

## ПРОБЛЕМИ ВИРОБНИЦТВА ТА ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА В УКРАЇНІ

*Л.В. Дейнеко, д-р екон. наук, проф.; О.Г. Загній, канд. екон. наук  
Рада з вивчення продуктивних сил України НАН України*

*Стаття присвячена відновлюваним видам палива, що отримують з біомаси. Проаналізовано сучасний стан застосування паливного етанолу за кордоном. Висвітлено проблеми виробництва та використання біоетанолу на існуючих потужностях харчової промисловості України.*

Доступність енергетичних ресурсів - це доленосне питання будь-якого суспільства. У минулому це була доступність деревини, а сьогодні це доступність нафти. Залежність України від поставок енергоносіїв із-за кордону перевищує на сьогодні 50% внутрішніх потреб, що робить економіку країни вкрай вразливою. У схожій ситуації перебувають чимало країн світу, серед яких і промислово розвинені держави. Але, маючи можливість купувати «чорне золото» за кордоном, ці країни розробляють і системні заходи щодо економії споживання енергоресурсів та пошук відновлюваних джерел енергії.

Ситуація, яка склалась в Україні із забезпеченням її економіки достатніми обсягами енергоносіїв власного видобутку, також ставить проблему пошуку альтернативних видів палива, насамперед моторного. Доступним джерелом сконцентрованої енергії є рідке біологічне паливо. З його різновидів трьома найбільш ефективними є: біодизельне паливо, що містить 90% енергії нафтових палив, етиловий спирт (етанол) - 50% їх енергії та метиловий спирт (метанол) - третю частину їх енергії.

Етанол виробляється методом зброджування цукрів (глюкози, сахарози та деяких інших) у безкисневому середовищі спиртовими дріжджами. Раніше майже весь етанол, виготовлений таким чином, використовувався для виробництва алкогольних напоїв, і лише невеликі об'єми, отримані хімічними методами, застосовувалися у промисловості. За останні майже 30 років ситуація докорінно змінилася. Зараз більше половини виробленого у світі етанолу використовується як добавка до пального для двигунів внутрішнього згорання і лише 15% – для виготовлення алкогольних напоїв. Етанол із біомаси, що застосовується як паливо, називають паливним етанолом або біоетанолом (європейський термін). По суті, він є абсолютизованим етиловим спиртом. Світове виробництво етанолу наприкінці ХХ століття складало близько 32 млрд л, з них 4 млрд – харчового етанолу, 8 млрд – для хімічної промисловості, 20 млрд – паливного. Лише 7% загальної кількості було отримано методом хімічного синтезу, а 93% – дріжджовою ферментацією цукру і зерна. Цікаво відзначити, що обсяги виробництва харчового спирту залишаються незмінними з 1975 року, тоді як паливного етанолу зросло з 2 млрд л до 20 млрд на кінець минулого століття. Використання етилового спирту як енергоносія не є новиною. Свій перший автомобіль Генрі Форд сконструював на базі двигуна, що працював саме на такому спирті, а в умовах дефіциту пального під час Другої світової війни в Німеччині спирт додавали до бензину. Проте тільки наприкінці ХХ століття з'явилися повномасштабні програми використання біоетанолу як пального для двигунів [2]. У складі пального біоетанол дозволяє збільшити октанове число і покращити експлуатаційні характеристики змішаного бензину. Відомо, що використання такого бензину з вмістом до 15% етанолу не потребує зміни конструкції сучасних двигунів внутрішнього згорання і допоміжних приладів до них. Апробована концентрація етанолу в бензині коливається від 10% (США) та 8% (Канада) до 5-6% (Франція, Польща). Завдяки використанню змішаного бензину зменшується концентрація шкідливих компонентів у вихлопних газах (чадного газу, закису азоту, оксиду азоту та інших летких токсичних викидів). Так, вміст оксиду вуглецю зменшується на 25%, вуглеводнів і оксидів азоту – на 5%, що надзвичайно важливо для великих міст, де головним джерелом забруднення є автомобільний транспорт. Спалювання етанолу, отриманого з біомаси, не збільшує негативного впливу на парниковий ефект, оскільки біомаса є CO<sub>2</sub>-нейтральною.

