

УДК 504.06 : 662.756.3 : 656.13

Н. В. ВНУКОВА, канд. геогр. наук, доцент

М. В. БАРУН, аспірант

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, м. Харків

АЛЬТЕРНАТИВНЕ ПАЛИВО ЯК ОСНОВА РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ І ЕКОБЕЗПЕКИ АВТОТРАНСПОРТУ

Определены технологические направления снижения потребления топлив нефтяного происхождения и уменьшения выбросов загрязняющих веществ, рассмотрены наиболее перспективные альтернативные виды топлив для автомобильного и других видов транспорта.

Ключевые слова: альтернативное топливо, растительные масла, транспорт, загрязняющие вещества.

Визначені технологічні напрямки зниження споживання палив нафтового походження та зменшення викидів забруднюючих речовин, розглянуті найбільш перспективні альтернативні види палива для автомобільного та інших видів транспорту.

Ключові слова: альтернативне паливо, рослинні олії, транспорт, забруднюючі речовини.

Вступ

Тривалий час світовим паливно-енергетичним комплексом використовувалися енергоносії переважно нафтового походження. Однак в останні роки намітилася тенденція до зниження ролі нафти і нафтопродуктів у світовій економіці, що показує світова динаміка споживання первинної енергії. Якщо в 1979 році на долю нафти приходилося близько 50 % усіх споживаних енергоносіїв, то в даний час її частка складає лише близько 35 % і її відносне споживання продовжує неухильно скорочуватися. Це пояснюється зниженням темпів росту видобутку нафти, викликаним виробленням великих родовищ, незначним введенням в експлуатацію нових родовищ, помітним скороченням інвестицій у пошуково-розвідувальні роботи. Поряд зі зменшенням світових запасів нафти спостерігається тенденція повсюдного підвищення цін на нафту і нафтові палива. Усе це створює передумови до більш широкого використання інших енергетичних ресурсів.

Тенденція розвитку світового і вітчизняного автомобільного парку призводить до необхідності збільшення виробництва моторних палив. Таким чином, нафтопереробна промисловість розвивається в напрямку збільшення вироблення світлих нафтопродуктів (бензинів, керосинів, дизельних і реактивних палив).

Безперебійну і мобільну роботу ДВЗ в умовах дефіциту того або іншого виду палива дозволяє забезпечити розробка і впровадження так званих «багатопаливних» двигунів, що працюють на різних нафтових паливах, а також заміна нафтових палив альтернативними. В наслідок зазначених вище факторів перехід частини вітчизняного автомобільного парку на палива, одержувані з альтернативних сировинних ресурсів, стає неминучим.

Один з радикальних шляхів зниження споживання рідкого палива полягає в розширенні використання нетрадиційних (альтернативних) енергоносіїв і палив на їхній основі, створенні й експлуатації енергосилових установок автотранспорту, призначених для роботи на них, що багато в чому вирішує екологічну проблему транспортної енергетики.

Аналіз останніх досліджень

Аналіз світових і вітчизняних розробок показав, що альтернативні палива можуть бути підрозділені на комерційні (що застосовуються в даний час і мають подальшу перспективу їхнього використання), перспективні і проблемні. До першої групи відноситься компримований стиснутий природний газ (метан), газ зріджений нафтовий (пропан-бутанова суміш), спирти як добавки до бензинів. До другої групи – зріджений природний газ (метан), водень, спиртові палива, біогаз. До третьої групи – водобензинові емульсії, етери, металосупензії.

Альтернативне паливо – це рідке та газове паливо, яке є альтернативою (заміною) відповідним традиційним видам палива і яке виробляється (видобувається) з нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини, згідно з Законом України [1].

Паливо визначається альтернативним, якщо воно:

– повністю виготовлене (видобуте) з нетрадиційних джерел і видів енергетичної сировини або є сумішшю альтернативного і традиційного видів палива в пропорціях, встановлених відповідно до державних стандартів;

– виготовлене (видобуте) з нафтових, газових, нафтогазоконденсатних родовищ непромислового значення, вичерпаних родовищ, з важких сортів нафти тощо і за своїми ознаками відрізняється від вимог до традиційного виду палива.

Досвід закордонних країн, а також накопичений у нашій країні показує, що впровадження альтернативних палив досить тривалий процес і варто починати його поступово, відпрацьовуючи окремі технології на базі пілотних проектів. До дійсного часу у світі найбільш успішно реалізуються пілотні проекти по використанню природного газу, водню і біопалива.

Питання використання альтернативних палив, сумішей біотоплив для дизельних двигунів та оптимізації складу альтернативного дизельного палива розглянуті в роботах В. Г. Семенова, В. О. Маркова, А. І. Гайворонського, С. М. Дев'ятова, М. Г. Кірілова [2–7].

