

Лебедєв В.В., к.техн.н., доцент, Мірошніченко Д.В., д.техн.н., професор,
Лаврова І.О., к.техн.н., доцент, Черкашина Г.М. к.техн.н., професор

ВИВЧЕННЯ НЕПАЛИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПОХІДНИХ БУРОГО ВУГІЛЛЯ ДЛЯ МОДИФІКАЦІЇ БІТУМІВ

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Ключові слова: бітуми, смола бурого вугілля, модифікація, властивості, адгезія, непаливне використання

Вступ. Сучасні технології непаливного використання бурого вугілля стосується напрямів, спрямованих на одержання воску, гуманих препаратів, адсорбентів, одержання цінних похідних у вигляді смол, гумінових речовин та ін. [1,2]. Оскільки кам'яне вугілля є природною високомолекулярною ароматичною сполукою, можна припустити, що його похідне – гудрон у вигляді смол від розкладання органічних речовин бурого вугілля, також може містити ароматичні структури та поверхнево-активні речовини, які можуть підвищувати адгезійні та пластичні властивості таких важливих речовин, як бітумів [3–6]. Виходячи з вищевикладеного та враховуючи низьку відносну в'язкість гудрону при розкладанні, були проведені дослідження щодо використання цього гудрону як пластифікатору бітумів на нафтовій основі.

Мета статті – вивчення непаливного застосування похідних бурого вугілля при модифікації бітумів.

В роботі використовували наступні матеріали:

- бітум нафтовий дорожній марки БНД 60/90 з температурою спалаху у відкритому тиглі 260 °С, температурою розм'якшення (за методом кільця і кулі) 48 °С;
- смола після буровугільної термодеструкції;
- відходи гумової крихти та порошку.

Температурні інтервали топлення визначали згідно ISO 3146 на латунному диску. Дослідження ударної в'язкості при температурі 20 °С проводили на маятниковому копрі згідно ISO 180. Ступінь зшивання бітумів визначали в ході дослідження піддавали екстракційної обробки в апараті Грефе.

Адгезійні властивості бітумних композитів визначалися за двома методиками:

– методика визначення зчеплення в'язучого з поверхнею мінерального матеріалу. Якість зчеплення оцінюють візуально за ступенем збереженості плівки бітумного в'язучого на зернах щебеню після його кип'ятіння в дистильованій воді.

– за методикою крайового кута змочування. Фактично адгезія і змочування – це дві сторони одного явища. Адгезія обумовлює взаємодію між твердою фазою та адгезивом, а змочування – це явище, що виникає в результаті цієї взаємодії. Крайовий кут є мірою змочування поверхонь [7]. Розрізняють три основні випадки залежно від значення рівноважного крайового кута: крайовий кут тупий ($180^\circ > \theta > 90^\circ$) – рідка фаза не змочує тверду; крайовий кут гострий ($90^\circ > \theta > 0^\circ$) – змочування або обмежене змочування; рівноважний крайовий кут не встановлюється, крапля розтікається в тонку плівку – повне змочування [8].

Обговорення результатів. Наведемо аналіз адгезійних властивостей бітумів, модифікованих смолою бурого вугілля, за методикою визначення зчеплення в'язучого з поверхнею мінерального матеріалу (рис. 1–4).

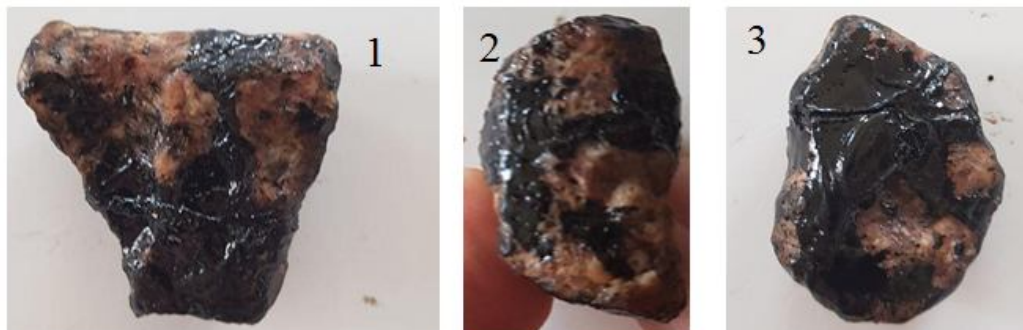


Рисунок 1 – Зразки №1, 2, 3 без додавання смоли бурого вугілля після термодеструкції