У Канаді, Бразилії та США діють державні програми з виробництва паливного етанолу. Світовими лідерами у цій галузі є Бразилія та США. Так, Бразилія виготовляє близько 7 млрд л паливного етанолу, що забезпечує 13% її загальних потреб в енергоресурсах і 19% – у рідкому паливі, тобто на нафті заощаджуються значні кошти. Завдяки сучасним технологіям з використанням цукрової тростини виробництво етанолу в цій країні є рентабельним: з 1990 року його обсяги щорічно зростали на 4%, а собівартість зменшувалася на 3%. Раніше тут виробляли переважно безводний етанол як пальне для автомобілів зі спеціальними двигунами. Але останнім часом у Бразилії використовуються паливні суміші з вмістом етанолу: 26% – у бензині і 3% – у дизельному паливі. Такі суміші не потребують змін у конструкції двигунів внутрішнього згорання чи дизельних двигунів. Щороку, залежно від ринку цукру, уряд країни визначає, який відсоток біоетанолу буде додаватися до моторних бензинів. Паливний етанол оподатковується тільки прибутковим податком без акцизного збору.

США – другий солідний виробник етанолу – палива, яке дає змогу щорічно заощаджувати близько \$ 1,5 млрд на придбанні нафтопродуктів, забезпечувати стабільну роботу сільського господарства, створювати нові робочі місця за рахунок будівництва спиртових заводів і покращувати екологічну ситуацію. Ще у 1988 році у США був прийнятий Закон про альтернативні моторні палива, який започаткував програми зменшення витрат бензину новими автомобілями та програми розроблення нових палив. Зокрема, було вирішено виробити 20 тис. автомобілів, які могли споживати паливо E85 (85% етанолу та 15% бензину), і сьогодні в країні експлуатується понад 1,5 млн таких транспортних засобів. У 1990 році у США прийнято Закон про чисте повітря, згідно з положеннями якого бензин повинен містити не менше 2% (за масою кисню) кисневмісних добавок (головним чином етанолу), що дає змогу знизити токсичність вихлопних газів. Поправками до цього закону були запроваджені федеральні знижки податкової ставки на рівні \$ 0,54 на галон чистого етанолу. Із введенням в дію Акту про склад автомобільного палива в ряді міст США та Програми з паливних окиснювачів (1995 р.) ці знижки у більшості штатів поповнилися додатковими субсидіями для виробників етанолу. У мегаполісах (з населенням понад 1 млн) взимку використовують тільки бензин з вмістом 10 % етанолу (так званий E10, або газохол). Обсяг продажу газохолу в країні становить 12% від загального обсягу продажів бензину.

Порівняно з Бразилією виробництво паливного етанолу з кукурудзи у США є менш прибутковим, хоча його собівартість за останні п'ятнадцять років зменшилася на 2/3. Навіть сьогодні у країні діють податкові знижки на паливний етанол, щоб зробити його дешевшим за бензин. Згідно з підписаним президентом США законом, що матиме чинність до 2007 року, ця знижка дорівнює \$ 0,014 на літр газохолу. Лідером – виробником паливного етанолу в країні є штат Іллінойс, де розміщено два заводи, кожен потужністю 1,05 млн л на добу. Річна ж потужність спиртових заводів США з виробництва етанолу складає близько 7,5 млрд л. За підрахунками коаліції губернаторів, які підтримують цю галузь, в неї з 1978 року інвестовано понад \$ 4 млрд. У двадцяти штатах розміщено 56 підприємств з виробництва етанолу, ще 30-35 заводів будуються. Очікується, що у США виготовлятиметься близько 15 млрд л цього продукту у 2010 році та 36 млрд – у 2020.

Країни ЄС щорічно виробляють 2 млрд л етанолу, але як паливо використовується менше 10%. Проте 7 листопада 2001 року дві комісії ЄС прийняли Директиви щодо використання біопалива країнами ЄС – так звані «бідирективи» про обов'язковість вмісту біопалива у традиційному пальному для транспорту. Серед інших до відновлюваних видів палива віднесені біоетанол і ЕТБЕ (етилтретбутиловий ефір – естеризований біоетанол). Майже всі зареєстровані в ЄС транспортні засоби технічно придатні для використання палива з добавкою до 15% біоетанолу або ЕТБЕ. У Франції в 1996 році прийнято Закон про чисте повітря, який зобов'язує автомобілістів застосовувати кисневмісні добавки до бензинів, передусім етанол та ЕТБЕ. При цьому паливний етанол звільнено від внутрішніх податків, проти чого не заперечувала комісія ЄС (09.04.1997).

Приклад США переконує, що для підтримки рентабельності виробництва паливного етанолу потрібні державні субсидії, і це при тому, що сировина (кукурудза) є там дуже дешевою. Необхідно, щоб технологія його виготовлення стала дешевою – і він складе гідну

конкуренцію бензину. Основними засобами зменшення собівартості етанолу можуть бути: інша сировина, комплексний підхід до утилізації побічних продуктів виробництва та вдосконалення технології алкогольної ферментації.

