

С. В. Бойченко, М. М. Братичак, А. О. Белятинський,  
О. Б. Гринишин, П. І. Топільницький,  
А. П. Пушак, С. В. Пиш'єв

# ВИСОКОЯКІСНІ БІТУМИ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА УКРАЇНСЬКИХ ДОРІГ

Монографія



# **ВИСОКОЯКІСНІ БІТУМИ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА УКРАЇНСЬКИХ ДОРІГ**

**Монографія**

**2016**

УДК 625.731.86 (02)

ББК НЗ7

В536

*Авторський (редакційний) колектив:*

С. В. Бойченко, М. М. Братичак, А. О. Белятинський,  
О. Б. Гринишин, П. І. Топільницький,  
А. П. Пушак, С. В. Пиш'єв

*Рецензенти:*

**ПЕРШАКОВ Валерій Миколайович** – професор кафедри реконструкції аеропортів та автошляхів Навчально-наукового інституту Аеропортів Національного авіаційного університету, доктор технічних наук, професор, академік Академії будівництва України, академік Інженерної Академії України.

**МАТЕЙЧИК Василь Петрович** – декан автомеханічного факультету Національного транспортного університету, доктор технічних наук, професор, академік Транспортної академії України.

**ЗАЙЧЕНКО Стефан Володимирович** – професор кафедри електромеханічного обладнання енергоємних виробництв Інституту енергозбереження та енергоменеджменту НТУУ «КПІ», доктор технічних наук.

*Затверджено науково-технічною радою*

*Науково-навчального інституту Екологічної безпеки*

*(протокол № 3 від 02.12.2015 року) та науково-технічною Радою хіммотологів*

*Українського науково-дослідного та навчального центру хіммотології та сертифікації паливно-мастильних матеріалів і технічних рідин Національного авіаційного університету (витяг з протоколу № 1 від 18.03.2016 року)*

**В536 Високоякісні бітуми для будівництва українських доріг: Монографія / С. В. Бойченко, М. М. Братичак, А. О. Белятинський, О. Б. Гринишин, П. І. Топільницький, А. П. Пушак, С. В. Пиш'єв / За загальною редакцією професора С. В. Бойченка. – К.: ТОВ "НВФ "Славутич-Дельфін", 2016. – 194 с.**