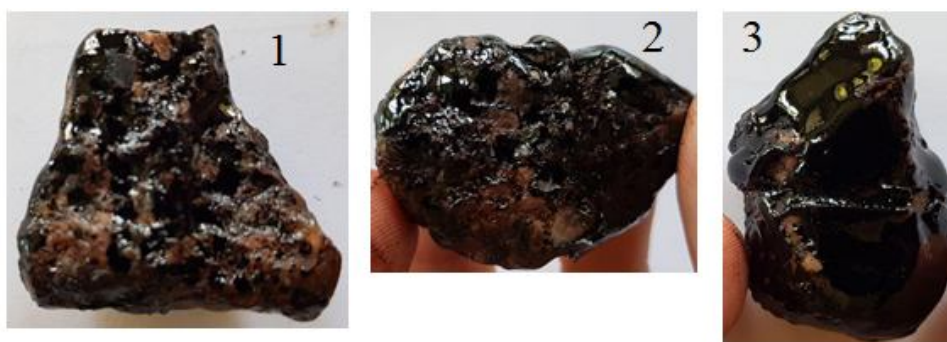


Рисунок 2 – Зразки №1, 2, 3 з додаванням 5 % смоли бурого вугілля після термодеструкції



Рисунок 3 – Зразки №1, 2, 3 з додаванням 7 % смоли бурого вугілля після термодеструкції

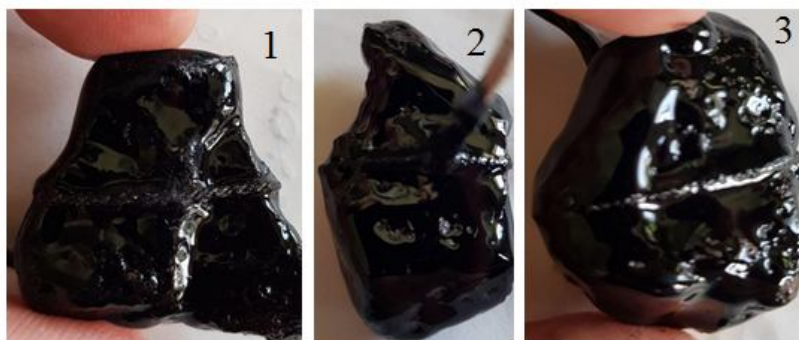


Рисунок 4 – Зразки №1, 2, 3 з додаванням 12 % смоли бурого вугілля після термодеструкції

Результати дослідів приведені нижче у вигляді графіку (рис. 5). Тим самим було показано, що по коефіцієнтам кореляції Пірсона лабораторні досліди можна відтворити у подальших дослідженнях, також величина достовірності апроксимації досить близька до 1, що показує мінімальну розбіжність у лабораторних опитах [9].

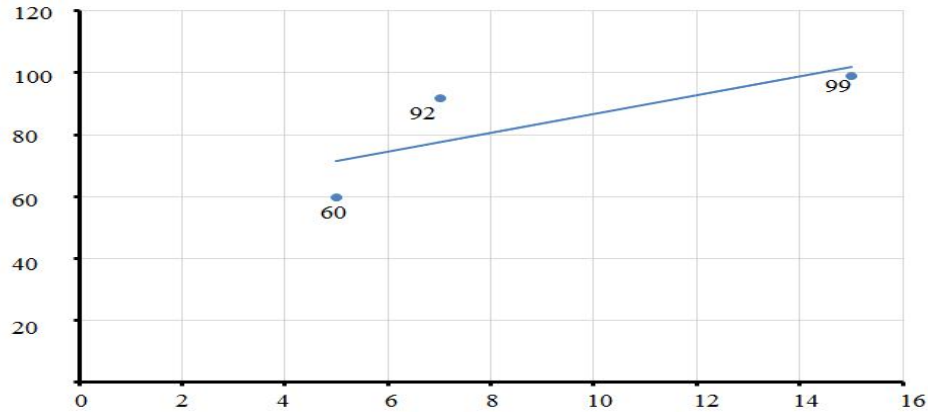


Рисунок 5 – Відношення вмісту смоли бурого вугілля після термодеструкції у битумі до площі покриття поверхні бітумом. Розрахований коефіцієнт кореляції Пірсона дорівнює 0.7697

Був проведений експеримент по визначенню крайового кута змочування бітума зі смолою бурого вугілля після термодеструкції та з відомими адгезійними добавками на чорному граніті, червоному граніті та склі у кількості 0,75 % мас. до маси наважки бітуму (рис. 6) [10].

