

# Новий метод відображення властивостей нафтових бітумів залежно від їх групового складу

© Ю.Я. Хлібишин

канд. техн. наук

І.В. Фридер

канд. техн. наук

О.Б. Гринишин

д-р техн. наук

І.Я. Почапська

канд. техн. наук

Національний

університет

«Львівська політехніка»

УДК 665.637.8

*Розроблено новий вид трикутних діаграм залежності властивостей нафтових бітумів від їх групового складу. Запропоновано використовувати ці трикутні діаграми для оптимізації процесів бітумного виробництва з метою моделювання групового складу бітумів, а також їх одержання з наперед заданими властивостями.*

**Ключові слова:** бітум, груповий склад, асфальтени, смоли, оливи, трикутна діаграма.

*Разработан новый вид треугольных диаграмм зависимости свойств нефтяных битумов от их группового состава. Предложено разработанные треугольные диаграммы использовать для оптимизации процессов битумного производства с целью моделирования группового состава битумов, а также их получения с заранее заданными свойствами.*

**Ключевые слова:** битум, групповой состав, асфальтены, смолы, масла, треугольная диаграмма.

*New type of triangular diagrams of dependence of oil bitumen properties on their group composition was developed. It was suggested to use these triangular diagrams to optimize the process of production of bitumen with the purpose of modelling group composition of bitumen. Also, it was suggested to use these diagrams in order to produce bitumen with pre-set properties.*

**Key words:** bitumen, group composition, asphaltenes, resins, oils, triangular diagram.

**Е**лементний склад бітуму практично не дає уявлення про можливі хімічні сполуки, що входять до його складу. Тому прийнято визначати груповий хімічний склад бітуму. Розділення бітуму на окремі групи сполук проводять залежно від їх розчинної здатності у різних розчинниках або різної здатності сорбуватися на адсорбентах. За методом Маркуссона бітуми поділяють на оливи, смоли та асфальтени, а іноді виокремлюють і асфальтогенові кислоти, карбени та карбоїди [1].

Оливи, що складаються із суміші парафінових, нафтонових, моно-, бі- і поліциклічних ароматичних вуглеводнів, характеризують дисперсне середовище бітуму. Оливи надають бітуму рухливості, текучості, знижують температуру розм'якшення і температуру крихкості [1]. Смоли – це конденсовані циклічні системи, до складу яких входять ароматичні, циклопарафінові і гетероциклічні сполуки. Смоли є розчинниками (пластифікаторами) і стабілізаторами асфальтенів, а також основною сировиною для їх утворення під час окиснення гудрону. Вони є носіями пластичності та розтяжності бітумів [2, 3]. Асфальтени розглядають як продукт ущільнення смол. Вони є твердими, неплавкими, крихкими речовинами чорного або бурого кольору, а їх вміст визначає температурну стійкість, в'язкість і твердість (крихкість) бітумів. Асфальтени і смоли є основними структуроутворюючими компонентами бітумів [1–3].

Бітуми є складною колоїдною системою. Це колоїдний розчин асфальтенів і асоційованих із ними високомолекулярних смол у середовищі олив і низькомолекулярних смол. Асфальтени залежно від кількісного