Пріоритетність того або іншого нафтового палива в якості альтернативного ще довгий час буде залишатися дискусійним. В міру розширення доступності альтернативних палив для споживача, розвитку інфраструктури розподілу палив, все більшу актуальність буде здобувати проблема багатопаливності, тобто проблема можливості роботи двигуна на різних видах як традиційних, так і альтернативних палив.

Світовий закордонний і вітчизняний досвід показують також, що проблеми зменшення витрати палива і викидів шкідливих речовин з відпрацьованими газами також можна вирішувати шляхом використання гнучкої енергетичної установки, що оптимально підвладштовується під характер і режим руху автотранспортного засобу. На сьогоднішній момент найбільше технічно проробленими гнучкими енергетичними установками є комбіновані енергоустановки.

Використання альтернативних видів палива, і, особливо, на основі комбінованих енергоустановок, накладає принциповий відбиток на питання конструювання нового транспортного засобу, починаючи від компонування, проведення необхідних розрахунків, і закінчуючи дизайном. В основу конструювання даних транспортних засобів повинні бути покладені ідеї реалізації блочно-модульного конструювання, як окремих агрегатів і систем, так і автомобіля в цілому. Високий рівень уніфікації транспортних засобів повинний досягатися за рахунок використання єдиної базової платформи для транспортних засобів одного класу.

Питання застосування альтернативних палив на транспорті є стратегічними й успішно вирішуються багатьма країнами у світі, оскільки дозволяють розширити енергетичну базу, знизити залежність від стану природних ресурсів (у тому числі нафти) і коливань цін на них, зменшити забруднення навколишнього середовища.

Усі закордонні досягнення в області використання альтернативних палив базуються на довгостроковій стратегії впровадження альтернативних енергоносіїв на транспорті і чіткій законодавчій базі, що не тільки визначає екологічні вимоги, але і стимулює їхнє застосування.

Таким чином, необхідне створення, розвиток і впровадження нових прогресивних технологій, що забезпечують зниження споживання моторних палив нафтового походження, а також зменшення викидів забруднюючих речовин і парникових газів від автотранспорту в навколишнє середовище. Основними технологічними напрямками при цьому є:

- 1) технології створення енергетичних установок АТС на альтернативних видах палива;
- 2) технології створення перспективних комбінованих енергоустановок АТС на базі двигунів внутрішнього згоряння, електрохімічних генераторів і тягових джерел струму;
- 3) технології створення автотранспортних засобів, що працюють на альтернативних видах палива, а також із застосуванням комбінованих енергоустановок;
- 4) технології створення систем забезпечення комплексної безпеки АТС із комбінованими

енергоустановками і працюючих на альтернативних видах палива.

Для України, яка не має достатніх власних запасів нафти та газу, пошук, розширення виробництва та використання альтернативних джерел енергії й палив має особливе значення. Україна щорічно споживає біля 200 млн. т у. п. паливно-енергетичних ресурсів (ПЕР) і відноситься до енергодефіцитних країн, бо покриває свої потреби в енергоспоживанні приблизно на 53 % і імпортує 75 % необхідного обсягу природного газу та 85 % сирової нафти і нафтопродуктів. Така структура ПЕР економічно недоцільна, породжує залежність економіки України від країн-експортерів нафти і газу і є загрозою для її енергетичної і національної безпеки.

Постановка завдання

Автомобільний транспорт займає провідне місце в здійсненні перевезень продукції та вантажів. Прогноз розвитку автопарку України свідчить про тенденцію до стійкого зростання чисельності автомобілів та споживання палива. У найближчій перспективі автотранспорт України, в основному, буде забезпечуватися імпортною нафтовою сировиною. Отже, у галузі виробництва і споживання сумішевого автомобільного палива проблема ресурсозбереження та пошуку альтернативних джерел сировини буде визначальною, звичайно, разом з вирішенням проблем впливу на навколишнє середовище. В той же час потреби автотранспорту складають в рік до 12 млн. т бензину і до 15 млн. т дизельного пального.

Тому виявлення можливостей застосування альтернативних видів палива та визначення технологічних напрямки зниження споживання палив нафтового походження, зменшення викидів забруднюючих речовин є досить актуальним і розглядається в статті.

Основний матеріал

Серед нетрадиційних палив, застосування яких можливо в дизельних двигунах, виділяють нафтові палива і палива, вироблені з альтернативних джерел енергії. Нафтові й альтернативні палива умовно розділяють на три групи.

До першої групи можна віднести сумішеві палива, що містять нафтові палива з добавками ненафтового походження (спиртами, етерами й ін.). Сумішеві палива за експлуатаційними властивостями, як правило, близькі до традиційних нафтових палив.

Друга група включає синтетичні рідкі палива, що наближаються за властивостями до традиційних нафтових палив. Ці палива одержують при переробці твердих, рідких і газоподібних корисних копалин (вугілля, палих сланців, природного газу і газового конденсату і т. і.).

