

УДК 662.758.2

## ПРОБЛЕМА ПАЛЬНОГО ТА ШЛЯХИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ

Гомонай В.І., Богоста А.С.

*Ужгородський національний університет, 88000, м.Ужгород, вул. Підгірна 46*

На першому засіданні Міжвідомчої комісії з питань розвитку енергетики України (жовтень 2010) було визначено один з найважливіших національних пріоритетів розвитку альтернативної (відновлювальної) енергетики, згідно якої ключовими напрямками стане розвиток сонячної, вітрової енергетики та гідроенергетики малих і середніх річок. Крім цього, звертається увага на розвиток видобутку сланцевого і супутнього вугільним родовищ газу (метану), а також кроки з енергозбереження та підвищення енерго-ефективності економіки, тобто планується, що в найближчі 10 років Україна має зробити ривок у забезпеченні своєї енергетичної незалежності, розвиваючи альтернативні джерела енергії.

Як відзначають експерти, розвитку для виробників альтернативної енергетики сприяють податкові пільги, які набули чинності з 1 січня 2011. До 2020 року цих суб'єктів звільнено від сплати податку на прибуток. Компанії ще 10 років зможуть ввозити енергозберігаюче обладнання без сплати ПДВ і мита.

На жаль, в постанові відмічено як найбільш перспективні джерела енергії вітрову, сонячну та гідроенергетику, частка яких до 2015 року може досягти 4% енергобалансу країни за умови, що буде налагоджено виробництво відповідного енергоукомплектування. В той же час поза увагою залишилися найбільш потужні джерела відновлювальної енергії, вклад яких у загальний енергобаланс може складати до 50%.

Наша держава зараз не має на своїх територіях потужних нафтогазових промислів, і тому, незважаючи на великі прогнозовані родовища рідкого та блакитного палива, вона цілком залежить від імпорту цих енергоносіїв.

Ще 30 - 35 років тому керівники колишнього Союзу націлювали енергетиків країни на максимальне використання нафти і

газу з поступовим скороченням видобутку вугілля, бо вважалося, що так буде дешевше. Оскільки запаси нафти і газу катастрофічно скорочуються, Україні доводиться змінювати орієнтацію і будувати свій паливно-енергетичний баланс в основному на вугіллі, розвідані запаси якого на Україні перевищують 15 мільярдів тонн. Отже, його вистачить більш ніж на 250 років. Є вугілля не лише в Донбасі, але й у інших регіонах країни.

Вся історія розвитку цивілізації - пошук джерел енергії. Це досить актуально і сьогодні. Адже енергія - це можливість подальшого розвитку індустрії, одержання стійких врожаїв, благоустрій міст і надання допомоги природі в заліковуванні ран, нанесених їй цивілізацією. Тому рішення енергетичної проблеми вимагає глобальних зусиль. Свій чималий внесок робить хімія як сполучна ланка між сучасним природознавством і сучасною технікою.

Протягом останніх 100 років одні джерела енергії змінювалися іншими: деревину замінили на вугілля, вугілля - на нафту, нафту - на газ, вуглеводневе паливо - на ядерне. До початку 80-х років у світі близько 70% потреби в енергії задовольнялись за рахунок нафти і природного газу, 25% - кам'яного і бурого вугілля і лише близько 5% - інших джерел енергії [1,2].

Зараз найбільш великими споживачами органічного палива є промисловість і теплові електростанції. З усього використовуваного палива близько 20% йде на виробництво електроенергії, 30% - на одержання так званої низької потенціальної теплоти (опалення приміщень, гаряча вода і т.д.), 30% - на автономний транспорт (авіація, морський і автотранспорт). Близько 20% палива споживає хімічна і металургійна промисловість [3].