**ISBN 978-966-2071-34-4**

Містить загальну теоретичну інформацію про походження, класифікацію, склад і властивості бітумів. Підготовлена провідними науково-педагогічними колективами двох найбільших університетів – Національний університет «Львівська політехніка» та Національний авіаційний університет. Домінуючою частиною матеріалу монографії присвячено способам поліпшення експлуатаційних властивостей бітумів, зокрема, сучасним науково-прикладним доробкам українських вчених. Буде корисною для інженерно-технічних і наукових фахівців, які займаються технологією виробництва, транспортуванням, використанням і хіммотологією нафтових бітумів. Вона може бути використаною студентами й здобувачами наукових ступенів нафтогазового, транспортного та будівельного профілів, а також суміжних спеціальностей, компетентісні вимоги яких передбачають знання та уміння у сфері використання бітумів.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>5</b>
<b>ЧАСТИНА I. ЗАГАЛЬНІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ ПРО БІТУМИ ..</b>	<b>7</b>
<b>РОЗДІЛ 1. КЛАСИФІКАЦІЯ, СКЛАД І БУДОВА БІТУМІВ .....</b>	<b>7</b>
<b>РОЗДІЛ 2. ВЛАСТИВОСТІ БІТУМІВ .....</b>	<b>11</b>
2.1. Фізичні властивості .....	11
2.2. Фізико-хімічні властивості.....	13
2.3. Хімічні властивості.....	14
2.4. Фізико-механічні властивості.....	15
2.5. Властивості бітумів, отриманих різними способами .....	17
<b>РОЗДІЛ 3. СПОСОБИ ПОЛІПШЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ БІТУМІВ .....</b>	<b>18</b>
3.1. Підвищення якості бітумів удосконаленням технологій їх виробництва .....	18
3.2. Модифікації бітумів – як засіб підвищення їх експлуатаційних властивостей.....	19
3.3. Експлуатаційні властивості модифікованого бітуму .....	20
<b>РОЗДІЛ 4. ВИКОРИСТАННЯ БІТУМІВ .....</b>	<b>37</b>
<b>РОЗДІЛ 5. ПРОГНОЗУВАННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ БІТУМНИХ МАТЕРІАЛІВ.....</b>	<b>41</b>
<b>РОЗДІЛ 6. АСФАЛЬТОБЕТОНИ.....</b>	<b>52</b>
6.1. Структурно-механічні властивості асфальтобетону .....	55
6.2. Нормативні вимоги до асфальтобетону.....	59
<b>БІБЛІОГРАФІЯ.....</b>	<b>66</b>
<b>ЧАСТИНА II. СУЧАСНІ ДОСЛІДЖЕННЯ УКРАЇНСЬКИХ ВЧЕНИХ У СФЕРІ ОДЕРЖАННЯ ТА МОДИФІКУВАННЯ БІТУМІВ .....</b>	<b>68</b>
1. INNOSPEC ЯК ОДНА З ПРОВІДНИХ СВІТОВИХ ОРГАНІЗАЦІЙ, ЩО СПЕЦІАЛІЗУЄТЬСЯ НА ВИРОБНИЦТВІ ПАЛИВ, ОКТАНОПІДВИЩУЮЧИХ ПРИСАДОК, А ТАКОЖ ПРОДУКТІВ НАФТОПЕРЕРОБКИ (автор – Uwe Plattes, Innospec Limited, Germany) .....	68
2. ОДЕРЖАННЯ БІТУМІВ З КОХАНІВСЬКОЇ ТА ОРХОВИЦЬКОЇ НАФТ (автори – А. П. Пушак, С. В. Бойченко, О. Б. Гриншин, П. І. Топільницький, В. В. Романчук, М. І.) .....	70
3. ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ БІТУМІВ І НОРМАТИВНІ ВИМОГИ ДО НИХ ЗА СФЕРАМИ ЗАСТОСУВАННЯ (автори – А. П. Пушак, С. В. Бойченко, П. І. Топільницький, С. С. Шамкіна, В. В. Романчук, М. І. Приварська) .....	81

4. ВИКОРИСТАННЯ ФЕНОЛ-ФОРМАЛЬДЕГІДНИХ ОЛІГОМЕРІВ ДЛЯ СТВОРЕННЯ БІТУМ-ПОЛІМЕРНИХ СУМІШЕЙ (автори – <i>О. В. Шицак, Г. М. Зубик, М. М. Братичак, Я. В. Туряб</i> ).....	101
5. ФУНКЦІЙНИЙ КАРБОКСИЛВМІСНИЙ ОЛІГОМЕР ЯК ДОДАТОК ДО НАФТОВИХ БІТУМІВ (автори – <i>Б. Б. Башта, О. Т. Астахова, М. М. Братичак</i> ) .....	108
6. СУЧАСНІ СПОСОБИ ПОКРАЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОРОЖНІХ БІТУМІВ (автори – <i>К. В. Краюшкіна, А. В. Белятинський, І. О. Шкільнюк</i> ) .....	120
7. СУЧАСНИЙ МОДИФІКАТОР ДЛЯ ДОРОЖНІХ БІТУМІВ VISCOBIT (автор – <i>Uwe Schnabel</i> ) .....	129
8. ГІДРОКСИЛВМІСНІ ОЛІГОМЕРИ ЯК МОДИФІКАТОРИ НАФТОВИХ БІТУМІВ (автори – <i>О. П. Івашків, Й. Гапонюк, М. М. Братичак, Т. Г. Зробок</i> ).....	131
9. ВИКОРИСТАННЯ ПОЛІМЕРІВ І ОЛІГОМЕРІВ ДЛЯ МОДИФІКУВАННЯ НАФТОВИХ БІТУМІВ (автор – <i>О. Б. Гринишин</i> ) ....	138
10. ВИКОРИСТАННЯ ГУМИ І КАУЧУКІВ ДЛЯ МОДИФІКУВАННЯ БІТУМІВ (автори – <i>А. О. Назурський, О. Б. Гринишин, Ю. Я. Хлібишин</i> ) .....	149
11. ЗАСТОСУВАННЯ ЕФЕКТИВНОГО ВІТЧИЗНЯНОГО МОДИФІКАТОРА НАФТОВИХ БІТУМІВ (автори – <i>С. В. Пиш'єв, Ю. Б. Гриценко</i> ) .....	159
12. СТАН СУЧАСНОГО ВИРОБНИЦТВА БІТУМІВ В УКРАЇНІ (автори – <i>В. Курліщук, Б. Максимович</i> ) .....	166
13. БІТУМНІ ЕМУЛЬСІЇ НА ОСНОВІ ОКИСНЕНИХ ТА МОДИФІКОВАНИХ ДОРОЖНІХ БІТУМІВ (автори – <i>С. В. Пиш'єв, П. І. Топільницький, Ю. Б. Гриценко, В. В. Романчук</i> ) .....	169
14. БІТУМНІ КОМПОЗИТИ В УМОВАХ БІОЛОГІЧНО АГРЕСИВНИХ СЕРЕДОВИЩ (автори – <i>І. О. Шкільнюк, С. В. Бойченко</i> )..	178