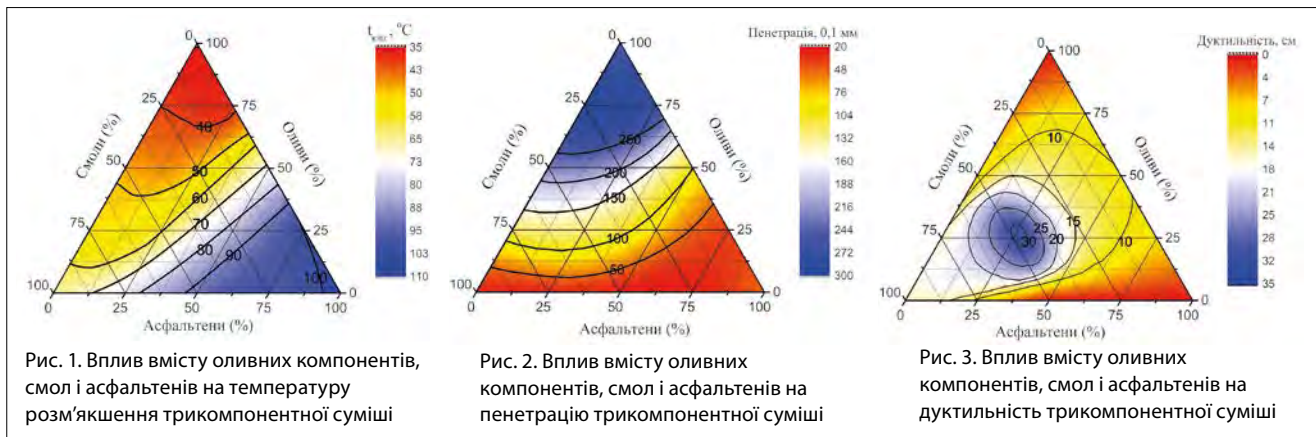
відношення зі смолами та оливами можуть утворювати або жорсткий каркас, або окремі міцели, що адсорбують і утримують смоли. Смоли надають бітуму цементувальні, зв'язувальні властивості й еластичність. Оливи можна розглядати як розбавлювач, у якому розчиняються смоли і набухають асфальтени [4].

Властивості бітумів залежать від їх групового складу. Змінюючи співвідношення груп компонентів у бітумі, можна впливати на його властивості. Тому для одержання товарних бітумів має бути досягнуто оптимальне співвідношення асфальтенів, смол та олив в суміші [5]. Не дивлячись на те, що питання впливу групового складу бітумів на їх експлуатаційні властивості вивчене достатньо глибоко [6–7], сьогодні не існує загальноприйнятої зручної форми представлення результатів таких досліджень. Тому метою роботи було саме створення зручної графічної форми залежності властивостей бітумів від їх групового складу.

З точки зору групового складу бітум відрізняється від вихідної сировини (гудрону) співвідношенням вмісту асфальтетів, смол та олив. Саме тому як вихідну сировину для вивчення впливу групового складу бітуму на його експлуатаційні властивості використовували не товарний бітум, а гудрон суміші західноукраїнських парафінистих нафт із такими показниками:

- температура розм'якшення за «кільцем та кулею» – 42 °С;
- дуктильність при 25 °С – 13 см;
- penetрація при 25 °С – 245×0,1 мм.

Методом екстракції з цього гудрону було виділено



окремі групи компонентів: оливи, смоли та асфальтени [8]. Характеристику груп компонентів, виділених із досліджуваного гудрону, наведено в табл.

Таблиця

**Характеристика груп компонентів, виділених із гудрону суміші західноукраїнських парафінистих нафт**

Показник	Оливні компоненти	Смоли	Асфальтени
Температура розм'якшення за «кільцем та кулею», °С	33	62	122
Дуктильність при 25 °С, см	–	18	0
Пенетрація при 25 °С, 0,1 мм	>300	25	3

Для встановлення взаємного впливу груп компонентів, що входять до складу гудрону, на властивості суміші вивчали характеристики трикомпонентних сумішей, утворених змішуванням олив, смол і асфальтенів у різних співвідношеннях. Для одержаних сумішей визначали температуру розм'якшення, пенетрацію і дуктильність, використовуючи стандартні методики.

Вивчення залежності температури розм'якшення трикомпонентної суміші від її складу (рис. 1) продемонструвало взаємний вплив компонентів. Показано, що зі збільшенням вмісту смол і асфальтенів у суміші температура розм'якшення підвищується. При цьому простежується чітка залежність між температурами розм'якшення окремих компонентів (табл.) та суміші залежно від її складу.

Вплив складу трикомпонентної суміші на її пенетрацію зображено на рис. 2. Установлено, що збільшення вмісту асфальтенів та смол у суміші спричиняє пониження її пенетрації. Причому, на відміну від попереднього випадку (див. рис. 1), коли вплив асфальтенів на температуру розм'якшення був набагато більшим, ніж смол, вплив смол і асфальтенів на пенетрацію співрозмірний. Як і в попередньому випадку, спостерігається кореляція між пенетрацією окремих компонентів і пенетрацією суміші. Тобто і температура розм'якшення, і пенетрація є показниками адитивними або наближеними до адитивних. Вивчаючи діаграми (рис. 1 та 2), бачимо, що одержання суміші з певними властивостями можна забезпечити, створюючи трикомпонентні суміші різного складу. Тобто не існує єдиного оптимального складу суміші, а вміст компонентів може змінюватися у певних межах.

