

ХІММОТОЛОГІЯ ТА ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 665.753(045)

С.В. Бойченко¹
Л.М. Черняк²
А.В. Яковлєва³

ТРАДИЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ПАЛИВ ДЛЯ ПОВІТРЯНО-РЕАКТИВНИХ ДВИГУНІВ

Національний авіаційний університет
просп. Космонавта Комарова, 1, Київ, Україна, 03680
E-mails: ¹chemmotology@ukr.net; ²larikch@mail.ru; ³pinchuk_anya@ukr.net

Розглянуто існуючі енергетичні ресурси для виробництва різноманітних палив, зокрема для повітряно-реактивних двигунів. Виконано детальний аналіз традиційних технологій виробництва реактивних палив з основних видів невідновлюваної сировини, таких як нафта, вугілля, природний газ, нафтові сланці та ін. Окреслено актуальність та необхідність розроблення альтернативних технологій виробництва авіаційних біопалив.

Ключові слова: авіаційні палива; альтернативні біопалива; вторинна переробка нафти; повітряно-реактивні двигуни; пряма перегонка нафти; суха перегонка сланців; ФТ-синтез.

Постановка проблеми

Рідке паливо отримують, головним чином, у результаті переробки нафти [4].

Нафта, яка формується з залишків рослинних і тваринних мікроорганізмів на дні давніх морів, являє собою маслянисту рідину жовтого чи темно-коричневого, а іноді і чорного кольору залежно від її складу [6].

Продуктами переробки нафти є (рис. 1):

- високоефективні палива;
- різноманітні мастильні матеріали;
- бітуми;
- парафін;
- сировина для виготовлення багатьох інших матеріалів.

З кінця 1850-х рр. до середини 1970-х світовий видобуток нафти подвоювався приблизно кожне десятиріччя. У зв'язку зі світовою нафтовою кризою темпи його зростання сповільнилися. За нинішніх темпів споживання розвіданої нафти вистачить приблизно на 40 рр., нерозвіданої – ще на 10–50 рр. За останні 35 рр. рівень споживання нафти зріс з

20 до 30 млрд барелей на рік. Обсяг світового видобутку нафти наприкінці ХХ ст. був на рівні 3,1 млрд тонн (у 1995 р.), тобто майже 8,5 млн тонн на добу [4].

За даними Міжнародного енергетичного агентства (International Energy Agency – IEA) у 2011 р. був досягнений новий історичний максимум добового об'єму видобутку нафти у світі – 89 млн барелей на добу.

Велике різноманіття сировинних ресурсів для виробництва палив пояснюється, по-перше, обмеженістю світових запасів нафти, а отже, постійним ростом цін на неї, а по-друге, невпинним погіршенням екологічної ситуації у результаті процесів видобутку, переробки та використання нафти і прагненням людства до збереження навколишнього природного середовища [1; 6].

Палива можна класифікувати за різними критеріями. Найпоширеніші способи класифікації палив наведено в таблиці [1; 6; 11]. Найбільш ґрунтовною є спроба класифікувати палива за видом сировини, що використовується під час їх виробництва.

Класифікація палив

Критерій класифікації	Види палив
Агрегатний стан	Рідкі, тверді, газоподібні
Компонентний склад	Вуглеводневі, вуглеводневокисневі (спирти), азотоводневі, палива з добавками (вода, горючий газ, водень, вугільний порошок та ін.)
Калорійність	Висококалорійні, середньокалорійні, низькокалорійні
Технологічні процеси видобування	Пряма перегонка, піроліз, гідрогенізація, газифікація, електроліз, етерифікація, каталітична конверсія та ін..
Походження	Природні, штучні (синтетичні), на основі відходів виробництв
Джерела сировини	Нафта, вугілля, торф, сланці, бітумінозні піски, біомаса, природний газ і т.ін.