## ВСТУП

Бітум – найдавніший будівельний та оздоблювальний матеріал. Це вуглеводнева суміш, до складу якої входять азотисті, кисневі, сірчисті й металовміщуючі компоненти.

Історія бітуму бере свій початок ще з давніх-давен. Він використовувався за багато тисяч років до н.е. Ассірійці й вавілоняни ще в 3000 році до н.е. вживали його як ефективний цементуючий і водоізолюючий засіб.

Провідною галуззю застосування бітумів є будівництво та ремонт доріг, житлових будинків, промислових підприємств і аеродромів.

Сучасні темпи і величезні проблеми стану доріг і дорожнього будівництва в нашій країні вимагають виробництва таких будівельних матеріалів, що відповідали б вимогам сучасних міжнародних стандартів, забезпечуючи надійність і довговічність.

Природні бітуми – це корисні копалини органічного походження з первинною вуглеводневою основою, що залягають в надрах Землі в твердому, в'язкому, в'язко-пластичному стані. Природні бітуми утворюються після окиснення, полімеризації нафти, такий бітум можна зустріти на природних нафтових родовищах. Гірські пористі породи, просочені бітумом – це асфальтові породи. Нафтові бітуми виникають після переробки нафтової сировини. Залежно від використання виробничих технологій нафтові бітуми діляться на залишкові (виготовляються з гудрону за допомогою глибокого відбору ефірних масел), окиснені (виготовляються під час окиснення гудрону за допомогою спеціальної промислової установки), крекінгові (походять після переробки залишків під час крекінгу нафти).

З огляду на унікальні властивості бітумів (наприклад, еластичність, водостійкість, електроізоляція, стійкість до хімічних впливів і інші) щодо практичного застосування прийнято усі бітуми систематизувати на 3 види: дорожні, будівельні та покрівельні.

Для раціонального застосування цього цінного матеріалу необхідні знання фізико-хімічних і експлуатаційних властивостей, хімотологічні аспекти застосування й забезпечення надійності.

В Україні до цих пір не було спеціалізованої вітчизняної літератури по бітумам. Ця робота є «піонерською» в цій галузі і як перший крок у вирішенні цієї проблеми вирішує це завдання. Підготовлена провідними науково-педагогічними колективами двох найбільших університетів – Національний університет «Львівська політехніка» та Національний авіаційний університет. Монографія написана в рамках підготовки першого Міжнародного науково-практичного форуму – Міжнародної науково-практичної конференції «Високоякісні бітуми для будівництва українських доріг», що організована та проводиться за ініціативою INNOSPEC LTD (Німеччина) за підтримки Львівської державної обласної адміністрації.