Історія розвитку нафтової індустрії коротше, ніж вугільної. Хоча нафта використовувалася з античних часів для освітлення і як паливо, нестримні темпи росту її видобутку і використання тісно зв'язані зі створенням авто- і авіа- транспорту. Починаючи з 1854 р. простою перегонкою нафти стали одержувати гас. Низько кип'ячі фракції не використовувалися. У 1913 р. американець У. Бартон розробив термічний крекінг-процес, що дав можливість не тільки робити до 50% бензину з нафти, але і здійснювати гідрогенізацію ненасичених вуглеводнів, що утворюються під час крекінгу. Наприклад, у 1928 р. по крекінг-процесу з 195 млн. м<sup>3</sup> нафти було одержано 62 млн. м<sup>3</sup> бензину, 18 млн. м<sup>3</sup> гасу, 7 млн. м<sup>3</sup> мастил, інше - газойль, мазут, парафін, асфальт і ін [4].

До моторного палива відносяться як газоподібні речовини: природний газ або метан, суміш пропану і бутану, моно оксид вуглецю (СО), водень або суміш водню з СО, так і рідкі – легкі бензини, важкі бензини (керосин, реактивне паливо), дизельне паливо. Крім цього, як моторне паливо можуть бути використані спирти (метиловий, етиловий) або їх суміші. Таким чином є досить великий спектр речовин, які можуть бути використані як паливо у двигунах.

Паливо для двигунів внутрішнього згорання повинно відповідати двом головним вимогам: воно повинно випаровуватись у певному інтервалі температур, щоб легко поступати у циліндр двигуна, але в'язкість його не повинна бути дуже високою (щоб двигун легко заводився і в холодну погоду); октанове число палива повинно дорівнювати деякому мінімальному значенню або перевищувати його. Чим вище ступінь стискання у двигуні внутрішнього згорання, тим вищим повинно бути октанове число бензину. При цьому ефективність роботи двигуна зростає.

Спочатку при простій перегонці нафти одержували бензини, що мали низькі октанові числа (35 – 45), і щоб їх підняти до 70 і вище, до них додавали тетраетилсвінець або інший антидетонатор. Згодом хіміки розробили технології (так звані процеси *крекінгу* і *риформінгу* нафти), які дали змогу практично на 90 % перетворювати нафту у бензин. При цьому вміст ароматичних сполук у бензині

можна довести до 30 – 40 %, що в свою чергу підвищує октанове число до 90 і вище, і зараз одержують бензин "супер" із октановим числом 98 [5].

Рідке паливо з високим октановим числом (90 і вище) як правило це суміш вуглеводнів, серед яких переважають (біля 60%) так звані ароматичні вуглеводні: бензол, толуол, ксилол. Його добувають шляхом спеціальної переробки нафти. Більшість автомобілів у цілому світі працює саме на рідкому паливі (бензині). Але за останні 30 років, коли кількість транспортних засобів неухильно зростала високими темпами, у центральній частині Європи джерела природної нафти були практично вичерпані (Україна, центральна частина Росії тощо), і її стали видобувати у більш віддалених частинах (Сибір, Арабські Емірати, Кувейт, Ірак тощо). Це призвело до підвищення ціни на рідке паливо. Тому інтенсивно почали освоювати як джерело енергії газ.

Найкраще обом цим вимогам відповідає газувате паливо: воно легко випаровується в умовах роботи двигуна, і має високе октанове число. Октанове число - це детонаційна характеристика палива: для вуглеводню ізо-октану воно дорівнює 100, а для н-гептану 0. Суміш цих вуглеводнів в залежності від складу може мати октанове число від 0 до 100, наприклад 90 часток ізо-октану і 10 часток н-гептану має октанове число 90 [6].

А чи не можна бензин замінити газом? Уперше дослідження по застосуванню стиснутого природного газу в транспорті велися в 30-х роках, а в 50-х на дорогах тільки нашої країни було 20000 автомобілів, що працюють на такому пальному. Дешевий бензин, що з'явився, виявився поза конкуренцією. Але в зв'язку з підвищення цін на нафтопродукти вчені знову звернулися до старих проектів: бензин можна замінити зрідженою пропан-бутановою сумішшю, що зберігають при звичайній температурі. Вона дешевше бензину, менш токсична, продовжує термін служби двигуна. Але все лихо в тім, що природні запаси газу також не безмежні, як і нафти.