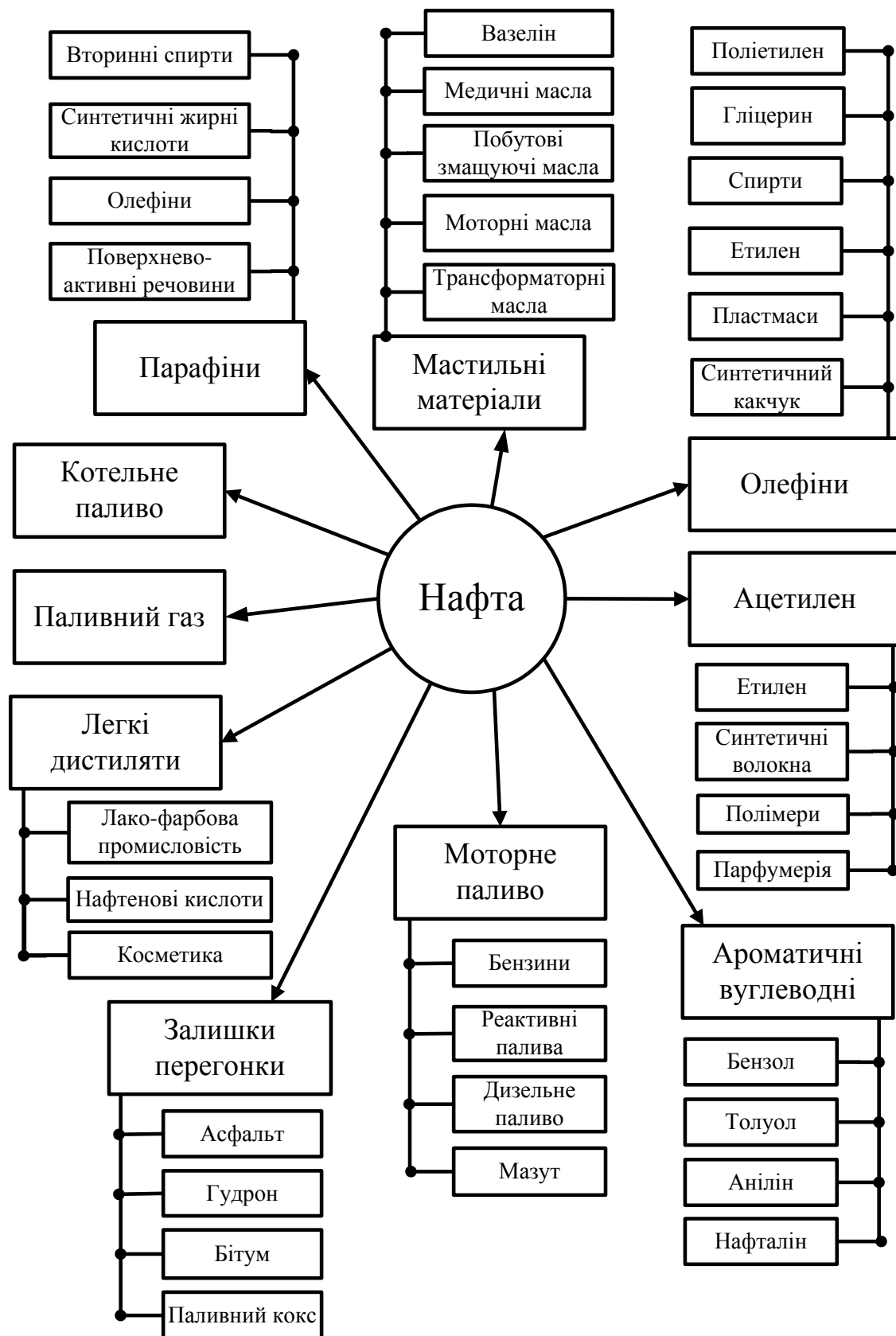


Рис. 1. Асортимент продуктів переробки нафти

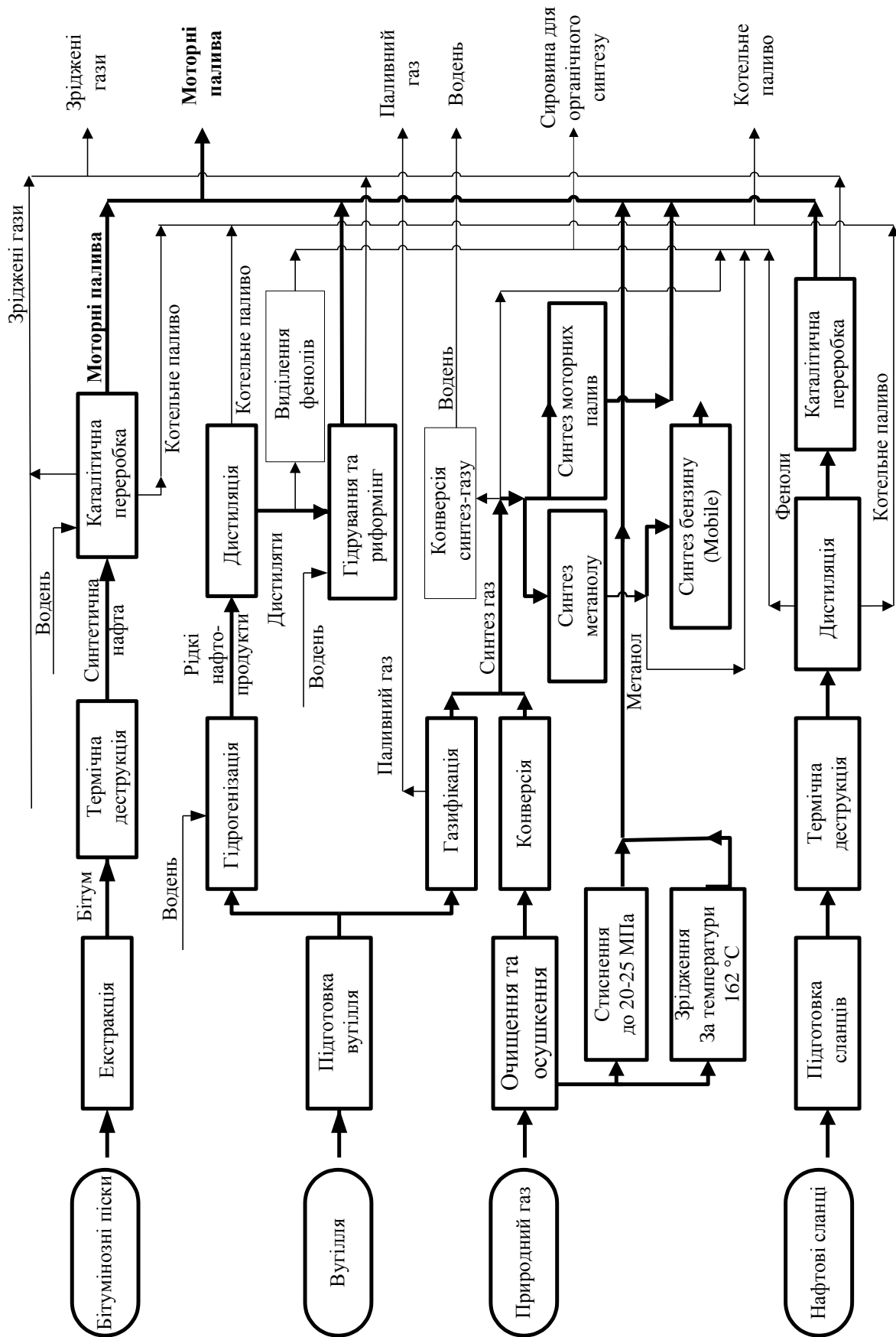


Рис. 2. Напрями переробки вихідної сировини в різні види палива

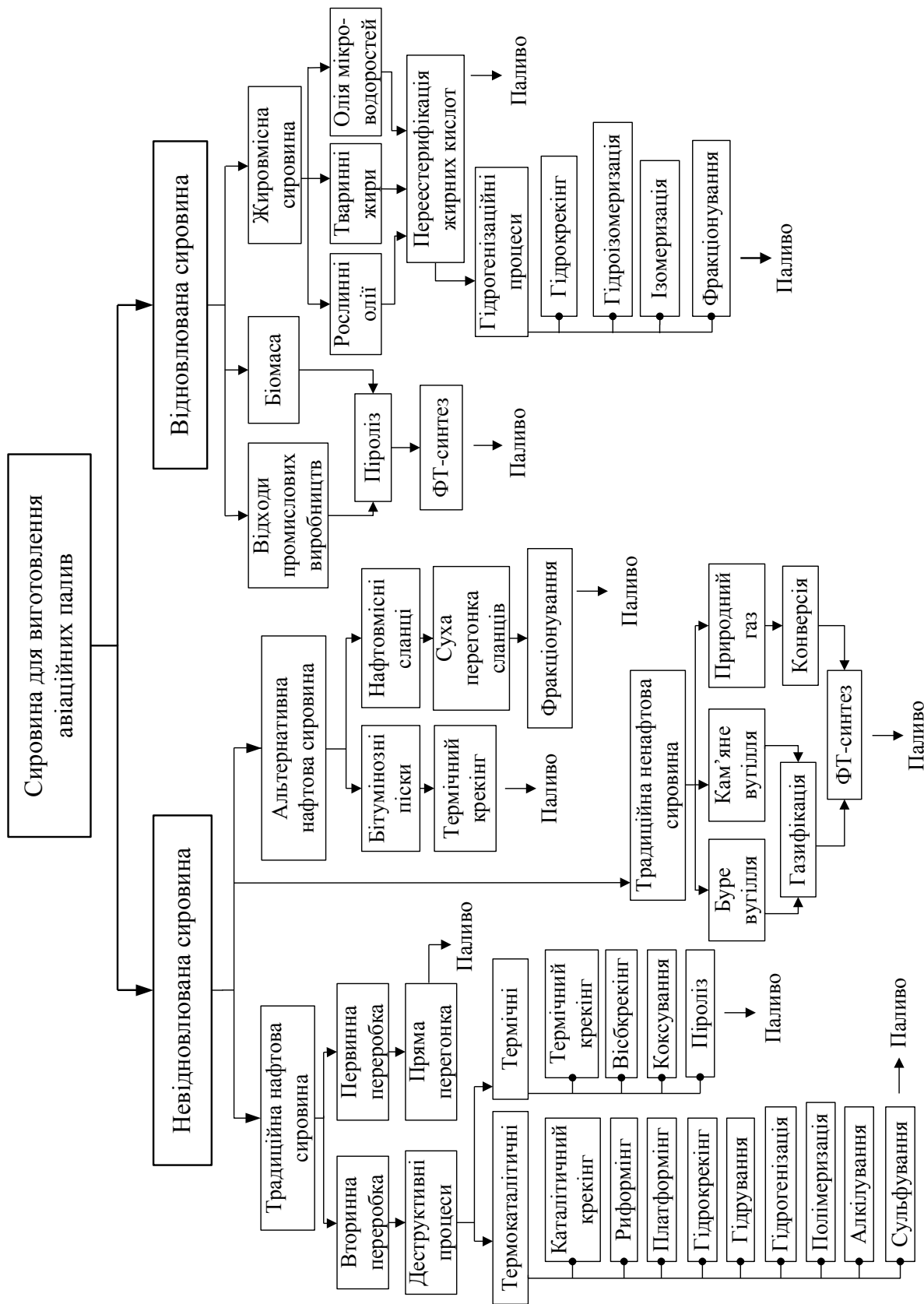


Рис. 3. Класифікація процесів виробництва авіаційного палива з різних видів сировини

У них містяться вуглеводні різних класів, гетероатомні сполуки та неорганічні домішки [9]. Фракції реактивного палива виділяють на атмосферних трубчастих установках.

Таким чином, нафта розділяється на велику кількість фракцій, серед яких бензинові, дизельні, керосинові, лігроїнові та ін. Залежно від складу перероблюваної нафти, устаткування підприємства та необхідного співвідношення кінцевих продуктів (бензину, реактивного або дизельного палива) межі википання фракцій розрізняються і кількість фракцій, що використовуються для реактивного палива, є різною [5; 8].

