімічної взаємодії між твердою і рідкою фазами таких сумішей найбільш енергійно протікає при температурі їх приготування і ущільнення не нижче 100 °С.

Дьогтеполімербетонні суміші можна зберігати в накопичувальних бункерах до 8 годин. Однак з метою запобігання в таких сумішах деструктивних процесів, термін їх зберігання бажано обмежити 4 годинами.

Література

- 1. Жданюк В.К.** Особенности термомеханического поведения каменноугольных дегтей различного композиционного состава и вязкости. - Автошляховик України. - 2004. - №2. - С.41 - 44.
- 2. Братчун В.И., Золотарев В.А.** Модифицированные дегти и дегтебетоны повышенной долговечности. - Макеевка, 1998, - 226 с.
- 3. Жданюк В.К.** В'язко-пружні властивості дорожніх кам'яновугільних дьогтів. - Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. - 1985. - вып.36. - С.69 - 73.
- 4. Жданюк В.К.** Корреляция реологических характеристик каменноугольных дегтей и дегтебетонов.- Автомобильные дороги и дорожное строительство. - 1990. - вып.46. - С.50-54.
- 5. Володько В.П.** Використання відходів виробництва полімерів у дорожньому будівництві. - К.: Будівельник, 1987. - 72 с.