Світові запаси вуглеводневого палива – нафти і газу – обмежені, а витрачаються за останні десятиліття надзвичайно швидко, оскільки вони складають основу енергетики і продуктів органічного синтезу більшості розвинутих країн.

За прогнозами експертів з енергетики, світова добича нафти на сьогодні вже досягла максимуму (5 млрд. т) і в подальшому буде поступово зменшуватись. У зв'язку з «енергетичною» (нафтовою, сировинною) кризою ціна на нафту і продукти її переробки значно зросли. З кожним роком проблема з паливом для автомобільного транспорту стає все більш критичною. Така тенденція не випадкова, оскільки запаси нафти з кожним роком скорочуються, тоді як кількість транспортних засобів, що використовують рідке паливо, неухильно зростає з кожним роком. Крім того, на ціну нафти впливали різні конфлікти у світі. Так, у 1973 році арабо-ізраїльський конфлікт призвів до того, що держави ОПЕК збільшили ціну нафти для західних країн на 70%; серпень 1990 року – напад Іраку на Кувейт, що призвело до різкого стрибка ціни на нафту; березень 2003 року – початок війни у Іраку тощо. Якщо у 1973 році 1 барель нафти (159 л) на світовому ринку коштував 3 долари, то сьогодні вона досягла 85\$, тобто за 10 років (з 1970 по 1980 р.) ціна на нафту на світовому ринку зросла більш ніж у 20 разів. В той же час зростаючі проблеми розвідки і добичі, обумовлені кліматичними і геолого-географічними факторами, також викликають невпинне зростання цін на нафту і природний газ. А ціни зросли просто шокує: сьогодні ціна на найпоширенішу марку бензину А-95 зросла до 7,50 грн. за літр. Це вже аксіома - зі зростанням цін на бензин починається зростання цін на все інше.

Щоб запобігти подальшому зростанню цін на паливо і захистити економіку своїх країн від впливу різних негативних факторів, вчені багатьох країн працюють над проблемою розробки нових джерел енергії для транспортних засобів: це паливні елементи, водень з гідридів металів, рідкий азот тощо. Але можна з впевненістю стверджувати, що в найближчі 30 - 40 років рідке паливо і природний газ будуть використовуватись в переважній більшості транспорту, оскільки інші джерела енергії не можуть поки задовольняти потребу людства. Тому постає

проблема, що робити сьогодні і в найближчий час, щоб забезпечити попит на рідке паливо.

Історія підказує нам вирішення цієї проблеми. Ще в двадцятих роках минулого століття німецькі вчені Фішер і Тропш розробили каталітичний метод одержання рідкого палива з бурого вугілля. Це дало можливість Німеччині, яка не мала власних покладів нафти, виробляти на передодні Другої світової війни по 2,5 тисячі кубометрів синтетичного бензину на день [7]. Без такого палива Німеччина не змогла б вступати у війну.

Після поразки гітлерівської Німеччини заводи по синтезу штучного бензину були зруйновані, оскільки на той час виробництво синтетичного бензину було менш вигідним, ніж виробництво його з природної нафти. Але з кінця 70-х років минулого століття запаси природної нафти в європейській частині практично були вичерпані, і нафту стали добувати на близькому сході і в Сибіру. Добування і транспортування нафти з кожним роком стає все дорожчим, і вже на початку нашого століття, по оцінкам експертів, ціна бензину синтетичного і з природної нафти зрівнялися (тобто гілки ножиці перетнулися) і це практично стало гальмом безперервного підвищення цін на природну нафту.

