

більш актуальних у світі. Постійне зростання цін на нафту і забруднення навколишнього середовища змушують шукати нові види палива. Так прості ефіри традиційно додають до автомобільних бензинів, які менш гігроскопічні та корозійно агресивні аніж спиртові палива. Останнім часом спостерігається інтерес до диметоксиметану, диетилового та диметилового ефірів як до компонентів дизельного палива. Більшою мірою це пояснюється їх кращою запальністю в двигуні, а отже і високим цетановим числом.

Водночас важливу роль у розробці та широкому застосуванні альтернативних моторних палив з поліпшеними екологічними і експлуатаційними властивостями відводиться державним відомствам паливно-енергетичного комплексу та екологічної безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Слободчиков В. В. Моторні палива з альтернативних енергетичних ресурсів / В. В. Слободчиков, М. М. Балака // Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2015 : материалы Международ. науч.-практ. конф., 21–22 мая 2015 г. – Д. : НГУ, 2015. – С. 250–254.
2. Хіммотологія наземних транспортно-технологічних засобів : навч. посібник / В. М. Коваленко, Л. Є. Пелевін, Г. О. Аржаєв, В. В. Слободчиков. – К. : Аграр Медіа Груп, 2012. – Ч. I : Палива моторні. – 300 с.
3. МТБЭ: состояние рынка, основные тенденции и долгосрочные перспективы. – СПб. : Еврохим, 2016. – 54 с.
4. Емельянов В. Е. Альтернативные экологически чистые виды топлива для автомобилей: свойства, разновидности, применение / В. Е. Емельянов, И. Ф. Крылов. – М. : Астель, АСТ, 2004. – 128 с.
5. Полянський С. К. Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельно-дорожніх машин : підручник / С. К. Полянський, В. М. Коваленко. – К. : Либідь, 2005. – 504 с.

УДК 662.7

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ СИНТЕТИЧНОГО МОТОРНОГО ПАЛИВА

М.М. Балака

асистент кафедри будівельних машин, Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, e-mail: maxim.balaka@gmail.com

Анотація. Проведено аналіз сучасного стану розвитку технологій отримання синтетичного моторного палива з твердих горючих копалин і природного газу. Показано, що однією з найбільш ефективних технологій отримання високоякісних палив та інших вуглеводневих продуктів є процес GTL (газ в рідину). Технологія ще не досягла широкого комерційного застосування внаслідок високої технічної складності переробки та можливих інвестиційних ризиків, однак GTL може мати економічні переваги при отриманні легких нафтопродуктів.

Ключові слова: синтетичне моторне паливо, технологія виробництва, природний газ, тверді горючі копалини.

MODERN PRODUCTION TECHNOLOGIES OF SYNTHETIC MOTOR FUEL

Maxim Balaka

Assistant of Building Machinery Department, Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, e-mail: maxim.balaka@gmail.com

Abstract. Modern state of technologies development for the production of synthetic motor fuel from solid fuels and natural gas is analyzed. It is shown that process GTL (Gas to Liquid) is one of the most effective production technologies of the high-quality fuels and other hydrocarbon products. The technology has not reached the wide commercial application because of the high technical complexity of processing and the possible risks investment. GTL may have economic advantages in the production of light petroleum products.

Keywords: synthetic motor fuel, production technology, natural gas, solid fuels.

Вступ. В багатьох країнах світу проводяться науково-дослідні роботи зі створення нової технології виробництва моторного палива, газу і сировини для хімічної промисловості. Основа такої технології – вугілля, горючі сланці та нафтоносні піски, запаси яких набагато перевищують запаси нафти.

Синтетичне моторне паливо, сировиною для виробництва якого є в основному тверді горючі копалини (ТГК) гумусової (буре і кам'яне вугілля) і негумусової (сапропель, богхеда) природи та природний газ (метан), отримують зараз в обмеженому масштабі. Подальше розширення виробництва синтетичного палива стримується його високою вартістю, яка значно перевищує вартість палива з природної нафти.

Мета роботи. Провести аналіз сучасного стану розвитку технологій виробництва синтетичного палива з твердих горючих копалин та природного газу. Порівняти фізико-хімічні показники синтетичної та природної нафти.