Автори систематизовано підготували теоретичний та практичний матеріал, що відображає фундаментальні знання про бітуми, порівняння складу та властивостей, репрезентовані напрями поліпшення експлуатаційних властивостей бітумів.

Монографія буде корисною для інженерно-технічних і наукових фахівців, які займаються технологією виробництва, транспортуванням, використанням і хімотологією нафтових бітумів. Вона може бути використаною студентами й здобувачами наукових ступенів нафтогазового, транспортного та будівельного профілей, а також суміжних спеціальностей, компетентісні вимоги яких передбачають знання та уміння у сфері використання бітумів.

Вступ та частина I підготовлена професором Бойченком С. В. та Топільницьким П. І., частина II, розділ 1, 2 – спільно Топільницьким П. І. і Пушаком А. П., розділи 3, 4, 6 – професором Братичаком М. М., розділ 5 – професором Белятинським А. О., розділ 7, 8 – професором Гринишиним О. Б., розділ 9, 11 – професором Пиш'євим С. В.

Монографія підготовлена за загальною редакцією професора С. В. Бойченка.

де  $K(\xi)\sqrt{D/n \times k_1}$  – ефективна константа проникнення агресивного середовища.

Знаючи координату  $a$ , можливо оцінити втрати матеріалом хімічних зв'язків, а відповідно його стійкість в біологічно активному середовищі ( $Cm^6$ ) із застосуванням виразу:

$$Cm^6 = 1 - \frac{n_t}{n_0} \quad (5)$$

де  $n_t = K_B C_{II}^0 \int_0^a S_a d\alpha$  – кількість розірваних зв'язків в будь-який момент часу;  $n_0 = C_{II}^0 V_0$  – початкова кількість зв'язків;  $C_{II}^0$  – концентрація зв'язків в матеріалі, здатних до розриву;  $a$  – координата фронту проникнення агресивного середовища;  $S_a$  – площа поверхні зіткнення матеріалу з біологічно активним середовищем у залежності від глибини його проникнення;  $V_0$  – об'єм відформованого матеріалу;  $K_B$  – коефіцієнт, що враховує вплив на стійкість матеріалу нерозірваних і новостворених зв'язків. Отже для виробів і конструкцій з конкретними формами і розмірами, що піддаються мікробіологічній деструкції можна визначити найбільш небезпечні перетини і розрахувати із застосуванням виразу (4) показники біостійкості в будь-які моменти часу

Вид мінеральних наповнювачів і заповнювачів не впливає на біостійкість бітумних композитів. Підвищенню мікробіологічної стійкості сприяють біоцидні добавки, що додають до кладу в'язучого на стадії виготовлення матеріалу (наприклад, СДЛП, Телаз, Амдор-9, Тіурам). Розроблено склад бітумних композитів з використанням смоли СДЛП, оптимальний вміст якої складає 10–15% від маси бітуму.

### Бібліографія

1. Бітуми нафтові дорожні в'язкі. Технічні умови: ДСТУ 4044-2001. – К.: Держстандарт України, 2001. – 15 с.



2. Котлярский, Э. В. Долговечность дорожных асфальтобетонных покрытий и факторы, способствующие разрушению структуры асфальтобетона в процессе эксплуатации [Текст] / Э. В. Котлярский, О.А. Воейко. – М.: Техполиграфцентр, 2007. – 136 с.

3. Дослідження корозійної активності авіаційного палива з мікробіологічним забрудненням / Шкільнюк Ірина, Бойченко Сергій, Терещенко Володимир // Transport 2015. Systems and means of motor transport. Monografia № 6. – Rzeszow (Poland), 2015. – P. 269.

4. Ерофеев В. Т. Богатов А. Д. Федорцов А. П. Пронькин С. П. Исследования механизмов повреждения битумных композитов в условиях влияния биологически агрессивных сред // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–13. – С. 2787–2800;

5. Ait-Langomazino N., R. Sellier, G. Jouquet and M. Trescinski Microbial degradation of bitumen // Experientia 47, Birkhäuser Verlag, CH-4010 Basel/Switzerland. – 1991. – P. 533–539.