Перший практичний крок по вирішенню нафтової кризи зробила Південно-Африканська Республіка (ПАР). Економіка цієї країни раніше, наприклад, перебувала у повній залежності від іноземних постачальників нафти. Особливо важким для цієї індустріальної держави з її 30 мільйонним населенням були сімдесяті роки, точніше — їх початок, коли виникла перша світова нафтова криза. Тоді ПАР вирішила шукати вихід із майже безнадійного становища з тим, щоби створити великомасштабне виробництво, де б кам'яне вугілля перероблялося на моторне паливо. Коли починаєш докладніше знайомитися з технологією цього вражаючого успіху, то бачиш, що він визначався надзвичайно далекоглядною правовою, фінансовою і технічною політикою уряду, а також перспективністю тих рішень, які були прийняті на

початкових стадіях реалізації унікальної програми. Усі досягнення у новій галузі пов'язані з діяльністю компанії "Салол" [8]. Саме вона, починаючи з 1950 року, організовувала та спрямувала роботу цілої низки своїх фірм, що працювали над проблемою видобутку вугілля, його переробки, одержання з продуктів вуглехімії і мінеральних добрив, вибухівки та інших потрібних речовин.

Уже у 1960 році на заводі "Сасол" була опрацьована промислова технологія переробки кам'яного вугілля у нафтопродукти. Пізніше було збудовано ще два заводи, а також кілька шахт. Технологія компанії "Салол" визнана всюди. Її закупили кілька фірм Європи, Америки і навіть близького Сходу. У США під ключ споруджено і законсервовано завод, де за потреби можна випускати нафтопродукти методом «Сасол-Синтол». Технологічний процес «Сасол-Синтол» на початковому етапі був симбіозом уже давно відомої німецької схеми, де використовувались реактори з нерухомим прошарком каталізаторів, а також американської схеми каталітичного крекінгу [9]. Звичайно, метод довго удосконалювався, і зараз він найбільш ефективний. У спрощеному вигляді перебіг процесу відбувається так. Відсортоване вугілля подається до газогенераторів Лургі разом із парою та киснем, що надходить від установки для розділення повітря. У газифікаторі тиск підвищується до 30 атмосфер. Синтез вуглеводнів з оксиду вуглецю та водню, який є одним з методів одержання *синтетичного рідкого палива* (СРП), а також цінної ароматичної сировини для промисловості органічного синтезу, набув сьогодні великого значення. Цей процес є гетерогенною каталітичною реакцією. Для здійснення синтезу використовують суміш оксиду вуглецю і водню (так званий *газ синтезу*, який містить менше 0,2 г сірки на 100 м<sup>3</sup>) і каталізатор (залізний, кобальтовий, нікелевий або рутенієвий). Термін роботи кобальтових і залізних каталізаторів при тисках 7 – 20 атм значно більший, ніж при атмосферному тиску і становить 26 тижнів і більше [10]. Але термін їх роботи можна значно продовжити періодичною екстракцією розчинником або обробкою воднем на протязі короткого часу. При цьому з поверхні каталізатору видаляється велика кількість (20 – 100 вагових % від ваги

каталізатора) парафіну і високо кип'ячих кисневмісних сполук.

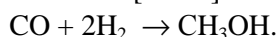
Реакція синтезу відбувається з виділенням значної кількості тепла (4000 ккал на 1 кг рідкого продукту). Оптимальні температури синтезу для *нікелевого* та *кобальтового* каталізаторів знаходиться в межах від 170 до 205°C, для *залізного* – від 200 до 325°C і для *рутенієвого* – від 160 до 225°C. Там утворюється сирий газ. Його охолоджують, і він конденсується. Скраплений газ обробляється, внаслідок чого одержують фенол та аміак. Очищений синтезований газ подається до установки "Синтол" і разом із каталізатором на основі заліза надходить до реакторів, а звідти рідинні вуглеводневі фракції перекачуються у відділення переробки нафти, де з них звичайним способом одержують моторне пальне [11]. Шляхом подальших хімічних операцій одержують бензин, дизельне пальне, мазут, етилен, поліпропілен. Компанія "Сасол" щороку переробляє на трьох своїх заводах 35 - 37 мільйонів тонн вугілля, маючи з того 15 - 17 мільйонів тонн штучного моторного пального. Для цього вона споживає 160 мільйонів тонн води і 28 мільйонів тонн кисню. Відома вона й тим, що є основним виробником етилену, пропілену, поліпропілену, аміаку, фенолів, сірки, дьогтю, креозоту, спиртів, розчинників, парафінів, міндобрив, вибухівки і т. ін. Відзначимо ще одну особливість штучного палива - воно значно чистіше, ніж звичайне [12].

