

## ВЛАСТИВОСТІ БЕНЗИНІВ РЕФОРМУЛЬОВАНИХ ВТОРБУТАНОЛОМ

*Ігор Данчук, Олена Шевченко*

*ДВНЗ "Український державний хіміко-технологічний університет"*

*пр. Гагаріна, 8, м. Дніпро, 49005*

*[e\\_shevchenko@ua.fm](mailto:e_shevchenko@ua.fm)*

Застосування оксигенатів у виробництві високооктанових бензинів як альтернативних видів моторного палива дозволяє:

- знизити токсичність вихлопних газів ;
- розширити ресурси моторних палив за рахунок ненафтової сировини;
- підвищити паливну економічність роботи двигуна і поліпшити експлуатаційні властивості бензинів.

Особливе місце серед оксигенатів займають спирти. Враховуючи, що запаси нафти на планеті обмежені, а джерелом отримання спиртів може бути відновлювальна рослинна сировина та відходи виробництва, спостерігається тенденція переходу на паливо, що вміщують оксигенати. Використання оксигенатів в багатьох країнах дозволяє вирішувати проблему виробництва високооктанових бензинів, що відповідають високим екологічним стандартам, що доводить актуальність і перспективність обраного напрямку

Незважаючи на існуючі екологічно чисті і порівняно недорогі процеси одержання спиртів, їх застосування все ж ускладнює виробництва спиртовмісних палив.

Перспективною групою оксигенатів є нижчі спирти. Спирти C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub> мають високий (порівняння з ефірами) вміст кисню в молекулі, що робить їх ефективними стимуляторами горіння.

Завдяки високим октановим числам спирти C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub> при повній відсутності домішок сірки і ароматики є досить ефективними компонентами при компаундуванні сучасних бензинів.

Застосування спиртів C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> в якості компонентів бензину має суттєві недоліки:

- низький енерговміст (теплотворна здатність спиртів майже вдвічі нижча, ніж у автобензину, що спричиняє втрату потужності двигуна і зниження пробігу автомобіля від заправки до заправки);
- нестабільність сумішей з бензином у присутності води, що призводить до розшарування;
- утворення азеотропних сумішей з легкими компонентами палива, значно збільшують тиск насиченої пари;
- корозійна агресивність, що вимагає застосування спеціальних конструкційних матеріалів.

Крім того, метанол - високотоксична речовина і його широке застосування створює загрозу для здоров'я.

Властивості вторбутанолу (змішування з бензином, зберігання і відпуск, споживання існуючими транспортними засобами) роблять його набагато більш привабливим паливом, ніж етанол і метанол. На основі відмінностей між цими паливами можна виділити основні переваги вторбутанолу:

- сумісність з діючими інфраструктурами, у тому числі можливість транспортування по трубопроводах;

- здатність змішуватися з бензинами в будь-яких співвідношеннях;
- практично не змішується з водою, відсутність утворення осаду, нерозчинність вторбутанолом іржі і матеріалів ущільнень в трубопроводах, резервуарах;
- максимальна близькість октанових чисел і енергоємності вторбутанолу до характеристик бензину;
- нижче значення тиску насиченої пари вторбутанолу, ніж метанолу або етанолу;
- низька розчинність вторбутанолу у воді і води в вторбутанолі, що обмежує поширення його протікання в ґрунтові води;
- розкладання мікроорганізмами
- вторбутанол може замінювати бензин в якості палива більшою мірою, ніж етанол. Завдяки своїм фізичним властивостям, економічності, безпеки, його використання не вимагає переробок двигуна автомобіля.
- у порівнянні з етанолом, вторбутанол може бути змішаний в більш високих пропорціях з бензином і використовуватися в існуючих автомобілях без модифікації системи формування повітряно-паливної суміші.

Вторбутанол має безліч переваг порівняно з іншими оксигенатами – компонентами палива:

- через низький тиск пари (9,7 кПа порівняно з 17 кПа етанолу) та температуру спалаху (35°C у порівнянні з 12°C для етанолу) – може легко змішуватися із звичайним паливом;
- виявляє незначні гігроскопічні властивості;
- енергетична цінність близька до звичайного палива.

Незважаючи на всі особливості та переваги, спирти відрізняються від бензину детонаційною стійкістю, теплотою випаровування, теплотою згорання.

Завдяки тому, що спирто-бензинові суміші володіють меншим порогом детонації, вони можуть піддаватися більш сильному стисненню. Також варто відзначити нижчу теплоту згорання спирту. Теплота ж випаровування має високі показники, що покращує наповнення циліндрів мотора і забезпечує ефективне згорання сумішей.