Третю групу складають ненафтові палива (спирти, етери, газоподібні палива), що істотно відрізняються за фізико-хімічними властивостями від традиційних нафтових палив.

Найбільш перспективними альтернативними видами палива для автомобільного та інших видів транспорту на сьогодні є: – біоетанол, біодизельне паливо та біометанол. У найближчій перспективі можуть стати: – синтетичні бензини і дизельне паливо. У майбутньому можна очікувати на широке використання: – водню й енергетичних установок із паливними елементами.

Для зменшення обсягу імпорту нафти та нафтопродуктів, доцільно організувати виробництво паливного спирту, який можна використовувати як добавку до світлих нафтопродуктів. Одним із найперспективніших альтернативних палив, яке у великій кількості можна виробляти та використовувати в Україні, є біоетанол. Наявних виробничих потужностей державних спиртових заводів достатньо для виготовлення 110 тис. тонн біоетанолу на рік.

Потенціал щорічного виробництва біоетанолу за наявною сировинною базою (меляса, кукурудза, зернові культури) згідно з оцінкою фахівців концерну «Укрспирт» сягає 2 млн тонн, що дозволить в перспективі замінити до 40 % обсягів бензину, що споживають в Україні. Євросоюз у своїх офіційних документах розглядає Україну як потенційного експортера біоетанолу до країн Європи.

Спиртова промисловість України повністю задовольняє внутрішні потреби в спирті для виготовлення лікєро-горілочаних виробів, працюючи тільки на 30 % своїх загальних потужностей. При умові проведення сприятливої урядової економічної політики, Україна

може стати одним із значних 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'ясно-спиртових заводів, тому що у випадку використання для харчових потреб м'ясяний 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.

Для суттєвого збільшення в енергобалансі України обсягів паливно-енергетичних ресурсів, вироблених із нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії, необхідно наполегливо проводити організаційну роботу та створювати об'єкти альтернативної енергетики за найбільш перспективними технологічними напрямками щодо отримання сумішевого рідкого біопалива:

- виробництво сумішевого моторного палива з добавкою (до 8 %) кисневмісних спиртових домішок (біосинтетичних оксигенних компонентів) до бензинів та сполук на основі відходів коксохімії та газового конденсату, застосування протизносних присадок до олій двигунів внутрішнього згоряння, тощо;

- створення загальнодержавної системи фінансово-економічних, нормативно-технічних і технологічних заходів для забезпечення умов виробництва та використання нетрадиційних рідких палив біосинтетичних оксигенних компонентів до некондиційних бензинів і газового конденсату на основі етанолу для отримання моторних палив, та ін.), а також інших нетрадиційних видів палива та джерел енергії.

Але, значною проблемою є те, що наша держава має монополію на виготовлення спирту, а відповідно, і біоетанолу, що дуже гальмує його виробництво. А вже зараз до сфери виробництва біоетанолу долучається приватний бізнес, який інвестує будівництво низки сучасних потужних заводів із його виробництва. У світі зазначеної проблеми розроблено зміни до деяких законодавчих актів [8-10], запровадження яких дозволить розпочати масове виробництво біоетанолу.

Біоетанол як альтернативне паливо, безумовно, має багато переваг порівняно з традиційним паливом. Зокрема, головною екологічною перевагою використання біоетанолу в складі сумішевих бензинів є можливість виключення застосування високотоксичних металовмісних антидетонаційних присадок та метилтретбутилового етеру (МТБЕ). Але при використанні біоетанолу виникає низка специфічних питань. Одне з них – це необхідність адаптації транспортних засобів для нормальної роботи на паливних сумішах з високим вмістом біоетанолу. Біоетанол за своїми фізико-хімічними властивостями суттєво відрізняється від бензину (має нижчу теплоту згоряння, але більшу детонаційну стійкість та корозійність), і при концентрації більше 12% може негативно вплинути на роботу двигуна.

Тому для повноцінної та надійної роботи на бензоспиртових паливах із значним вмістом біоетанолу звичайні бензинові автомобілі потребують адаптації, зокрема, внесення змін до конструкції систем живлення, керування двигуном, нейтралізації відпрацьованих газів, застосування стійких до спиртів матеріалів тощо. Використання спиртів та сполук на їх основі на серійних бензинових двигунах, без значних змін у конструкції, можливе лише при обмеженому додаванні їх до основного палива (бензину).

При використанні 5–12 % домішки спирту до бензину немає потреби в змінах у конструкції двигунів автомобілів, збільшується октанове число моторного палива, що веде до зменшення енергетичних витрат при його виробництві, на 4–5 % збільшується коефіцієнт корисної дії двигуна та на 30 % знижується недоспалювання палива і викиди в атмосферу продуктів згоряння, що відповідає вимогам з охорони навколишнього природного середовища.