Але в найближчі десятиліття енергетики ще не скинуть з рахунків ні деревину, ні вугілля, ні нафту, ні газ. І в той же час вони повинні посилено розробляти нові способи виробництва енергії.

В зв'язку з цим в більшості розвинутих країн світу шукають шляхи для заміни продуктів нафтопереробки синтетичним рідким паливом (СРП), яке можна виготовляти із сировини, запаси якої наявні у великій кількості і більш доступні. Крім головного призначення альтернативне СРП повинно розв'язати і екологічні проблеми - зменшити токсичність вихлопних газів транспортних засобів. Відомо [13], що частка забруднення від двигунів внутрішнього згорання достатньо велика і складає 40-50 % від загальної

кількості токсичних речовин, що викидаються в атмосферу.

Оскільки серед видів пального найбільш дефіцитним є рідке, у багатьох країнах виділені великі засоби для створення рентабельної технології переробки вугілля в рідке (а також газоподібне) паливо. У цій області співробітничать учені Росії і Німеччини. Суть сучасного процесу переробки вугілля в синтез-газ полягає в наступному. У плазмовий генератор подається суміш водяної пари і кисню, що розігрівається до 3000°C. А потім у розпечений газовий смолоскип надходить вугільний пил, і в результаті хімічної реакції утворюється суміш оксиду вуглецю (II) і водню, тобто синтез-газ. З нього одержують метанол [14-18]:



Метанол може замінити бензин у двигунах внутрішнього згорання. У плані рішення екологічної проблеми він вигідно відрізняється від нафти, газу, вугілля, але, на жаль, теплота його згорання у 2 рази нижче, ніж у бензину, і, крім того, він агресивний стосовно деяких металів, пластичних мас [19-21].

Як вже відмічалось, підвищення цін на бензини різних марок викликало більш широке застосування газу (метану або пропан-бутанової суміші) як пального у двигунах внутрішнього згорання, оскільки використання газу дає можливість витратити менше грошей на паливо. Вважається, що гази (метан, пропан, бутан тощо) згорають у двигуні повністю до вуглекислого газу і води. Але в ряді досліджень, як в умовах адіабатичного стиснення і при високих температурах (1200K і вище)[22], так і при атмосферному тиску [23] метан частково окислюється до формальдегіду, а також до CO і CO<sub>2</sub>. Тому не дивно, що за останні 5-7 років, коли в Україні різко збільшилось число автомобілів, які працюють на стиснутому газі, концентрація формальдегіду в повітрі великих міст збільшилася у 10-30 разів порівняно з допустимими нормами. Зауважимо, що формальдегід відноситься до надзвичайно небезпечних токсичних речовин.

Таким чином, чадний газ, бензпірен і оксиди вуглецю присутні у вихлопних газах практично всіх двигунів внутрішнього згорання [24], тільки їх кількості можуть

зменшуватись чи збільшуватись в залежності від складу реакційної суміші, тиску у циліндрі тощо. Двигуни, що працюють на стиснутому газі, викидають тільки чадний газ і формальдегід, але це не зменшує небезпеки від забруднення атмосфери в містах з інтенсивним рухом автомобілів.

Щоб знизити ризик забруднення атмосфери викидами небезпечних для життя компонентів приймаються певні заходи. Сучасні автомобілі обладнуються в обов'язковому порядку спеціальними каталізаторами, в яких оксиди азоту розкладаються до азоту, а чадний газ, бензпірен і формальдегід доокислюються до вуглекислого газу і парів води. Вихлопні гази з такими пристроями практично не містять тих шкідливих для здоров'я речовин, про які вказувалося вище. В більшості Європейських країн прийнято закон про заборону використання автомобілів без каталізаторів. В Україні більшість автомобілів не обладнані цими пристроями і вони отруюють атмосферу в містах і селах.