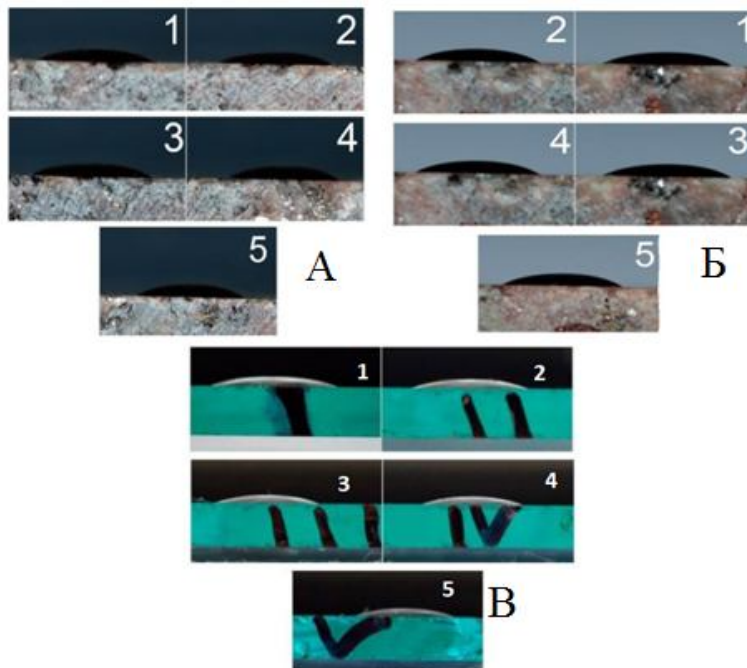


Рисунок 6 – Краплі досліджуваних зразків: А - на червоному шліфованому граніті №1; Б – на червоному шліфованому граніті №2; В – на склі

Результати визначень крайового кута змочування бітуму з адгезійними добавками на червоному граніті, та склі наведені у таблиці (табл. 1).

Таблиця 1 – Результати визначень крайового кута змочування

Зразок	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Скло	15° 4'	17° 13'	18° 3'	17° 56'	19° 12'	20° 15'
Червоний граніт №1	25° 55'	25° 15'	26° 33'	29° 18'	26° 12'	26° 22'
Червоний граніт №2	26° 6'	24° 52'	24° 31'	25° 14'	25° 10'	26° 10'

За розрахунками та економічним обґрунтуванням для подальших дослідів був обраний зразок № 2. Надалі дану адгезійну добавку досліджували у концентраціях 3 %, 4 %, 5 %, 6 % від загальної маси бітуму та вимірювався крайовий кут змочування отриманих зразків на червоному граніті та склі: 1 – концентрація смоли бурого вугілля після термодеструкції 6 %, 2 – концентрація смоли бурого вугілля після термодеструкції 5 %, 3 – концентрація смоли бурого вугілля після термодеструкції 4 %, 4 – концентрація смоли бурого вугілля після термодеструкції 3 %, 5 – чистий бітум марки БНД 60/90 (рис. 7).

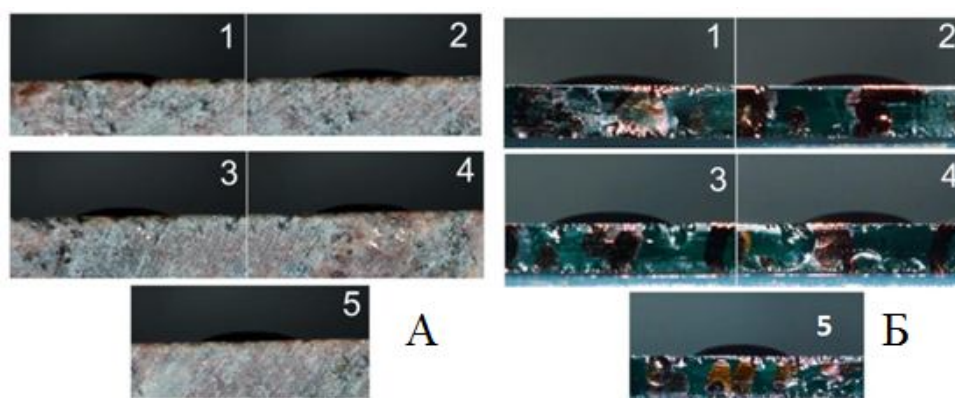


Рисунок 7 – Краплі досліджуваних зразків:
А – на червоному шліфованому граніті; Б – на склі