Матеріал та результати досліджень. Виробництво синтетичного моторного палива за схемою «природний газ – технологія GTL». Слід мати на увазі, що за технологією GTL (Gas to Liquid – газ в рідину) завжди утворюється суміш газоподібних, рідких і твердих вуглеводнів. Змінюючи умови процесу і набір технологічних установок можна значно розширити асортимент отриманих продуктів. Так на заводі компанії «Shell» в Малайзії послідовно отримують: на першій стадії технології GTL (рис. 1) з природного газу – синтез-газ ($\text{CO} + \text{H}_2$), на іншій стадії (при 2,8 МПа, 230°C і під впливом кобальтового каталізатора) – високомолекулярні парафіни (церезин та ін.), а далі, за допомогою процесів гідрокрекінгу або гідроізомерізації отримують синтетичні бензин, газойль і дизельне паливо (дизпаливо) [1].

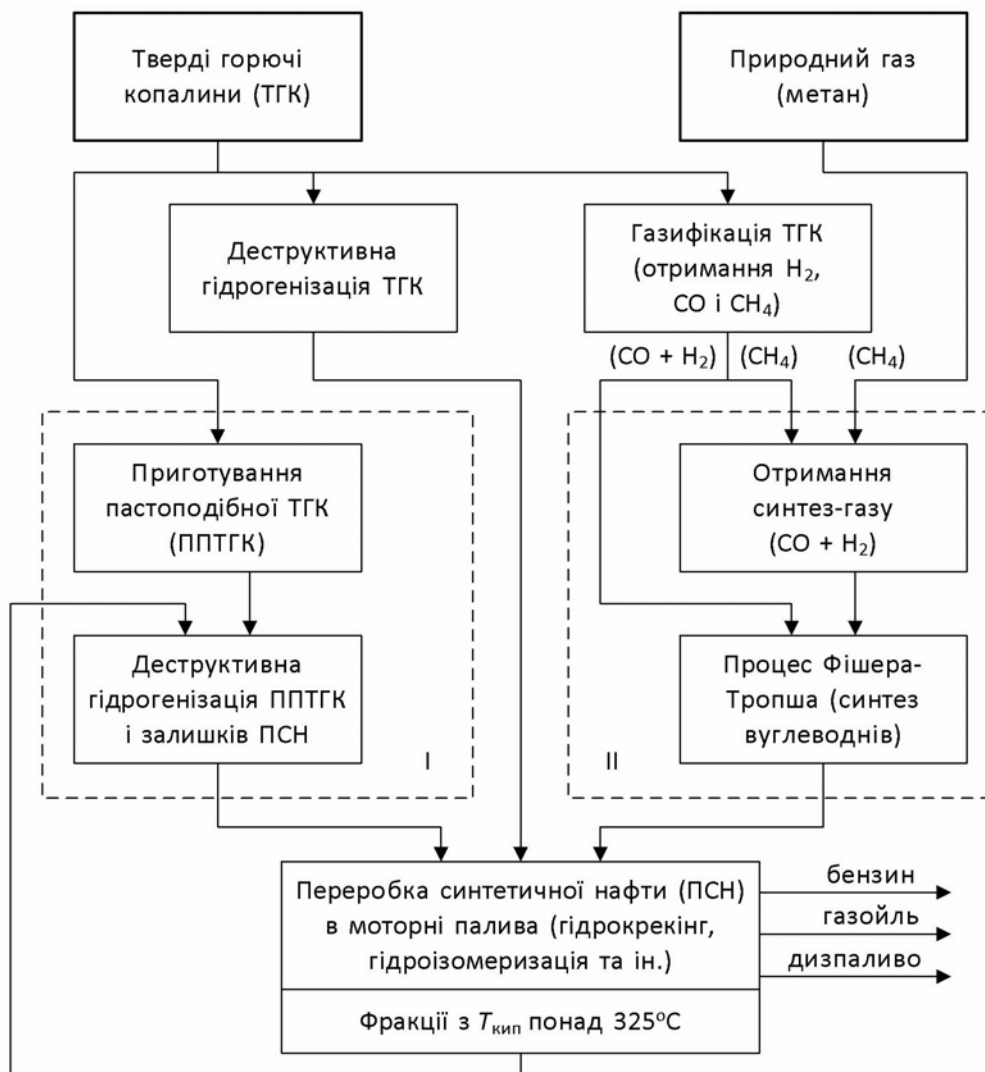


Рисунок 1 – Схеми отримання синтетичних моторних палив:
 I – експериментальне виробництво СТ-5; II – технологія GTL

Відношення товарних моторних палив – бензину, газойлю і дизпалива коливається відповідно в межах: 15...25; 25...50; 60...25, тобто переважно з отриманням середніх дистилатів, тому процес має назву MDS (Middle Distillate Synthesis – середні синтетичні дистилати).