Основною метою роботи є вивчення вторбутанолу як компонента автомобільного бензину. Тому, з огляду на досвід використання оксигенатів: перш за все етанолу і МТБЕ в складі автомобільних бензинів. Етанол і МТБЕ обрані в якості об'єктів порівняння, оскільки саме ці оксигенати набули найбільшого поширення. Порівняльна оцінка втор-бутанолу дозволить визначити його ефективність в якості високооктанового компонента автомобільного бензину.

В першу чергу необхідно відзначити, що теплота згорання втор-бутанолу становить 35,5 МДж / кг. Це перевершує аналогічний показник етанолу (26,9 МДж / кг). Крім того, ізомери бутанола мають нижчі значення теплоти випаровування (578,4 і 591,2 кДж / кг) в порівнянні з етанолом (839,3 кДж / кг). Втор-бутанол має вищу густину в порівнянні з етанолом і бензином, тому його об'ємна тепломісткість буде вище ніж у етанолу. Теплоти згорання і випаровування - це характеристики, безпосередньо пов'язані з питомою витратою палива - важливим експлуатаційним показником. Тому вторбутанол в меншій мірі підвищуватиме витрати палива в порівнянні з етанолом. Крім витрати палива додавання спиртів в бензин викликає зміни стехіометричного співвідношення повітря / паливо. За цим показником ізомери бутанола також мають перевагу перед етанолом. Таким

чином, вторбутанол, має зазначені переваги, може вводиться в бензин в більш високих концентраціях у порівнянні з етанолом. Перспективні норми для автомобільних бензинів відображені в технічному регламенті, в якому максимально-допустимий вміст ізомерів бутанола становить 10% об., Проти 5% об. для етанолу. Ці обмеження базуються на граничному вмісті кисню в бензині, яке згідно з технічним регламентом не повинен перевищувати 2,7% мас. Якщо орієнтуватися на перспективні європейські вимоги до автомобільних бензинів, то згідно з європейської Директиви 2009/30/ ЄС максимальний вміст кисню становить 3,7% мас. В цьому випадку ізомери бутанола можна вводити в бензин в концентрації до 15% об. Однак і це не є межею: у вересні 2010 р Управління з охорони навколишнього середовища США (ЕРА) схвалило застосування бензину з вмістом етанолу 15% об., Що еквівалентно (по кисню) концентрації бутанола близько 24% об. ЕРА є організацією, яка оцінює можливість застосування нових компонентів моторних палив США з точки зору їх безпеки і впливу на навколишнє середовище.

Оскільки вторбутанол розглядається як високооктановий кисневмісний компонент бензину, його антидетонаційні властивості - одна з визначальних характеристик.

Октанові числа зразків бензину за дослідницьким методом представлено на рисунку 1. Октанове число визначалось для зразків сумішевих палив які були розігнані на дві фракції до 100 °С та 100 – к. к. Етанол підвищує октанове число легкої фракції, а втор-бутанол фракції 100 – к.к. МТБЕ, етанол, ізомерізат мають низькі температури кипіння і підвищують октанове число фракції, що викіпає до 100 °С. Втор-бутанол має температуру кипіння 117,7 і підвищує октанове число важких фракції, що є його перевагою.

Випаровуваність палив визначає головним чином ефективність процесів сумішоутворення в двигуні і втрати палив при виробництві, транспортуванні, зберіганні і застосуванні.

Сумішеутворення бензину залежить від випаровування і ефективного змішування парів палива з повітрям в певному співвідношенні. Теоретична кількість повітря, необхідна для повного згорання 1 кг вуглеводневого палива з утворенням тільки CO<sub>2</sub> і H<sub>2</sub>O становить близько 15 кг.

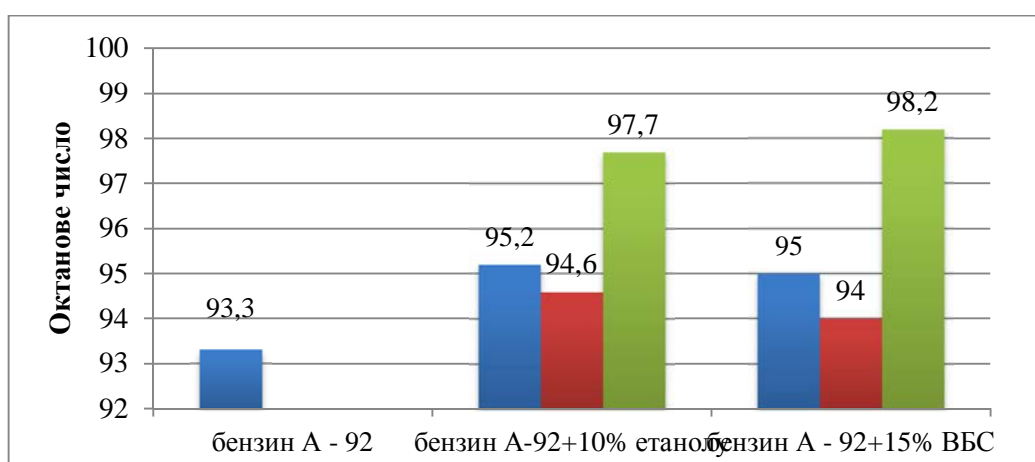


Рис. 1 Октанове число зразків бензину за дослідним методом.