Результати визначень крайового кута змочування бітуму з адгезійними добавками у різних концентраціях на червоному граніті та склі наведені у таблиці (табл. 2).

Таблиця 2 – Результати визначень крайового кута змочування

Концентрація	3 %	4 %	5 %	6 %	Бітум чистий
Червоний граніт	19°43'	20°9'	20°18'	19°35'	24°31'
Скло	24°37'	21°47'	20°46'	15°31'	28°37'

Результати випробувань досліджуваних зразків полімер-модифікованих бітумів (ПМБ) при їх модифікації відходами гумовим порошком та гумовою крихтою на предмет температури топлення та термостійкості протягом 2 годин представлені в таблиці 3 [11].

Таблиця 3 – Теплофізичні властивості ПМБ при додаванні смоли бурого вугілля після термодеструкції

Композиція, % мас.	Температура топлення, °С	Термостійкість впродовж 2 годин, °С
1. Нафтовий бітум	50	50
2. Відходи гумової крихти – 20 Смола бурого вугілля після термодеструкції – 5	55	60
3. Відходи гумової крихти – 30 Смола бурого вугілля після термодеструкції – 5	65	80
4. Відходи гумової крихти – 40 Смола бурого вугілля після термодеструкції – 5	75	100
5. Відходи гумового порошку – 20 Смола бурого вугілля після термодеструкції – 5	58	65
6. Відходи гумового порошку – 30 Смола бурого вугілля після термодеструкції – 5	69	85
7. Відходи гумового порошку – 40 Смола бурого вугілля після термодеструкції – 5	78	105

З результатів аналізу даних таблиці 3 видно, що при підвищенні вмісту відходів гумової крихти у досліджених композиціях підвищується температура топлення та термостійкість впродовж 2 годин. Найбільш високі значення термо-фізичних характеристик досліджених ПМБ спостерігаються для зразків №4 та №7.

Далі були проведені дослідження щодо визначення оптимального складу ПМБ при додаванні смоли бурого вугілля після термодеструкції [12]. Оптимальний склад оцінювали за величиною ударної в'язкості (a , кгс/см²) і ступення зшивання (X ,%). Результати досліджень наведені в табл. 4.

Таблиця 4 – Властивості ПМБ з додаванням смоли бурого вугілля після термодеструкції

Композиція, % мас.	a , кгс/см ²	X , %
1. Нафтовий бітум	4	0,22–0,25
2. Відходи гумової крихти – 20 Смола бурого вугілля після термодеструкції – 5	6,5	0,17–0,19
3. Відходи гумової крихти – 30 Смола бурого вугілля після термодеструкції – 5	8,5	0,16–0,18
4. Відходи гумової крихти – 40 Смола бурого вугілля після термодеструкції – 5	10	0,12–0,14
5. Відходи гумового порошку – 20 Смола бурого вугілля після термодеструкції – 5	7,5	0,14–0,17
6. Відходи гумового порошку – 30 Смола бурого вугілля після термодеструкції – 5	10,5	0,12–0,15
7. Відходи гумового порошку – 40 Смола бурого вугілля після термодеструкції – 5	12	0,10–0,12

З таблиці 4 видно, що ПМБ № 4 та № 7 мають високі фізико-механічні властивості. Аналіз результатів експериментів показав, що досліджувані показники якості зразків композицій, до складу яких входять відходи гумового порошку мають підвищений комплекс, як термо-фізичних, так і фізико-механічних характеристик. Це пов'язано, очевидно, з тим, що в результаті термодеструкції гумового порошку процес набухання відбувається швидше, порівняно з гумовою крихтою розміром 2,5–4,5 мм. Однак процес деструкції та диспергування в обох випадках відбувається, природно, не повністю, а в обсязі набряклих гумових частинок знаходяться смоли та поліароматичні компоненти, що впливають на значення як термо-фізичних, так і фізико-механічних характеристик.