Порівняльні характеристики синтетичної (за методом Фішера-Тропша) і легких природних нафт [2] наведено в таблиці 1.

У 2001 році виробництво синтетичної нафти в світі складало 2 млн. т. Середній прогноз на 2015 рік – від 40 до 95 млн. т, що відповідає на сьогодні лише від 1,0 до 2,4% світового видобутку нафти [2].

Виробництво синтетичного моторного палива за схемою «ТГК – газифікація ТГК – технологія GTL». Газифікація – високотемпературний процес взаємодії карбону твердих горючих копалин (ТГК) з окисниками, що прово-

диться з метою отримання суміші горючих газів (карбон (II) оксиду CO, водню H₂, метану CH₄). Як окисники або газофікуючі агенти застосовують кисень (O₂), водяну пару (H₂O), карбон (IV) оксид (CO₂) або їх суміші [3].

Таблиця 1 – Фізико-хімічні показники синтетичної та природних нафт

Показник	Синтетична нафта	Природні легкі нафти	
		Арабська	Суматринська
Густина, °API	46,5	32,3	35,0
Вміст, ppm: Сульфуру Нітрогену	<10	19000	100
	<10	1100	1200
Вміст, % мас.: дизельних фракцій фракцій, які важче дизельних	52	46	40
	40	42	52

Компанія «Sasol» (Південно-Африканська Республіка) на трьох заводах в цей час за цією технологією переробляє 36 млн. т вугілля на рік і виробляє з нього до 4,5 млн. т різних вуглеводневих продуктів, в тому числі синтетичних моторних палив [2].

Виробництво синтетичного моторного палива за схемою «ТГК – деструктивна гідрогенізація ТГК». Деструктивна гідрогенізація (гідрогенізація) – це поєднання реакцій термічної деструкції з гідруванням (приєднанням водню, наприклад по ненасичених зв'язках) [3]. Гідрогенізація є універсальним методом переробки ТГК в рідкі продукти та газ. Технологія гідрогенізації у порівнянні з іншими методами переробки малоопераційна та маловідходна і може бути здійснена на установках великої потужності.

Термічний коефіцієнт корисної дії гідрогенізації вугілля суттєво вище за інші методи переробки і досягає 56 у порівнянні з 40...45% при газифікації вугілля та синтезі з газу (технологія GTL) моторного палива.

Виконуючи направлену гідрогенізацію, тобто змінюючи параметри процесу (тиск, температуру, тривалість і вид каталізатора) з одного і того ж вугілля можна отримувати різні види моторного палива (бензин або дизпаливо), а також цінну сировину для хімічної промисловості (феноли й ароматичні вуглеводні).

Вихід маслоподібних продуктів при гідрогенізації ТГК складає [3]:

- для бурого вугілля від 55 до 80 % мас.;
- для кам'яного вугілля від 70 (молоде вугілля) до 85 % мас. (антрацит);
- для сапропелю (балхашину) до 90...95 % мас.

У 30–40 роки минулого сторіччя в деяких країнах, що не мали власних запасів нафти (в основному в Німеччині), деструктивна гідрогенізація вугілля набула промислового поширення. У Німеччині побудовано 15 гідрогенізаційних заводів з переробки 6 млн. т вугілля на рік. При переробці вугілля на цих заводах вихід моторного палива досягав 55, газоподібних вуглеводнів 30, води до 10, а непрореогований залишок складав біля 5 % органічної маси вугілля. Багатоступінчаста схема давала можливість переробляти практично будь-яку вуглеводневу сировину, однак, велика кількість рівнів переробки значно ускладнювало і здорожувало процес [3].