Заміна сировини полягає в тому, щоб замість зернових злаків використовувати біомасу рослин – як трав'янистих, так і дерев, а також відходи сільського господарства, деревообробної промисловості та комунальні тверді побутові відходи. Розрахунки показують, що використання таких відходів дозволило б США замінити етанолом 40% бензину. Спеціальне вирощування певних дерев'янистих (вільхи, осики тощо) і трав'янистих рослин (наприклад, сорго) для подальшої переробки у паливний етанол змогло б забезпечити решту 60% [1].

Рентабельність виробництва паливного етанолу значною мірою залежить від продажної ціни кінцевого продукту. Так, згідно з даними одного з досліджень при продажу етанолу, отриманого з лігноцелюлози сільськогосподарських відходів, за ціною \$ 0,33 за літр виробництво буде рентабельним за умови, що завод одночасно випускатиме інший продукт – фурфурол. При цьому оптимальний обсяг сировини, що переробляється, складає 4360 т/день, а значно менші чи більші обсяги знову призводять до нерентабельності [2].

Україна має великий потенціал біомаси, придатний до енергетичного використання, зокрема відходи сільського господарства (солота, качани кукурудзи, лузга соняшника), тверді побутові відходи, що переважно складаються з лігноцелюлози. Сировиною для паливного етанолу може бути також меляса (її обсяги становлять близько 2 млн т/рік), зернові культури, картопля, фрукти, спеціальні технічні культури.

Спиртова промисловість України повністю задовольняє внутрішні потреби у спирті для виготовлення лікєро-горілочаних виробів. Річна сумарна потужність спиртових заводів становить близько 700 млн л спирту, в тому числі 340 млн – із заводів з переробки меляси. На жаль, велика кількість таких підприємств працює з неповним завантаженням або взагалі простоє. За умови проведення сприятливої урядової економічної політики Україна може стати одним із потужних виробників паливних оксигенатів на основі етилового спирту. Для досягнення цієї мети доцільно було б перепрофілювати 70 % «вільних» потужностей спиртзаводів на випуск паливного етанолу. Особливо виправданим буде перехід на випуск паливних оксигенатів і технічного етанолу для м'ясо-спиртових заводів, тому що у випадку використання для харчових потреб м'ясо-спирт програє за якістю перед зерновим, а існуючі зернові заводи повністю покривають потреби України в харчовому спирті. Надалі на перепрофілюваних підприємствах можна розвинути виробництво інших оксигенатів та їх сумішей, використовуючи як сировину етанол і продукти хімічного синтезу.

Концепція виробництва біоетанолу в Україні включає кілька напрямків. Реконструкція існуючих спиртових заводів дозволить довести виробництво паливного етанолу до 0,3 млн т/рік. Крім того, планується будівництво таких заводів малої потужності (до 5 т етанолу на добу) на базі підприємств переробної промисловості та безпосередньо в сільських господарствах. Запуск в експлуатацію нових технологічних ліній малої потужності дасть змогу отримувати 0,05 млн т/рік цього продукту. Виробництво також доцільно розміщати на діючих цукрових заводах. Їх теплосилове господарство може обслуговувати спиртові цехи і в період між сезонами виробництва цукру. До недавнього часу в Україні працював 191 цукровий завод, 75 з яких поступово до 2010 року можна дообладнати відділеннями з виробництва паливного етанолу, що розширить період використання технологічного обладнання, яке традиційно працює лише три-чотири місяці на рік. Дообладнання цукрових заводів відповідними технологічними лініями дасть можливість отримувати 1,65 млн тонн етанолу на рік. Таким чином, з урахуванням всіх напрямків концепції в Україні можна було б отримувати 2 млн т/рік біоетанолу [3].

У нашій країні вже виконано значний обсяг робіт з розроблення й впровадження технології виробництва аналога паливного етанолу – високооктанової кисневмісної добавки до бензину (ВКД), яку одержують біоконверсією вуглеводневмісної відновлюваної сировини. Технологія отримання ВКД, розроблена Українським інститутом спирту і біотехнологій виробничих продуктів (УкрНДІспиртбіопрод, Київ) і державним концерном

«Укрспирт», введена на семи спиртових заводах України: Барському, Довжоцькому, Луганському, Дублянському, Гайсинському, Маловисківському та Узинському оцтово-дріжджовому заводі з сумарною добовою потужністю понад 120 т. Термін окупності реконструкції брагоректифікаційних установок цих заводів не перевищував півроку. Оскільки меляса дешевша від зерна, то на ВКД переробляли саме її, а із зерна одержували ректифікований спирт для високоякісних алкогольних напоїв. Зі збільшенням виробництва зерна в Україні та за умов його комплексної переробки за ефективними технологіями з одержанням сухої зернової барди цілком економічно виготовляти ВКД з крохмалевмісної сировини. Перспективна сировина для цього – цукрове сорго [4].