Сучасне нормативне регулювання, зокрема діючі ДСТУ 4063-2001 і ДСТУ 4839-2007 [11, 12], обмежують вміст біоетанолу в автомобільному бензині п'ятьма відсотками. Як зазначено вище, ведеться активний робота над внесенням змін до законодавчих актів стосовно широкого застосування в Україні біоетанолу як палива. При цьому слід враховувати, що властивості

біоетанолу не дозволяють застосовувати його в якості повного замінича бензину без адаптації автомобіля та його двигуна.

Тому на першому етапі найбільш доцільним є розширення виробництва біоетанолу і запровадження масового використання сумішевих бензинів (із добавками біоетанолу та інших сполук), придатних для заправлення транспортних засобів, що перебувають в експлуатації. У цьому плані є корисним досвід розширення їх виробництва та використання в промислово розвинених країнах світу.

При застосуванні біоетанолу в складі палива виникає питання гарантійного обслуговування автомобіля. Очевидно, що виробники не можуть дати гарантію на технічну справність автомобіля, який не пристосований до експлуатації на бензоспиртовій суміші. Про це попереджають споживачів-власників бензинових автомобілів записами в настановах з експлуатації автомобілів.

У ряді країн світу застосовуються бензини з 10–15 % різних паливних домішок. Зокрема, суміш бензину із етанолом (10–12 %), особливо успішно використовується в США і Канаді, а також у Бразилії, де її виробництво здійснюється на основі національної програми. У США 80 % виробленого етанолу використовується як паливо. За останні 10 років виробництво біоетанолу зросло вчетверо, і до 2012 року зросте ще удвічі – до 22,4 млн т.

Біодизельне паливо є найбільш економічним з альтернативних палив для виробництва. Воно є цілком сумісним з існуючими двигунами транспортних засобів і комерційних паливних систем розподілу і споживання. Виробляється зі суміші рослинної олії та метанолу. Значний інтерес викликають олії, отримані з ріпаку, соняшнику, сої, льону та продукти їх переробки.

Теплота згоряння рослинних олій близька до теплоти згоряння традиційних дизельних палив [2]. Їх можна використовувати для спалювання в дизелях у вихідному виді або після спеціальної хімічної обробки, а також у суміші з нафтовими й альтернативними паливами [3–6]. Основним компонентом рослинних олій є жирні кислоти, що представляють собою високомолекулярні сполуки які містять кисень, з вуглеводною основою. Тому всі рослинні олії є пальними і можуть застосовуватися як моторні палива [13]. Низька випаровуваність і висока в'язкість рослинних олій виключає їхнє використання в бензинових двигунах. Але вони можуть успішно застосовуватися як паливо для дизельних двигунів. Цьому сприяють порівняно невисока термічна стабільність рослинних олій і прийнятна температура їхнього самозапалювання, що становить 280–320 °C, що лише трохи перевищує температуру самозапалювання дизельних палив (230–300 °C). При цьому цетанове число ЦЧ різних рослинних олій змінюється в межах від 33 до 50 одиниць, що порівняно з ЦЧ дизельних палив (40–55).

Особливістю рослинних олій є наявність у їхньому складі досить великої кількості кисню (8–12 %). Це призводить до деякого зниження їхньої теплоти згоряння. Так нижча теплота згоряння рослинних олій складає 36–39 МДж/кг проти 42–43 МДж/кг у дизельних палив, що практично не містять кисню. Але присутність у рослинних оліях кисню підвищує температуру їхнього згоряння в дизельних двигунах і значно поліпшує екологічні властивості цих палив: зниження димності ВГ і вмісту в них продуктів неповного згоряння палива при деякому зростанні NO_x.

Використання рослинних олій у чистому виді як паливо для дизелів стримується підвищеним нагароутворенням – відкладенням коксу на розпилювачах форсунок і інших деталях, утворюючих камеру згоряння. Цьому сприяє наявність в рослинних оліях смолистих речовин. Для зниження коксівності рослинних олій необхідне їхнє очищення від смолистих речовин, а також застосування заходів, що знижують коксоутворення в умовах камери згоряння дизеля (періодична робота на високофорсованих режимах, періодична подача водопаливних емульсій через розпилюючі отвори й ін.).

Недоліком рослинних олій, використовуваних як палива для дизельних двигунів, є висока температура їх застигання, обумовлена, головним чином, наявністю в їхньому складі насичених жирних кислот. Найкращі низькотемпературні властивості мають рапсова і лляна олії (температура застигання $t_z = -20$ °C), бавовняне ($t_z = -180$ °C) і соняшникове ($t_z = -16$ °C)

олії.