За останні роки інтенсивно проводяться дослідження (Німеччина, Англія, Росія та ін.), направлені на вдосконалення технології гідрогенізації вугілля з метою зниження тиску водню та інтенсифікації процесу. Наприклад, в Росії збудоване експериментальне виробництво СТ-5 з переробки вугілля 5 т/добу [2]. Процес переробки проводиться у дві стадії (див. рис. 1):

- спочатку вугілля або інші ТГК розширюють з важкими олівами до утворення пасти, а далі піддають гідрогенізації під тиском 25...70 МПа у присутності залізо-молібденового каталізатора за температури 400°C;
- одержаний нафтоподібний продукт переганяється, а фракції з температурою кипіння понад 325°C знову піддають гідрогенізації.

Залежно від умов проведення процесу продуктами переробки можуть бути тільки бензин або бензин і дизпаливо. Октанове число за моторним методом синтетичних бензинів дорівнює 69,5, яке треба підвищувати. Крім того, виробництво 1 т синтетичного палива потребує 3...6 т вугілля, через що це моторне паливо в 1,5...2,0 рази дорожче від нафтового бензину і не знайшло поки практичного застосування в країнах СНД [4].

Останнім часом зростає зацікавленість до процесу «термічного розчинення» вугілля. Розчинення здійснюють в різних органічних речовинах при атмосферному або підвищеному тиску. Максимальною розчинювальною здатністю характеризується суміш тетраліну, фенолу і нафталіну в пропорції (1:1:1). Кількість речовин, які переходять у розчин, значною мірою залежить від природи ТГК, властивостей розчинника і параметрів процесу. Вихід екстракту зростає з підвищенням температури кипіння розчинника і при роботі під тиском (в ряді випадків процес здійснюють під тиском водню). Оптимальною температурою є критична температура кипіння розчинника, яка складає для більшості ТГК в межах 380...450°C при тиску 2...15 МПа і тривалості процесу 20...60 хв. [3].

Особливою перевагою синтетичних моторних палив від палив, які виробляються з природної нафти, є практично повна відсутність в їхньому

складі сульфуро- і нітрогенновмісних речовин, що усуває утворення токсичних сульфур (SO_x) і нітроген (NO_x) оксидів при згорянні цих палив і, таким чином, розв'язує екологічні проблеми моторних палив.

Висновки. На сьогодні більша частина моторного палива виготовляється на нафтоперегінних заводах, але все активніше починає розвиватися його альтернативне виробництво. Вдосконалюються старі технології отримання синтетичного палива з твердих горючих копалин і природного газу та розробляються нові технології. Водночас проблема організації виробництва синтетичного палива носить глобальний характер і в її вирішенні зацікавлено багато країн світу. Об'єднання зусиль в цьому напрямку дозволить прискорити вирішення проблеми, сприятиме економії нафтогазової сировини і більш раціональному використанню паливно-енергетичних ресурсів.

Синтетичні моторні палива у своєму складі практично не мають або мають в незначній кількості первинні шкідливі речовини і відповідно емісія токсичних компонентів у відпрацьованих газах двигунів внутрішнього згорання значно нижча у порівнянні з традиційними нафтовими паливами.

ЛІТЕРАТУРА

1. Хіммотологія наземних транспортно-технологічних засобів : навч. посібник / В. М. Коваленко, Л. Є. Пелевін, Г. О. Аржаєв, В. В. Слободчиков. – К. : Аграр Медіа Груп, 2012. – Ч. I : Палива моторні. – 300 с.
2. Емельянов В. Е. Альтернативные экологически чистые виды топлива для автомобилей: свойства, разновидности, применение / В. Е. Емельянов, И. Ф. Крылов. – М. : Астрель, АСТ, 2004. – 128 с.
3. Саранчук В. І. Хімія і фізика горючих копалин / В. І. Саранчук, В. В. Ошовський, Г. О. Власов. – Донецьк : Східний видавничий дім, 2003. – 204 с.
4. Полянський С. К. Експлуатаційні матеріали для автомобілів і будівельно-дорожніх машин : підручник / С. К. Полянський, В. М. Коваленко. – К. : Либідь, 2005. – 504 с.