Виконані в Україні у 1998-1999 роках експлуатаційні, стендові та дорожні випробовування підконтрольної групи автомобілів на сумішевих бензинах дають підстави до таких висновків:

- експлуатаційні властивості автомобілів, що працюють на сумішевих бензинах з доданням 6% ВКД, практично не погіршуються порівняно з тими, що працюють на товарних бензинах А-92 та А-76;
- підвищується октанове число сумішевих бензинів;
- не зафіксовано негативного впливу тривалої роботи автомобілів на технічний стан і стабільність регулювання паливної апаратури;
- зменшується концентрація шкідливих речовин у відпрацьованих газах: оксидів азоту  $\text{NO}_x$  – на 4,5-16%, ароматичних вуглеводнів  $\text{C}_m\text{H}_n$  – на 9-15% (залежно від типу бензину й двигуна) [1].

Технічний комітет зі стандартизації і допуску до застосування продуктів нафтопереробки та нафтохімії «Нафта-Стандарт» дав дозвіл на застосування у бензинах 6% ВКД. Його виробництво й застосування стимулює і Указ Президента України № 688/99 від 22 червня 1999 року «Про організацію виробництва бензинів моторних сумішевих», який передбачає суттєву знижку в оподаткуванні виробникам ВКД і сумішевих екологічних бензинів з її застосуванням, що, безумовно, позитивно впливає на темпи зростання обсягів виробництва ВКД. Загалом з 1998 року отримано та реалізовано 23,7 тис. т ВКД, що дало можливість українським підприємцям виробити понад 390 тис. т екологічно чистих бензинів моторних змішаних з використанням ВКД. А з 1 вересня 2002 року підприємства концерну «Укрспирт» мають змогу виробляти 4,5 тис. т ВКД щомісяця.

Мінімальна потреба ВКД в Україні становить 100 тис. т/рік, оптимальний обсяг споживання – 250-300 тис т/рік, що забезпечує виробництво та використання 1,7-5,1 млн т змішаних бензинів.

Фахівцями Укрспирту за участю науково-технічних установ та підтримки Кабінету Міністрів і Державного департаменту продовольства розроблено і постановою Кабінету Міністрів від 4 липня 2000 року № 1044 затверджено програму «Етанол», спрямовану на виробництво спиртовими заводами нових видів продукції та пошук нових ринків збуту. Ця програма поєднує стратегію виробництва ВКД, технічного спирту та продукції з його використанням (етилену, етиленгліколю, синтетичного каучуку, «біодизелю», продуктів тонкого органічного синтезу) з напрямками зменшення собівартості етилового спирту та комплексного безвідхідного використання сільськогосподарської сировини. Перелічені виробництва на основі спирту конкурентоспроможні за вартості спирту \$ 220-230 за тонну. Програмою «Етанол» передбачена організація виробництва ВКД як добавки до бензинів на спиртових заводах, що переробляють мелясу, та на деяких зернових заводах загальною продуктивністю понад 350 тис. т/рік. Це дозволить отримувати близько 6 млн. т змішаних бензинів.

Указом «Про заходи з розвитку виробництва палива з біологічної сировини» від 26.09.2003 Президент України доручив урядові проаналізувати у тримісячний термін стан виконання зазначеної програми і забезпечити внесення до неї відповідних змін, передбачивши, зокрема, заходи з:

- розроблення на основі біологічної сировини нових кисневмісних компонентів бензинів моторних змішаних;
- зменшення собівартості ВКД шляхом підвищення ефективності використання відходів, що утворюються в процесі її виробництва;
- залучення інвестицій до виробництва ВКД;
- організації постачання ВКД на зовнішні ринки.

Крім того, уряд повинен забезпечити обов'язкове використання ВКД як добавку при виробництві бензинів моторних змішаних з поступовим доведенням до 2007 року її вмісту в цих бензинах до 5%.

#### **SUMMARY**

*The article is devoted to the restored types of fuel, which get from biological mass. The modern state of application of fuel ethanol by a foreign country is analysed. The problems of production and use of biological ethanol are reflected on existent powers of food retail industry of Ukraine.*

#### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. Железна Т. Рідке паливо з біомаси // Зелена енергетика. – 2003. – №4. – С. 7-11.
2. Сибірний А. Біоетанол: валюту заощадить і навколишнє середовище збереже // Дзеркало тижня. – 2001. – №47 (371). – 1-7 груд.
3. Мхітарян Н. М. Стан та перспективи біоенергетики України // Енергоінформ. – 2003. – №29 (211).
4. Міхненко Є. Високооктанова кисневмісна добавка до бензинів // Харчова і переробна промисловість. – 2000. – № 6. – С. 14-15.

*Надійшла до редакції 16 листопада 2006 р.*