Фракції прямої перегонки нафти піддають очищенню від сполук, що погіршують якість палива [2; 9]. Для видалення деяких з них фракції обробляють гідроксидом натрію та промивають водою. У результаті такого очищення видаляються нафтові кислоти, феноли, а також сірководень та меркаптани. Надалі керосинову фракцію промивають водою з витратою не менше 15% від об'єму палива. У результаті лужного очищення з палива для ПРД видаляються нафтові кислоти, що призводить до погіршення його протизношувальних властивостей. Тому, по можливості, цей метод очищення застосовують якнайменше. Для видалення меркаптанів частіше використовують такі процеси: плюмбітне очищення, очищення хлоридом міді та процес «Мерокс» [9].

Ефективним методом видалення з палива гетероатомних сполук є гідроочищення – каталітичне очищення за наявності водню та каталізатора [2]. Однак у результаті такого очищення зменшується вихід рідких продуктів і збільшується витрата водню. У процесі гідроочищення разом з небажаними речовинами з дистилятів видаляються також сполуки, що є природними інгібіторами окиснення, та поверхневоактивні речовини (ПАР), що підвищують протизношувальні властивості палива. У зв'язку з цим в гідроочищенні палива додають антиокисні та протизношувальні присадки, або ж змішують гідроочищений компонент (до 70%) з фракцією прямої перегонки [2; 6].

Підвищення жорсткості режиму гідроочищення додатково приводить до часткового гідрування ароматичних вуглеводнів (процес гідродароматизації) [7]. Вихід рідких продуктів при гідродароматизації становить 94–95%. Однак цей процес майже не застосовується, оскільки виявилось можливим у деяких випадках підвищувати допустимий вміст ароматичних вуглеводнів у паливі [2].