Таким чином, встановлено, що оптимальний склад для створення ефективних ПМБ з підвищеним комплексом термо-фізичних і фізико-механічних характеристик – 40 % мас гумового порошку та 5 % мас. смоли бурого вугілля після термодеструкції.

Висновки. Узагальнюючи дослідження напряму непаливного використання похідних бурого вугілля у вигляді рідких продуктів - гудронових смол бурого вугілля після термодеструкції для модифікації бітумних матеріалів варто відмітити помірність одержаних результатів в порівнянні з існуючими напрямками одержання ПМБ. Про модифікації бітумів первинними та вторинними полімерами вдається значно вище покращити їх адгезійні та експлуатаційні характеристик в порівнянні зі смолами бурого вугілля після термодеструкції. Застосування смол бурого вугілля після термодеструкції набагато менш ефективно з приводу покращення еластичності, термостійкості та зниження крихкості бітумних композицій в порівнянні з застосуванням термопластичних та термоеластомерних модифікаторів при одержанні ПМБ.

Література

1. Lebedev V.V. The Rational Use of Lignite Resources. Advances in Environmental Research: Scientific monograph / D. Miroshnichenko, S. Pyshyev, B. Korchak, M. Shved, K. Lebedeva, A. Cherkashina, D.Savchenko, N. Klochko, T. Tykhomyrova, L. Lysenko, J. McDonald, A.R.T. Joyette, D. M. de Souza Abessa, L. Alves Maranhão, L. Buruaem Moreira, R. F. Carelli Fontes, L. Gomes de Oliveira, M. Ueda de Carvalho, A. Julieta Ratzka, M. Palmolina, A. Sudomo, M. Mandira Budi Utomo, L. Augusta Geraldine Pieter, A. Wresta, A. A. Dwi Rahayu, M. Ihos, R. A. Armstrong, E. G. Kolomytz, Y. J. Choi, K. Seo, K. S. Lee. – New York, USA: “ Nova Science Publishers”, 2023. – V. 97. – 247 p. – P. 5–33. <https://novapublishers.com/shop/advances-in-environmental-research-volume-97/>.
2. Lavrova I.O., Demidov I.M., Cherkashina G.M., Lebedev V.V., Zabiya N.A. Comparative analysis of the impact of synthetic additives and phosphatide concentrate on the adhesive properties of road petroleum bitumen // *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii*. – 2023. – №1. – P. 18–25.
3. Cherkashina A., Lavrova I., Lebedev V. Development of a bitumen-polymer composition, resistant to atmospheric influences, based on petroleum bitumen and their properties study // *Materials Science Forum*. – 2021. – №1038. – P. 352–358.
4. Cherkashina A., Lavrova I., Lebedev V., Tykhomyrova T. Design and Research of Bituminous Compositions Modified by Rubber Brittle Waste // *Materials Science Forum*. – 2022. – №1066. – P. 183–188.
5. Abdullin A.I., Emelyanycheva E.A. A study of properties of road Petroleum bitumen modified with polymer additives // *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*. – 2018. – Vol. 53(3). – P. 422–429.

6. Al-Rabiah A.A., Abdelaziz O.Y., Montero E.M., Aazam M.S. Effect of styrenebutadienestyrene copolymer modification on properties of Saudi bitumen // *Pet. Sci. Technol.* – 2016. – Vol. 34. – P. 321–327.
7. Kumar Y., Singh S.K., Oberoi D., Kumar P., Mohanty P., Ravindranath S.S. Effect of molecular structure and concentration of styrene-butadiene polymer on upper service temperature rheological properties of modified binders // *Constr. Build. Mater.* – 2020. – Vol. 249. – P. 118790.
8. Xingyu Y., Huimin C., Houzhi W., Chenguang S., Jun Y. The feasibility of using epoxy asphalt to recycle a mixture containing 100% reclaimed asphalt pavement (RAP) // *Construction and Building Materials.* – 2022. – №319. – P. 126122.
9. Pyshyev S.V., Grytsenko Y.B., Nykulyshyn I.Y., Gnativ Z.Y. The production of indene-koumarone resins for modification of oil road-bitumen // *Journal of Coal Chemistry.* – 2014. – Vol. 5–6. – P. 41–48.
10. Pyshyev S., Grytsenko Y., Bilushchak H., Pyshyeva R., Danyliv N. Production of Indene-coumarone Resins as Bitumen Modifiers // *Petroleum and Coal.* – 2015. – Vol. 4. – P. 303–314.
11. Pyshyev S., Gunka V, Grytsenko Y, Bratychak M. Polymer modified bitumen: Review. *Chemistry and Chemical Technology* (2016)10 (4s):631–636.
12. Pyshyev S., Gunka V., Grytsenko Y., Shved M., Kochubei V. Oil and gas processing products to obtain polymers modified bitumen // *International Journal of Pavement Research and Technology.* – 2017. – Vol. 10 (4). – P. 289–296.