Вплив складу трикомпонентної суміші на її дуктильність (рис. 3) різко відрізняється від двох попередніх випадків. Установлено, що дуктильність суміші не підпадає під правило адитивності, тобто з трьох компонентів (оливи, смоли і асфальтени) можна створити суміш, дуктильність якої є значно більшою, ніж дуктильність кожного з компонентів. Очевидно, це пов'язано з взаємним впливом компонентів на когезійні властивості суміші. У всякому разі можна стверджувати, що з точки зору дуктильності існує строго обмежена область оптимального складу суміші, яка в свою чергу залежить від властивостей окремих компонентів і є індивідуальною для різних типів сировини.

Розроблені діаграми властивостей трикомпонентних сумішей справедливі лише для гудрону, одержаного із суміші західноукраїнських парафінистих нафт. Із їх допомогою можна простежити, як саме потрібно змінювати склад суміші для одержання бітуму з певними властивостями. Для інших типів сировини діаграми будуть відрізнятися. Для їх побудови потрібно досліджуваний гудрон розділити на групи компонентів та провести дослідження залежності властивостей трикомпонентних сумішей від їх складу.

Для математичного опису отриманих залежностей було використано кореляційно-регресійний аналіз [9]. Рівняння регресії залежності температури розм'якшення, пенетрації та дуктильності від складу суміші (асфальтенів, олив та смол) мають вигляд:

• для температури розм'якшення:

$$y_1 = 0,957x_1 + 0,422x_2 + 0,646x_3 + 5,14 \times 10^{-4}x_1x_2 + 5,43 \times 10^{-3}x_1x_3 - 2,06 \times 10^{-3}x_2x_3 + 1,90 \times 10^{-4}x_1x_2(x_1 - x_2) + 7,91 \times 10^{-5}x_1x_3(x_1 - x_3) + 2,49 \times 10^{-6}x_2x_3(x_2 - x_3) - 2,59 \times 10^{-4}x_1x_2x_3;$$

• для пенетрації:

$$y_2 = 0,334x_1 + 7,148x_2 - 0,061x_3 - 0,110x_1x_2 - 5,32 \times 10^{-3}x_1x_3 - 5,20 \times 10^{-2}x_2x_3 + 2,97 \times 10^{-4}x_1x_2(x_1 - x_2) - 2,34 \times 10^{-4}x_1x_3(x_1 - x_3) - 4,15 \times 10^{-4}x_2x_3(x_2 - x_3) + 1,94 \times 10^{-3}x_1x_2x_3;$$

• для дуктильності:

$$y_3 = -0,109x_1 + 0,412x_2 - 0,112x_3 - 2,85 \times 10^{-3}x_1x_2 + 4,32 \times 10^{-3}x_1x_3 - 2,81 \times 10^{-4}x_2x_3 + 1,29 \times 10^{-4}x_1x_2(x_1 - x_2) - 1,43 \times 10^{-4}x_1x_3(x_1 - x_3) - 1,76 \times 10^{-4}x_2x_3(x_2 - x_3) + 4,73 \times 10^{-4}x_1x_2x_3,$$

де  $x_1$  – вміст у бітумі асфальтенів, % мас.,  $x_2$  – вміст у бітумі олив, % мас.,  $x_3$  – вміст у бітумі смол, % мас.

Отримані рівняння регресії дають можливість розрахувати температуру розм'якшення, пенетрацію та дуктильності бітуму, одержаного з залишку переробки західноукраїнських нафт, виходячи з вмісту в ньому асфальтенів, олив та смол.

## Висновки

Розроблено новий метод графічного відображення експлуатаційних властивостей бітумів від їх групового складу. Встановлено, що дуктильність трикомпонентної модельної суміші оливи–смоли–асфальтени, на відміну від пенетрації і температури розм'якшення, не підпадає під правило адитивності.