При безпосередньому впорскуванні в сучасних автомобілях бензин подається через форсунки в камеру згорання або у впускний трубопровід. Безпосереднє впорскування з

електронним керуванням забезпечує рівномірний розподіл бензину по циліндрам.

Випаровуваність палив в найбільшій мірі залежить від фракційного складу і тиску насичених парів і значно менше від ряду інших властивостей (прихованої теплоти випаровування, коефіцієнта дифузії парів, поверхневого натягу та ін.). Пускові властивості бензинів залежать від змісту в них легких фракцій і оцінюються по тиску насиченої пари і температурі перегонки 10% або об'єму легких фракцій, що википають при температурі до 70°C. За низьких температур навколишнього повітря для нормального запуску двигуна потрібно більший вміст легких фракцій в бензині. Фракційний склад сумішевого палива представлено на рисунку 2.

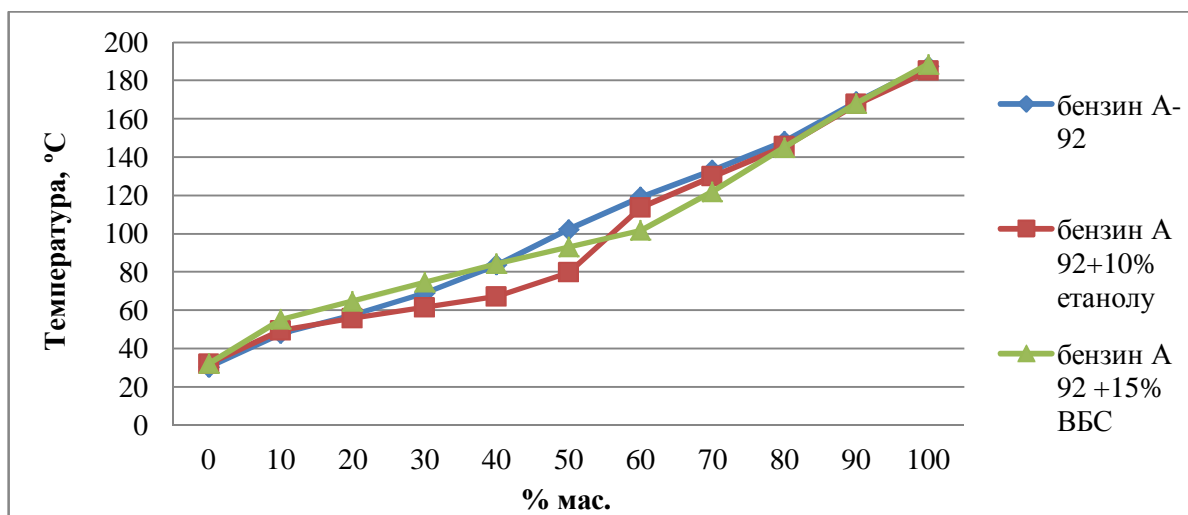


Рис. 2. Фракційний склад сумішевого палива.

Фракційний склад всіх зразків з оксигенатами практично не відрізняється від кривої фракційного складу бензину.

При зберіганні, транспортуванні та застосуванні бензин постійно або періодично контактує з металевими поверхнями деталей, виготовлених із сталей, латуні, алюмінієвих і цинкових сплавів і т. Д. Під впливом активних сполук, що містяться в бензині, і особливо при наявності в бензині води ці матеріали можуть піддаватися хімічній та електрохімічній корозії, яка в свою чергу, може призводити до появи течі в складських резервуарах, забруднення бензину продуктами корозії, а також до зниження надійності роботи паливної системи автомобіля. Незважаючи на значну кількість публікацій з питання корозійної дії спиртів, відповідних досліджень вторбутанолу не виявляється. Оскільки спирти є хорошими розчинниками, вони можуть з підвищеною агресивністю впливати на гумові вироби, що застосовуються в автомобілях. Нами визначено вплив вторбутанолу на агресивність бензинів по відношенню до металів та гумових виробів.

Таким чином, вторбутанол новий для паливного ринку продукт, хоча і не застосовується в даний час в якості компонента автомобільних бензинів, в майбутньому має хороші перспективи. Реалізація цих перспектив багато в чому будуть залежати від того, чи зможуть виробники вторбутанолу забезпечити конкурентну вартість, що відповідає якості продукту. Тому доцільним видається вибір технології виробництва вторбутанолу, яка визначає собівартість цього продукту, і можливості його застосування.