Bibliography (transliterated)

1. Lebedev V.V. The Rational Use of Lignite Resources. *Advances in Environmental Research: Scientific monograph / D. Miroshnichenko, S. Pyshyev, B. Korchak, M. Shved, K. Lebedeva, A. Cherkashina, D.Savchenko, N. Klochko, T. Tykhomyrova, L. Lysenko, J. Mc Donald, A.R.T. Joyette, D. M. de Souza Abessa, L. Alves Maranhão, L. Buruaem Moreira, R. F. Carelli Fontes, L. Gomes de Oliveira, M. Ueda de Carvalho, A. Julieta Ratzka, M. Palmolina, A. Sudomo, M. Mandira Budi Utomo, L. Augusta Geraldine Pieter, A. Wresta, A. A. Dwi Rahayu, M. Ihos, R. A Armstrong, E. G. Kolomytz, Y. J. Choi, K. Seo, K. S. Lee.* – New York, USA: “Nova Science Publishers”, 2023. – V. 97. – 247 p. – P. 5–33. <https://novapublishers.com/shop/advances-in-environmental-research-volume-97/>.
2. Lavrova I.O., Demidov I.M., Cherkashina G.M., Lebedev V.V., Zabiya N.A. Comparative analysis of the impact of synthetic additives and phosphatide concentrate on the adhesive properties of road petroleum bitumen // *Voprosy Khimii i Khimicheskoi Tekhnologii.* – 2023. – №1. – P. 18–25.
3. Cherkashina A., Lavrova I., Lebedev V. Development of a bitumen-polymer composition, resistant to atmospheric influences, based on petroleum bitumen and their properties study // *Materials Science Forum.* – 2021. – №1038. – P. 352–358.
4. Cherkashina A., Lavrova I., Lebedev V., Tykhomyrova T. Design and Research of Bituminous Compositions Modified by Rubber Brittle Waste // *Materials Science Forum.* – 2022. – №1066. – P. 183–188.
5. Abdullin A.I., Emelyanycheva E.A. A study of properties of road Petroleum bitumen modified with polymer additives // *Journal of Chemical Technology and Metallurgy.* – 2018. – Vol. 53(3). – P. 422–429.

6. Al-Rabiah A.A., Abdelaziz O.Y., Montero E.M., Aazam M.S. Effect of styrenebutadienestyrene copolymer modification on properties of Saudi bitumen // *Pet. Sci. Technol.* – 2016. – Vol. 34. – P. 321–327.

7. Kumar Y., Singh S.K., Oberoi D., Kumar P., Mohanty P., Ravindranath S.S. Effect of molecular structure and concentration of styrene-butadiene polymer on upper service temperature rheological properties of modified binders // *Constr. Build. Mater.* – 2020. – Vol. 249. – P. 118790.

8. Xingyu Y., Huimin C., Houzhi W., Chenguang S., Jun Y. The feasibility of using epoxy asphalt to recycle a mixture containing 100% reclaimed asphalt pavement (RAP) // *Construction and Building Materials.* – 2022. – №319. – P. 126122.

9. Pyshyev S.V., Gritsenko Y.B., Nykulyshyn I.Y., Gnativ Z.Y. The production of indene-koumarone resins for modification of oil road-bitumen // *Journal of Coal Chemistry.* – 2014. – Vol. 5–6. – P. 41–48.

10. Pyshyev S., Grytsenko Y., Bilushchak H., Pyshyeva R., Danyliv N. Production of Indene-coumarone Resins as Bitumen Modifiers // *Petroleum and Coal.* – 2015. – Vol. 4. – P. 303–314.