Важливою властивістю рослинних олій є здатність змішуватися в будь-яких пропорціях з більшістю органічних розчинників (у тому числі і з нафтопродуктами – бензином і дизельним паливом), а також гарна сумісність між собою. Етанол і метанол розчиняють олії обмежено, і лише при нагріванні розчинність рапсової олії в цих продуктах зростає. Ця властивість рослинних олій дозволяє одержувати моторні палива з заданими фізико-хімічними властивостями шляхом змішування різних компонентів у необхідних пропорціях. Палива з рослинних олій відрізняються високою біорозкладаємістю. Потрапляючи в ґрунт і природні водні басейни, вони практично цілком розкладаються: у ґрунті або у воді мікроорганізми за 28 днів переробляють 99 % біодизеля, що дозволяє говорити про мінімізацію забруднення річок і озер.

В даний час вартість рослинних олій і палив на їхній основі порівнянна з вартістю нафтових дизельних палив. Тому застосування таких палив у ряді випадків стає економічно вигідним, особливо в тих країнах, де рослинні олії маються в надлишку.

Найбільш перспективним для використання як паливо для дизелів є рапсова олія, що може бути використане як самостійне паливо для дизелів, у сумішах різного складу зі стандартним дизельним паливом або перероблена в метиловий або етиловий етери рапсової олії. Останні, у свою чергу, використовуються або як самостійне біопаливо, або як сумішєве (у суміші з дизельним паливом). Метиловий етер рапсової олії одержують в результаті прямої переетерифікації жирних кислот рапсової олії з метиловим спиртом (метанолом) у присутності каталізатора – гідроксиду калію – їдкого калію. При переетерифікації 1040 кг рапсової олії і 144 кг метанолу одержують 1 т метилового етеру рапсової олії і близько 200 кг гліцерину. При переробці насіння рапсу одержують також рапсовий шрот (макуха), що є високобілковим концентратом для годівлі сільськогосподарських тварин. Він не уступає соєвому і соняшниковому шротам і містить до 40 % протеїну і 8–11 % жиру.

Через вміст кисню це паливо є дуже чистим і дає на 50 % менше часток вуглецю, ніж нафтодизельне паливо, а також меншу кількість азоту і монооксидів вуглецю. Воно відрізняється малим вмістом сірки та поліциклічних ароматичних вуглеводнів. При згорянні біодизеля виділяється така ж кількість вуглекислого газу, яка була спожита з атмосфери рослиною, що є вихідною сировиною для виробництва олії, за весь період її життя. Тверді речовини, що викидаються при згорянні біодизельного палива, на відміну від тих, що викидаються при згорянні нафтодизельного палива, не є канцерогенними.

Точка запалення для біодизеля перевищує 150 0С, що дозволяє назвати біопаливо відносно безпечною речовиною.

У холодний період року необхідно підігрівати паливо, що йде з паливного бака в паливний насос, або застосовувати суміші 20 % біодизеля і 80 % солярки марки В20. У зв'язку з цим роблять так зване зимове і літнє дизельне паливо. Літнє дизельне паливо має щільність 860 кг/м³. Температура спалаху – 45 0С. Температура застигання – 10 0С. Зимове дизельне паливо: щільність: 840 кг/м³, температура спалаху – 40 0С, температура застигання – 35 0С. Головний недолік – обмежений термін збереження після виготовлення – 3 місяці через підвищений вміст води в дизельному паливі. Вода відшаровується при збереженні дизпалива і збирається внизу, тому що щільність дизпалива менше 1 кг/л. Водяна пробка в магістралі цілком блокує роботу двигуна.

Україна має дуже перспективну сировинну базу для виробництва біодизельного палива. Заплановано в ході розширення посівів ріпаку отримання 9,0 млн. т ріпакового насіння, що може забезпечити отримання майже 3,0 млн. т біодизельного палива (75 % річної потреби агропромислового комплексу держави). Завдяки здатності ріпака пристосовуватись до різних агрокліматичних умов, посівні площі під нього можна значно збільшити, але майже весь врожай ріпаку експортується до країн ЄС, оскільки в Україні виробництво біодизельного палива без належної фінансово-економічної стимуляції виробників і споживачів є збитковим (собівартість складає 10–12 грн/л).

Вирішення вищезазначених проблем надасть можливість у найближчі роки запровадити широке використання альтернативних та біопалив у сфері автотранспорту України.

Біодизельне паливо – високоефективний мастильний матеріал, що використовується як 5 % паливна присадка трьома ведучими французькими нафтовими компаніями для компенсації відсутності змащуючої здатності у нафтових палив з дуже низьким вмістом сірки. Згідно з узагальненими показниками, кожен гектар землі, що відповідає вимогам для вирощування олійного рапсу, при відповідних врожаях дає в середньому одну тонну біодизельного палива (табл. 1), що замінює одну тонну нафтодизельного палива, зменшуючи, таким чином, викид діоксиду вуглецю до 3,7 т, тобто дає зменшення на одну тонну викидів вуглецю в порівнянні із допустимими.