Необхідність заміни нафти на альтернативні джерела стає зрозумілою вже майже кожному, навіть не дуже обізнаному в науці і техніці. Можна тільки привести деякі думки спеціалістів по нафті, які публікуються в останній час. На основі проведених досліджень спеціалісти Асоціації по вивченню кон'юнктури нафтового попиту (ASPO) прогнозують, що через 10 років у світі розпочнеться масштабна криза, викликана тим, що запит на нафту перевищить пропозиції.

Згідно розрахунків ASPO, розвинуті країни і ті що розвиваються будуть надзвичайно швидкими темпами збільшувати використання основного енергетичного джерела – нафти. Так, експерти вважають, що запаси нафти скінчаться ще при житті нинішнього покоління, оскільки вже тепер індустриально розвинені країни Заходу використовують нафти в чотири рази більше, ніж відкриваються її запаси. А через 20 років використання нафтопродуктів збільшиться порівняно з нинішнім ще на 20%. Крім цього, і країни, що розвиваються, будуть використовувати на 50% більше

чорного золота, а виробники нафти не зможуть задовольнити зростаючі потреби. Через 10-15 років може настати нафтова криза, тому що всі запаси вуглеводневої сировини на всій планеті Земля на сьогоднішній день достеменно відомі, а нові родовища відкриваються вкрай рідко.

Так, вже на сьогоднішній день для окремих країн одержання синтетичного рідкого палива (СРП) вигідніше порівняно з паливом із нафти: це синтез вуглеводнів методом Фішера-Тропша на базі переробки дешевого вугілля (заводи «Сасол», ПАР), виробництво спиртів на базі рослинної сировини (Бразилія), виробництво синтетичного бензину конверсією метанолу на цеолітних катализаторах по методу «Мобіл» (Нова Зеландія), виробництво суміші спиртів  $C_1-C_4$  із додаванням високооктанового компоненту (США, Італія), виробництво метилтретинного бутилового ефіру (МТБЕ), метилтретинного амілового ефіру (МТАЕ) (Німеччина, Італія, США, Канада, Франція, Югославія і т. д.).

Як вже відмічалось вище, на сьогодні глибина переробки нафти у бензин сягає ~90% і подальше її збільшення пов'язано із застосуванням енергоємних і дорого стоячих процесів. Технологія переробки цих нафтових залишків по енергоємності і капіталовкладенням буде дорожче виробництва рідкого палива із газу.

По оцінці експертів особливий інтерес в якості альтернативної заміни нафти представляє метанол, оскільки він може бути одержаний із будь-якої вуглець вмісної сировини, а розширення області його застосування в перспективі може бути гарантовано багатою сировинною базою (вугілля, сланці, торф, природні карбонати, вода і рослинна сировина).

Метанол може бути використаний як для виробництва компонентів моторних палив, так і для одержання речовин, традиційно одержуваних із нафти, але в обох випадках він виконує роль енергозберігаючого агента [25-26].

У нашій країні дуже слабо розвинута нафтохімія. На базі нижчих олефінів нафтопереробки (етилен, пропілен, бутилени, стирол) доцільно організовувати виробництва продуктів нафтохімії: спиртів, оксидів, етиленгліколю, альдегідів, кетонів, фенолу,

ацетону, олігомерів етилену і пропилену, неіонних поверхнево-активних речовин та ін.

Виробництво продуктів нафтохімічного синтезу дає на порядок більші прибутки, ніж виробництво палив. Гідратацією етилену, пропилену, бутиленів (у присутності кислотних і цеолітних катализаторів) можна одержати етиловий, ізопропіловий, пропіловий, бутилові спирти як цінну сировину для виробництва різноманітних товарних продуктів (пластмас, волокон, поверхнево-активних речовин). Окисленням (у присутності катализаторів) етилену і пропилену можна одержувати важливі для подальшої хімічної переробки оксиди етилену і пропилену. На базі цих оксидів можна виготовляти цілу гаму поверхнево-активних речовин (емульгаторів, деемульгаторів тощо).