6. Тимергазина И. Ф., Переходова Л. С. К проблеме биологического окисления нефти и нефтепродуктов углеводородоокисляющими микроорганизмами // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2012. – Т. 7. – № 1. – 1–28 с.

7. Хотимский, Б.Г. Преобразование нефти микроорганизмами / Б.Г. Хотимский, А.И. Акопиан // Труды ВНИГРИ. – 1970. – 281 с.

8. Evans W.C. Oxidative metabolism of phenanthrene and anthracene by soil Pseudomonads / W.C. Evans, H.N Fernley, E. Griffiths // Biochemical Journal. – 1965. – Vol. 98. – P. 819–831.

9. Пунтус, И.Ф. Деградация фенантрена бактериями родов *Pseudomonas* и *Burkholderia* в модельных почвенных системах / И.Ф Пунтус, А.Е. Филонов, Л.И. Ахметов [и др.] // Микробиология. – 2008. – № 1. – С. 11–20.

10. Ленёва, Н.А. Деградация фенантрена и антрацена бактериями рода *Rhodococcus* // Н.А. Ленёва, М.П. Коломыцева, Б.П. Баскунов, Л.А Головлёва // Прикладная биохимия и микробиология. – 2009. – № 2. – С. 188–194.

11. Кошелева, И.А. Деградация фенантрена мутантными штаммами – деструкторами нафталина / И.А. Кошелева, Н.В. Балашова, Т.Ю. Измалкова [и др.] // Микробиология. – 2000. – № 6. – С. 783–789.

12. Восстановление нефтезагрязнённых почвенных экосистем / под ред. М.А. Глазовской. – М.: Наука, 1988. – 253 с.

13. Коронелли, Т.В. Принципы и методы интенсификации биологического разрушения углеводов в окружающей среде / Т. В. Коронелли // Прикладная биохимия и микробиология. – 1996. – Т. 32. №6. – С. 579–585.

14. Безпальчук О.В., Бойченко С.В., Шкільнюк І.О. Дослідження механізму біодеструкції авіаційних палив. // Наукоємні технології. – 2013. – №1(17). – С. 44–49.

15. Систематизація видового складу мікробіологічної фази у складі авіаційних палив / С.В. Бойченко, І. О. Шкільнюк, А. О. Новак // Наукоємні технології. – 2014. – Т. 21 №1(2014). – С. 5 – 9.

16. Бойченко С. В., Шкільнюк І. О., Новак А. О. Методика визначення мікробіологічного забруднення авіаційних палив. Патент України UA № 94192. Заявл. 16.10.2013; Опубл. 10.11.2014 р. Бюл. № 21. – 2 С.

*Наукове видання*

**БОЙЧЕНКО Сергій Валерійович**  
**БРАТИЧАК Михайло Миколайович**  
**БЄЛЯТИНСЬКИЙ Андрій Олександрович**  
**ГРИНИШИН Олег Богданович**  
**ТОПІЛЬНИЦЬКИЙ Петро Іванович**  
**ПУШАК Андрій Пилипович**  
**ПИШ'ЄВ Сергій Вікторович**

**ВИСОКОЯКІСНІ БІТУМИ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА  
УКРАЇНСЬКИХ ДОРІГ**

**Монографія**

За загальною редакцією професора С.В. Бойченка

*Автори (співавтори) несуть безпосередню  
відповідальність за якість наданих матеріалів.  
Авторський (редакційний) колектив залишає за собою  
право скорочувати та редагувати подані матеріали.*

УДК 625.731.86 (02)  
ББК Н37  
В536

ISBN 978-966-2071-34-4

Підп. до друку 11.04.16. Формат 60×84/16. Папір офсет. № 1.  
Гарнітура Тип Таймс. Друк офсет. Ум. друк. арк. 9,3.  
Обл.-вид. арк. 10,88. Наклад 300 прим. Зам. № 11-4/16.