Таблиця 1

Виробництво олії із різної сировини з 1 га землі за рік

Сировина	Кг олії/га	Літрів олії/га	Сировина	Кг олії/га	Літрів олії/га
Кукурудза	145	172	Соняшник	800	952
Кеш'ю	148	176	Какао	863	1026
Овес	183	217	Арахіс	890	1059
Люпин	195	232	Мак	978	1163
Календула	256	305	Ріпак	1000	1190
Бавовна	273	325	Олива	1019	1212
Коноплі	305	363	Кастор	1188	1413
Соя	375	446	Пекан	1505	1791
Кава	386	459	Жолоба	1528	1818
Льон	402	478	Ятрофа	1590	1892
Лісний горіх	405	482	Горіх макадамі	1887	2246
Насіння гарбуза	449	534	Бразильський горіх	2010	2392
Коріандр	450	536	Авокадо	2217	2638
Насіння гірчиці	481	572	Кокос	2260	2689
Рижик (рослина)	490	583	Пальмова олія	5000	5950
Кунжут	585	696	Рис	696	828
Сафлор красильний	655	779	Водорості	-	95000

На думку окремих фахівців, ріпако-метаноловий етер (РМЕ), який є продуктом переробки ріпакової олії, за своїми властивостями є близьким до дизельного палива і може застосовуватися в дизелях без внесення змін до їх конструкції. Однак під час експлуатації двигуна на чистому РМЕ спостерігалися випадки погіршення пускових властивостей холодних двигунів, виходу з ладу окремих деталей з еластомерів системи живлення, а також були зафіксовані відкладення на впускних клапанах. Окрім цього, при використанні РМЕ існує загроза розвитку в паливі мікроорганізмів. У цьому плані слід враховувати досвід західних країн. Згідно з європейським стандартом на дизельне паливо EN 590-2004 допускається застосування не більше 5 % естерів жирних кислот (біодизельного палива) у дизельному паливі для неадаптованих двигунів.

Для України є всі підстави вважати, що завдяки реалізації інноваційних технологій до 2020 року частка альтернативних палив, які буде споживати автомобільний транспорт в Україні, може сягнути 23–25 % від загальних обсягів споживання моторних палив.

Синтезування рідких палив, близьких за властивостями до традиційних моторних палив, виробляється з природного газу. При цьому природний газ окислюється в присутності каталізатора в синтез-газ, що містить монооксид вуглецю CO і водень H₂ [14]. При чому з 1 м³ синтезу-газу одержують 120-180 м рідких вуглеводнів. Змішування цих вуглеводнів між собою і продуктами переробки нафти дозволяє одержати моторні палива із заданими

фізико-хімічними властивостями. Також можливо їхнє підмішування до дизельного палива і безпосередньо в процесі експлуатації дизельних двигунів [15].

У якості перспективних альтернативних палив, одержуваних із природного газу, розглядаються також метиловий спирт (метанол), етиловий спирт (етанол) і діметиловий етер [16–19]. Причому, їхнє синтезування можливе також з будь-якої іншої сировини яка містить вуглець (вугілля, сланців, торфу, деревини), а також відходів від промислового і сільськогосподарського виробництв. За своїми властивостями названі спиртові палива придатні як для використання в двигунах із примусовим запаленням, так і для застосування в дизелях.

Одним з найбільш перспективних спиртових палив є метанол, промислове одержання якого освоєне в багатьох країнах. Спиртові палива мають ряд істотних недоліків, серед яких слід зазначити їхню токсичність (особливо це стосується метанолу), корозійну активність і агресивність стосовно алюмінієвих сплавів, гумам і іншим конструкційним матеріалам [20].

Також, крім первинних паливно-енергетичних ресурсів для виробництва моторних палив можуть бути використані так звані вторинні ресурси – гази, одержувані при переробці нафти, природних і побіжного нафтового газів, коксовий, доменний і генераторний гази, біомаса (деревина, тваринні і рослинні жири, водорості, відходи сільськогосподарського виробництва й ін.). Найбільш значимими з них є біомаса і продукти її переробки. При цьому на відміну від інших перерахованих вище енергетичних ресурсів біомаса є поновлюваним джерелом енергії.

Щорічно у світі утворюється 170–200 млрд т рослинної біомаси (у перерахуванні на суху масу), що енергетично еквівалентно 70–80 млрд т нафти. Використовується лише невелика її частина. При сучасному рівні розвитку техніки мається можливість додаткового використання біомаси (ще близько 2,5–5 %) для виробництва моторного палива, що еквівалентно 2–4 млрд т нафти або 3–6 млрд т вугілля щорічно. Синтетичні моторні палива можуть бути отримані з біомаси шляхом її газифікації водяною парою при температурі 1000–1200 °C і подальшого синтезу палив із синтезу-газу в присутності каталізатора Co [21].