Звичайно, Україна давно вже мала б використати досвід ПАР. Якби переробити 40 - 50 мільйонів тонн вугілля на моторне пальне, зразу ж зняли б гостроту кризи нафтопродуктів. Певна річ, будівництво заводу для переробки вугілля - справа недешева. На це потрібно 10 - 15 мільярдів доларів. Україні ж таких заводів потрібно принаймні 3 - 4.

Але давайте поррахуємо ще раз: велику частину обладнання наша держава може виготовити сама, тобто купувати ми будемо лише те, що не зроблено вдома. Крім цього, виробництво синтетичного пального можна здійснювати і із бурого вугілля, значні запаси якого є на території України. Враховуючи високі ціни на бензин не важко підрахувати, що навіть при вкладанні 6-8 мільярдів доларів в один завод, він окупиться дуже швидко: щорічна переробка на ньому 10 мільйонів тонн вугілля дасть 5-6 мільйонів тонн штучного моторного пального, вартість якого складе ціну заводу. Отож, навіть враховуючи секрет катализатора, вкладені гроші у нову технологію дуже швидко повернуться. І головне – володіючи виробництвом продуктів нафтохімічного синтезу із власної сировини, Україна зможе не турбуватись політичними інтригами навколо проблеми придбання нафти та газу.