Розроблені трикутні діаграми є індивідуальними для кожного типу сировини і можуть у подальшому використовуватися для моделювання процесів промислового одержання бітумів методом підбору їх оптимального групового складу.

## Список використаних джерел

1. **Гун Р.Б.** Нефтяные битумы / Р.Б. Гун. – М.: Химия, 1973. – 432 с.
2. **Сергиенко С.Р.** Высокомолекулярные неуглеводородные соединения нефти / С.Р. Сергиенко, Б.А. Таимова, Е.И. Талалаев. – М.: Наука, 1979. – 269 с.
3. **Галдина В.Д.** Модифицированные битумы: учебное пособие / В.Д. Галдина. – Омск, 2009. – 228 с.
4. **Рябов В.Д.** Химия нефти и газа / В.Д. Рябов. – М.: ИД «Форум», 2009. – 336 с.
5. **Грудников И.Б.** Производство нефтяных битумов / И.Б. Грудников. – М.: Химия, 1983. – 192 с.
6. **Вайнбендер В.Р.** Требования к гудронам для производства дорожных битумов / В.Р. Вайнбендер, В.Т. Ливенцев // Химия и технология топлив масел. – 2003. – № 4. – С. 45–47.
7. **Белоконь Н.Ю.** Исследование влияния группового состава гудронов на качество промышленных окисленных битумов / Н.Ю. Белоконь, В.Г. Компанеев, И.В. Колпаков // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2001. – № 1. – С. 19–23.
8. **Исагулянц В.И.** Химия нефти / В.И. Исагулянц, Г.М. Егорова. – М.: Химия, 1965. – 517 с.
9. **Пінчук С.Й.** Організація експерименту при моделюванні та оптимізації технічних систем: навчальний посібник / С.Й. Пінчук. – Дніпропетровськ : Дніпро-VAL, 2009. – 289 с.

## П'ять країн, які довели: світ не потребує нафти, газу та вугілля

### Коста-Ріка

З початку 2015 року ця країна на 100 % використовує тільки «зелену» енергію. Щоб відмовитися від видобувних видів палива, в країні збудовано гідроелектростанції, вітряки та установки для використання сонячної енергії. До альтернативних джерел енергії відносять також геотермальні джерела, а для виробництва автомобільного палива використовують біомасу.

### Данія

Данія є лідером за часткою використання в паливному балансі вітрової енергії. 40 % від усієї спожитої населенням Данії енергії – енергія, генерована вітряками. У перспективі до 2020 року планується довести цей показник до 50, а до 2050 року – до 100 %.

### Шотландія

У 2014 році в Шотландії з поновлюваних джерел енергії було вироблено 1300 МВт\*год електричної енергії. Улітку такі міста, як Абердин, Единбург, Глазго та Інвернес, на 100 % забезпечують себе за рахунок сонячної та вітрової енергії.

### Швеція

У Швеції народилися і продовжують розвиватися технології використання біомаси як альтернативи видобувному паливу.

### Фінляндія

Вітрова енергія популярна і в цій північній країні. У 2012 році Фінляндія виробила із поновлюваних джерел 34,3 % усієї спожитої енергії. До 2020 року очікується зростання цього показника до 40 %.

За матеріалами <http://ridna.ua>

**К**абінет Міністрів України постановою від 5 грудня 2015 р. № 1002 «Деякі питання вдосконалення корпоративного управління публічного акціонерного товариства «Національна акціонерна компанія «Нафтогаз України» передав управління 100 % акцій Національної акціонерної «Нафтогаз України», що належать державі, від Міністерства енергетики та вугільної промисловості до Міністерства економічного розвитку та торгівлі. Цю постанову оприлюднено в газеті «Урядовий кур'єр».

Постановою затверджено статут Нафтогазу, положення про наглядову раду компанії, положення

про правління. Ці ж документи затверджено також у редакції, що діятиме з 1 квітня 2017 року.

Урядова постанова забороняє втручання та перешкоджання господарській діяльності компанії з боку органів державної влади, політичних партій та громадських організацій, їх посадових та службових осіб.

Склад наглядової ради компанії визначено у кількості п'яти осіб, три з яких мають відповідати критеріям незалежності, визначеним законодавством.

Газета «Урядовий кур'єр»  
від 8 грудня 2015 року, № 229