До альтернативних енергоносіїв з підвищеним вмістом водню можна віднести:

- природний газ, що характеризується самою низькою енергетичною вартістю яка приблизно в два рази нижче відповідної вартості сучасних нафтових палив;
- спиртові палива (метанол, етанол), у тому числі синтетичні моторні палива (СМТ);
- у перспективі водень, що може використовуватися як основне паливо для енергоустановок (у ряді країн Європи міські автобуси вже працюють на водні, що поставляється з Канади в зрідженому виді спеціальними танкерами), так і як високоефективна добавка до збіднених вуглеводно-повітряних паливних сумішей.

На першому етапі перехідного періоду для транспортної енергетики України найбільш прийнятним заміником нафтових палив (виходячи з ресурсних і вартісних показників, а також з екологічної доцільності) є природний газ, причому його використання вирішує проблему пропонованого в Європі зниження рівнів викидів парникових газів (насамперед CO_2) з ВГ транспортних двигунів на 20 %. Зазначене зниження рівнів викиду CO_2 також може бути забезпечене при використанні традиційних нафтових палив з добавкою приблизно 5–7 % мас. водню.

Моторні якості метану (високі теплотехнічні і детонаційні показники, широкий діапазон зміни концентраційних меж запалення) дозволяють: істотно підвищити ступінь стиску в поршневих ДВЗ із примусовим, у тому числі форкамерно-факельним запаленням пальної суміші, реалізувати енергетично й екологічно високоефективне спалювання збіднених газоповітряних сумішей. За даними ряду транспортних підприємств мінімальні паливні складові забезпечуються саме при експлуатації транспортних засобів на стиснутому природному газі, навіть без урахування істотного поліпшення їх екологохімічних показників. При цьому, більш ефективно використання природного газу в міському транспорті можливо при досягненні наступних умов: істотне зниження вартості і витрат на експлуатацію автогазонаповнювальних

компресорних станцій, а також з їхнім розташуванням у межах міста; зменшення маси і вартості газобалонної апаратури; створення або придбання газових двигунів з підвищеною (не менш чим на 20 %) експлуатаційною паливною економічністю.

Регіонально доцільним або екологічно необхідним може також виявитися використання комбінованих палив: застосування більш дешевих низькооктанових прямогонних бензинів з антидетонаційними й екологічно ефективними добавками стиснутого природного газу або водню. Водень, як додаткове паливо, має ряд переваг: висока питома теплота згоряння й антидетонаційна стійкість, гарна займистість вуглеводньо-водньо-повітряних сумішей у широкому діапазоні температур і складів, що дозволяє організувати якісне регулювання робочих процесів двигунів, збільшуючи тим самим їхній термічний ККД на режимах часткових навантажень, характерних для роботи транспортних засобів в умовах міста.

Досвід багатьох країн показує, що добавка метанолу в кількості 10–15 % до бензину з октановим числом 72 підвищує ОЧ на 8–10 пунктів і дозволяє використовувати таку бензометанольну суміш у серійно застосовуваних двигунах. Застосування метанолу (або іншого спиртового палива) у якості основного носія водню також є одним з перспективних шляхів еколого-енергетичного удосконалювання енергоустановок. Це обумовлено насамперед тим, що конверсійний газ (конгаз), що утворюється в результаті конверсії метанолу, містить 67 % об'ємів водню і 33 % об'ємів оксиду вуглецю, які є екологічно чистими складовими палива і дозволяють істотно збіднювати паливно-повітряну суміш, що у свою чергу сприяє підвищенню економічності двигуна, а також зниженню рівнів викидів токсичних і канцерогенних інгредієнтів з ВГ автомобілів.

Другим важливим фактором, що підвищує економічність такої енергоустановки, є утилізація внутрішньої енергії ВГ шляхом часткового їхнього відбору в реактор на розкладання метанолу. При 100 % конверсії приріст енергоємності конгазу складає приблизно 10 % у порівнянні з метанолом, а повернення його в цикл дозволяє підвищити індикаторний ККД двигуна на 3–4 %. Варто також врахувати і зручність бортового збереження метанолу (етанолу), що практично не відрізняється від збереження бензину.

Високі антидетонаційні якості, а також розширений діапазон раціонального збіднення паливних сумішей, характерних для природного газу, спиртових палив і водню, визначають переважне їхнє використання в поршневих двигунах із примусовим запаленням паливних сумішей. При цьому забезпечується можливість істотного підвищення ступеня стиску в двигунах (до 14 і більш), а також розширення оптимальних діапазонів збіднення паливних сумішей, що призведе до підвищення ККД робочого процесу (на 5–10 %) у всьому діапазоні режимів роботи двигунів.