11. Pyshyev S., Gunka V, Grytsenko Y, Bratychak M. Polymer modified bitumen: Review. *Chemistry and Chemical Technology* (2016)10 (4s):631–636.

12. Pyshyev S., Gunka V., Grytsenko Y., Shved M., Kochubei V. Oil and gas processing products to obtain polymers modified bitumen // *International Journal of Pavement Research and Technology.* – 2017. – Vol. 10 (4). – P. 289–296.

УДК 678

Лебедєв В.В., Мірошніченко Д.В., Лаврова І.О., Черкашина Г.М.

ВИВЧЕННЯ НЕПАЛИВНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ПОХІДНИХ БУРОГО ВУГІЛЛЯ ДЛЯ МОДИФІКАЦІЇ БІТУМІВ

У статті показані дослідження з вивчення непаливного застосування похідних бурого вугілля для модифікації бітумів. В роботі використовували бітум нафтовий дорожній марки БНД 60/90 з температурою спалаху у відкритому тиглі 260 °С, температурою розм'якшення (за методом кільця і кулі) 48 °С, смолу після буровугільної термодеструкції та відходи гумової крихти та порошку. Виходячи з того, що найбільш актуальні технології непаливного використання бурого вугілля стосується напрямів, спрямованих на одержання воску, гуманних препаратів, адсорбентів, одержання цінних похідних у вигляді смол, ГР та ін., було проведено оцінка саме непаливного застосування похідних бурого вугілля для модифікації бітумів. Аналіз результатів експериментів показав, що досліджувані показники якості зразків композицій, до складу яких входять відходи гумового порошку мають підвищений комплекс, як термо-фізичних, так і фізико-механічних характеристик. Це пов'язано, очевидно, з тим, що в результаті термодеструкції гумового порошку процес набухання відбувається швидше, порівняно з гумовою крихтою розміром 2,5–4,5 мм. Однак процес деструкції та диспергування в обох випадках відбувається, природно, не повністю, а в обсязі набряклих гумових частинок знаходяться смоли та поліароматичні компоненти, що впливають на значення як термо-фізичних, так і фізико-механічних характеристик. Таким чином, встановлено, що оп-

тимальній склад для створення ефективних полімер-модифікованих бітумів з підвищеним комплексом термо-фізичних і фізико-механічних характеристик – 40 % мас гумового порошку та 5 % мас. смоли бурого вугілля після термодеструкції. Показано, що результати лабораторних досліджень довели перспективність використання смоли бурого вугілля після термодеструкції для модифікації дорожніх бітумів. Узагальнюючи дослідження напряму непаливного використання похідних бурого вугілля у вигляді рідких продуктів - гудронових смол бурого вугілля після термодеструкції для модифікації бітумних матеріалів варто відмітити помірність одержаних результатів в порівнянні з існуючими напрямками одержання полімер-модифікованих бітумів. Про модифікації бітумів первинними та вторинними полімерами вдається значно вище покращити їх адгезійні та експлуатаційні характеристик в порівнянні зі смолами бурого вугілля після термодеструкції. Застосування смол бурого вугілля після термодеструкції набагато менш ефективно з приводу покращення еластичності, термостійкості та зниження крихкості бітумних композицій в порівнянні з застосуванням термопластичних та термоеластомерних модифікаторів при одержанні полімер-модифікованих бітумів.

Ключові слова: бітуми, смола бурого вугілля, модифікація, властивості, адгезія, непаливне використання.

Лебедев В.В., Мирошніченко Д.В., Лаврова І.О., Черкашина А.Н.