## Література

1. Гуревич И.Л. Технология переработки нефти и газа. Ч.1.-М.:Химия,1975.
2. Смилович Е.В. Технология переработки нефти. Ч.2.-М.:Химия,1980.-328с.
3. Альбом технологических схем процессов переработки нефти и газа./Под ред. Б.И. Бондаренко.-М.: Химия,1983.-128 с.
4. В. Е. Леонов. Катализ и катализаторы. Республиканский межведомственный сборник научных трудов. Выпуск 24. Киев, Наукова думка, 1986, с.26-35.
5. Кондаков Д. И., Тюков В. М., Терентьев Г. А. Альтернативные моторные топлива, перспективы их производства и применения.— Журн. Всесоюз. хим. о-ва им. Д. И. Менделеева, 1984, 29, № 4, с. 39—46.
6. Калечиц И. В. Синтетические топлива как сырьевая база энергетики и химии в перспективе.— Журн. Всесоюз. хим. о-ва им. Д. И. Менделеева, 1982, 27, № 3, с. 42—48.
7. Калечиц И. В. Перспективы интенсификации производства синтетического топлива прямой гидрогенизацией угля.— Журн. Всесоюз. хим. о-ва им. Д. И. Менделеева, 1984, 29, № 4, с. 63-73.
8. Капустин М. Л., Нефедов Б. К. Технологические процессы получения высокооктанового бензина из метанола. М., 1982.— 50 с. (Тематический обзор / ЦНИИТЭнеф-техим. Сер. Нефтехимия и сланцеперераб.).
9. Звонов В. Л., Леонов В. Е., Черных В. И., Балакин В. К. Применение бензино-метанольной смеси в качестве автомобильного топлива.— В кн.: Защита воздушного бассейна от загрязнения токсическими выбросами транспортных средств: Тез. докл. Всесоюз. конф. Харьков, 1981, с. 117—119.
10. Технология синтетического метанола / М. М. Караваев, В. Е. Леонов, И. Г. Попов и др.— М.: Химия, 1984.— 240 с.
11. Лapidус А. Л. Синтез углеводородов из окиси углерода и водорода.— Хим. пром-сть, 1983, № 5, с. 10—14.
12. Звонов В. А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания.— М.: Машиностроение, 1981.— 160 с
13. Гомонай В.І., Ходаковський В.С., Лобко В.Ю. Дослідження вмісту характених компонентів вихлопних газів автомобілів, що працюють на різних типах палива // Науковий Вісник Ужгородського університету. Серія: Хімія, 2005, випуск № 13-14, с. 152 – 155.
14. Кафаров В. В., Иванов В. А., Бродский С. Ф., Леонов В. Е. Исследование процесса получения метанола в трехфазном реакторе с суспендированным катализатором.— Теорет. основы хим. технологии, 1982, 16, № 5, с. 644—649.
15. Леонов В. Е., Лободин С. С, Самойленко В. А. Метанол — новый перспективный полупродукт органического синтеза.— Журн. Всесоюз. хим. о-ва им. Д. И. Менделеева, 1982, 27, № 3, с. 77—84.
16. Метанол как сырье для получения органических соединений / В. Е. Леонов, С. С. Лободин, А. С. Штефан и др.— Хим. пром-сть, 1983, № 5, с. 34—36.
17. Условия фазовой стабильности в системах бензин — метанол/В. Е. Леонов, В. С. Миславская, Н. О. Миславский и др.— Хим. пром-сть, 1981, № 2, с. 82—83.
18. Исследование сопряженных реакций в процессе совместного синтеза метанола и высших спиртов / В. Е. Леонов, Л. Э. Сушая, В. А. Евстафиев и др.— В кн.: Вопросы кинетики и катализа. Иваново, 1983, с. 72—75.
19. Леонов В. Е., Герич А. П., Худенко Л. В. Исследование влияния технологических условий на равновесие реакции конверсии метанола в диметилловый эфир.— Журн. прикл. химии, 1985, с. 125—128.
20. Исследование конверсии метанола в диметилловый эфир на цеолитном катализаторе/В. Е. Леонов, А. П. Герич, Л. В. Худенко и др.— В кн.: Применение цеолитов в катализе : Тез. докл. II Всесоюз. конф. М., 1981, с. 222—225.
21. Влияние условий процесса на закономерности образования метанола и высших спиртов / В. Е. Леонов, Л. М. Калиниченко, Т. Ф. Ведерникова и др.— Хим. пром-сть, 1983, № 10, с. 14—15.
22. Фурман М.С., Циклис Д.С. Окисление метана в условиях адиабатического сжатия. ДАН СССР, 1953, т.91, №3, с. 597 - 600.
23. Авторское свидетельство № 437741 /СССР/. Способ получения формальдегида. /Гомонай В.И., Ковач И.Ю. / Кл. С 07с 45/02; С 07 С 47/04.- Оpubл. В БИ, 1974, №28.
24. Гомонай В.И., Лобко В. Ю., Ходаковський В. С. Формальдегід – головний компонент забруднення атмосфери автомобільним транспортом в

- містах України. "Екологічний вісник". Січень-лютий 2007 №1 (41), с.10-12.
25. Леонов В. Е., Черных В. И., Балакин В. К. О регазификации метанола с целью получения топливного газа для автомобилей.— Пробл. машиностроения, 1983, вып. 20, с. 57—59.
26. Леонов В. Е., Лободин С. С. Перспективы использования метанола в новых химических процессах.— Журн. Всесоюз. о-ва им. Д. И. Менделеева, 1984, 29, №4, с. 54—63.

## PROBLEM OF FUEL AND WAYS OF ITS DECISION

**Gomonay V.I., Bogosta A.S.**

In work the attention to one of the most important national priorities is paid: to development of alternative sources of power of Ukraine with coal use. Prospects of processing of mineral coal in mineral oil by a method «Szaszol-Sintol» are considered: the sorted coal moves in gas generators Lurgy together with a steam and oxygen which enters from installation for division of air and receive synthesis gas. This gas submit to a fixed-bed catalytic reactor (iron, cobaltic, etc.) at pressure 7-20 atm and temperature 200-325°C. From the received liquid carbohydrate fractions in the usual way receive fuel for engines: benzine, diesel fuel, methanol, black oil and т.п. Feature of artificial fuel - it is much purer, than usual.