Висновки

Таким чином, альтернативні палива з підвищеним вмістом водню (природний газ, спиртові палива, а також композитні палива з використанням спиртових палив і водню як додаткові енергоносії) є в даний час і на найближчий період ефективними замінниками нафтових палив, що забезпечують не тільки зниження споживання нафтових палив, але й одночасне підвищення екологічної безпеки енергоустановок.

Список літератури

1. Закон «Про альтернативні види палива»: за станом на 19.06. 2009 / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi>
2. Семенов В. Г. Определение теплоты сгорания биотоплив растительного происхождения / В. Г. Семенов // Физические и компьютерные технологии в народном хозяйстве: [сборник трудов 4-ой Международной научно-технической конференции]. Харьков: ХНПК «ФЭД», 2001. – С. 250–253.
3. Девятин С. Н. Использование смесевых биотоплив в дизелях / С. Н. Девятин, В.

- А. Марков, Д. А. Коршунов // Сборник научных трудов по проблемам двигателестроения, посвященный 175-летию МГТУ им. Н. Э. Баумана. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – С. 63–68.
4. Марков В. А. Работа дизелей на растительных маслах / В. А. Марков, С. Н. Девятин, Д. А. Коршунов // Грузовик &. – 2006. – № 7. – С. 33–46.
5. Рапсовое масло как альтернативное топливо для дизеля/[В. А. Марков, А. И. Гайворонский, С. Н. Девятин и др.] // Автомобильная промышленность. – 2006. – № 2. – С. 1–3.
6. Семенов В. Г. Оптимизация состава бинарного альтернативного дизельного топлива / В. Г. Семенов // Химия и технология топлив и масел. – 2003. – № 4. – С. 29–32.
7. Кирилов Н. Г. Альтернативные моторные топлива XXI века / Н. Г. Кирилов // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. – 2003. – № 3. – С. 58–63.
8. Про затвердження програми "Етанол": за станом на 04.07 2000 р. / Кабінет Міністрів України (Постанова). – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi>
9. Закон України «Про єдиний митний тариф» : за станом на 24.07.2010 / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi>
10. Закон України «Про ставки акцизного збору і ввізного мита на деякі товари (продукцію)»: за станом на 1.07 2010 р. / Верховна Рада України. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi>
11. Бензини автомобільні. Технічні умови: ДСТУ 4063-2001.- [Чинний від 2002-07-01]. – К.: Держстандарт України, 2002. – Режим доступу: <http://www.crocus-com.ua/ru/help/73/>
12. Бензини автомобільні підвищеної якості. Технічні умови: ДСТУ 4839-2007. .- [Чинний від 2007-08-03]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – Режим доступу: <http://www.fortis-group.com.ua/files/DSTU4839-2007.pdf>
13. Химия жиров / [Б. Н. Тютюнников, З. И. Бухштаб, Ф. Ф. Гладкий и др.]. – М.: Колос, 1992. – 448 с.
14. Марков В. А. Топлива и топливоподача многотопливных и газодизельных двигателей / В. Марков, С. Козлов. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 296 с.
15. Шкаликова В. Н. Применение нетрадиционных топлив в дизеля / В. Шкаликова, Н. Патрахальцев. – М.: Изд-во Российского университета Дружбы народов, 1993. – 63 с.
16. Антифеев В. Н. О новой московской программе использования альтернативных видов моторного топлива на автотранспорте / Антифеев В. Н., Ровнер Г. Н., Мкртычан Я. С. // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. – 2002. – № 4. – С. 8–17.
17. Грехов Л. В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей / Грехов Л. В., Иващенко Н. А., Марков В. А. – М.: Изд-во «Легион-Автодата», 2004. – 344 с.
18. Кирилов Н. Г. Альтернативные моторные топлива XXI века / Н. Г. Кирилов // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. – 2003. – № 3. – С. 58–63.
19. Лютко В. Н. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания / Лютко В. Н., Луканин В. Н., Хачиян А. С. – М: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. – 311 с.
20. Bosch: Системы управления дизельными двигателями: Пер. с немецкого. – М: Изд-во «За рулем», 2004. – 480 с.
21. Паушкин Я. М. Растительная биомасса как сырье для получения олефинов и моторных топлив / Паушкин Я. М., Лапидус А. Л., Адельсон С. В. // Химия и технология топлив и масел. – 1994. – № 6. – С. 3–5.

ALTERNATIVE FUEL AS BASIS OF RESOURCE SAVING AND ECOLOGICAL SAFETY OF MOTOR TRANSPORT

N. VNUKOVA, Cand. Geogr. Scie.,
M. BARUN, graduate student

The technological trends of consumption reduction of fuels of oil origin and a decrease of polluting substances emissions are determined. The most perspective alternative types of fuel for automobile and other kinds of transport are considered.

Key words: *alternative fuel, plant oil, transport, polluting substances.*

Поступила в редакцию 25.04 2011 г.