ИЗУЧЕНИЕ НЕТОПЛИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРОИЗВОДНЫХ БУРОГО УГЛЯ ДЛЯ МОДИФИКАЦИИ БИТУМОВ

В статье показаны исследования по изучению нетопливного применения производных бурых углей для модификации битумов. В работе использовали битум нефтяной дорожной марки БНД 60/90 с температурой вспышки в открытом тигле 260 °С, температурой размягчения (по методу кольца и шара) 48 °С, смолу после буроугольной термодеструкции и отходы резиновой. и порошка. Исходя из того, что наиболее актуальные технологии нетопливного использования бурого угля касается направлений, направленных на получение воска, гуманных препаратов, адсорбентов, получение ценных производных в виде смол, ГР и др., была проведена оценка именно нетопливного применения производных бурых углей для модификации битумов. Анализ результатов экспериментов показал, что исследуемые показатели качества образцов композиций, в состав которых входят отходы резинового порошка имеют повышенный комплекс, как термофизических, так и физико-механических характеристик. Это связано, очевидно, с тем, что в результате термо-деструкции резинового порошка процесс набухания происходит быстрее, по сравнению с резиновой крошкой размером 2,5–4,5 мм. Однако процесс деструкции и диспергирования в обоих случаях происходит, естественно, не полностью, а в объеме отечных резиновых частиц находятся смолы и полиароматические компоненты, влияющие на значение как термофизических, так и физико-механических характеристик. Таким образом, установлено, что оптимальный состав для создания эффективных полимер-модифицированных битумов с повышенным комплексом термофизических и физико-механических характеристик – 40 % масс резинового порошка и 5 % масс. смолы бурых углей после термодеструкции. Показано, что результаты лабораторных исследований доказали перспективность использования смолы бурого угля после термодеструкции для модификации дорожных битумов. Обобщая исследования направления нетопливного использования производных бурых углей в виде жидких продуктов – гудроновых смол бурого угля после термодеструкции для модификации

битумных материалов следует отметить умеренность полученных результатов по сравнению с существующими направлениями получения полимер-модифицированных битумов. О модификации битумов первичными и вторичными полимерами удастся значительно выше улучшить их адгезии и эксплуатационные характеристики по сравнению со смолами бурого угля после термодеструкции. Применение смол бурого угля после термодеструкции гораздо менее эффективно по поводу улучшения эластичности, термостойкости и снижения хрупкости битумных композиций по сравнению с применением термопластичных и термоэластомерных модификаторов при получении полимер-модифицированных битумов.

Ключевые слова: битумы, смола бурых углей, модификация, свойства, адгезия, нетопливное использование.

Lebedev V.V., Miroshnichenko D.V., Lavrova I.O. Cherkashina A.N.

STUDY OF NON-FUEL APPLICATION OF BROWN COAL DERIVATIVES FOR BITUME MODIFICATION

The article shows research into the non-fuel use of brown coal derivatives for the modification of bitumen. The work used petroleum road grade bitumen BND 60/90 with a flash point in an open crucible of 260 °C, a softening temperature (using the ring and ball method) of 48 °C, resin after lignite thermal destruction and rubber waste. and powder. Based on the fact that the most relevant technologies for the non-fuel use of brown coal concern areas aimed at obtaining wax, humane preparations, adsorbents, obtaining valuable derivatives in the form of resins, GR, etc., an assessment was made of the non-fuel use of brown coal derivatives for modification bitumen. Analysis of the experimental results showed that the studied quality indicators of the composition samples, which include waste rubber powder, have an increased complex of both thermophysical and physical-mechanical characteristics. This is obviously due to the fact that, as a result of thermal destruction of rubber powder, the swelling process occurs faster compared to crumb rubber with a size of 2.5–4.5 mm. However, the process of destruction and dispersion in both cases does not occur completely, of course, and the volume of edematous rubber particles contains resins and polyaromatic components that affect the value of both thermophysical and physical-mechanical characteristics. Thus, it has been established that the optimal composition for creating effective polymer-modified bitumens with an increased complex of thermo-physical and physical-mechanical characteristics is 40 % by weight of rubber powder and 5 % by weight. brown coal resins after thermal destruction. It is shown that the results of laboratory studies have proven the prospects of using brown coal tar after thermal destruction for the modification of road bitumen. Summarizing research into the direction of non-fuel use of brown coal derivatives in the form of liquid products – tar resins of brown coal after thermal destruction for the modification of bitumen materials, it should be noted that the results obtained are moderate in comparison with existing directions for the production of polymer-modified bitumens. Modification of bitumen with primary and secondary polymers makes it possible to significantly improve their adhesion and performance characteristics compared to brown coal resins after thermal destruction. The use of brown coal resins after thermal destruction is much less effective in improving the elasticity, heat resistance and reducing the fragility of bitumen compositions compared to the use of thermoplastic and thermoelastomer modifiers in the production of polymer-modified bitumens.

Keywords: bitumen, brown coal tar, modification, properties, adhesion, non-fuel use.