Виробництво авіаційного палива деструктивною переробкою нафти

Для збільшення виходу з нафти світлих нафтопродуктів вищої якості застосовують вторинні процеси переробки нафти [2]. Для цього нафтопродукти переробляють розщепленням (деструкцією) важких вуглеводнів на більш легкі. Такі процеси відомі як деструктивні [8]. Вони включають термічні процеси, основою яких є здатність органічних сполук розпадатися та хімічно змінюватися під впливом високих температур (термічний крекінг, віскрекінг, коксування, піроліз).

Термокаталітичні процеси, ґрунтуються на використанні різних каталізаторів для прискорення хімічних реакцій (каталітичний крекінг, риформінг, платформінг, гідрокрекінг, гідрування, гідрогенізація, полімеризація, алкілування, сульфування та ін.) [8; 9].

Гідрокрекінг застосовують для виробництва реактивних палив з висококиплячих вакуумних дистилятів нафти [2; 8]. Каталізатори гідрокрекінгу містять метали платинової групи, нікель, молібден, вольфрам, кобальт, що наносяться на аморфні та кристалічні алюмосилікати. Вони дозволяють одержувати з важких дистилятів реактивне та дизельне паливо без застосування процесу депарафінізації. У результаті гідрокрекінгу сировини виробляють бензин або переважно реактивне чи дизельне паливо (не менше 70%). Така специфіка процесу дуже важлива, адже дозволяє регулювати об'єм палива. Палива для ПРД, вироблені в результаті гідрокрекінгу, мають температуру початку кристалізації нижче мінус 60 °С і містять небагато (близько 10%) ароматичних вуглеводнів. Для зниження схильності палив до окиснення і підвищення протизношувальних властивостей необхідно вводити відповідні присадки [8].

У процесі глибокого гідрування одержують реактивне паливо з керосино-газойлевих дистилятів прямої перегонки відбірної нафти або продуктів каталітичного крекінгу, що містять понад 60% ароматичних вуглеводнів. Відповідний підбір сировини дозволяє виробляти паливо, що містить переважно циклани високої густини (840 кг/м³ за температури 20 °С) з низьким вмістом сірки (<0,01%), алкенів (йодне число <0,2 г I₂/100 г) та фактичних смол (<3 мг/100 мл). Однак у таке паливо необхідно додавати протіокисні присадки. Незважаючи на відсутність ПАР, завдяки високій в'язкості, продукт проявляє задовільні протизношувальні властивості.

Натепер в Україні широкого застосування набули три марки палива для ПРД: РТ, ТС-1 та Jet A-1 [8].

Паливо марки ТС-1 для дозвукової та надзвукової авіації з обмеженою тривалістю надзвукового польоту виробляється як прямогонним, так і сумішевим. Для вироблення сумішевого палива в прямогонну фракцію нафти додають гідроочищений компонент [3].

Технічні характеристики такого палива визначаються галузевим стандартом ГСТУ 320.00149943.011–99.

Паливо марки РТ є гідроочищеним і може замінювати паливо ТС-1. Крім того, воно більш термостабільне і допускає нагрівання у паливній системі ЛА до вищих температур, а отже, може використовуватися в більш теплонапружених двигунах літаків з підвищеною протяжністю надзвукового польоту [3].

Вимоги до палива марки РТ визначаються галузевим стандартом ГСТУ 320.00149943.007–97.

Паливо марки Jet A-1 є керосиновим нафтовим паливом, відповідає вимогам міжнародних стандартів і може використовуватися для більшості ГТД. Воно має дещо вищу температуру спалаху і температуру самозаймання порівняно з паливами марок ТС-1 та РТ [8]. В Україні якість палива Jet A-1 визначається державним стандартом ДСТУ 4796:2007. Технологічні процеси виробництва палив марок ТС-1, РТ, Jet A-1 схематично зображено на рис. 4–6 [3].

Виробництво авіаційного палива переробкою сланців

Досить відомою є технологія виробництва реактивного палива з нафтових сланців. Сланці являють собою тверді осадові породи, в основному складені з карбонатних та силікатних мінералів, що містять твердий органічний матеріал кероген [11]. У сухій речовині горючих сланців міститься приблизно 50–80% неорганічних речовин та 20–35% керогену (іноді до 50%). Кероген містить ароматичні, аліциклічні, а також органічні кисне- та сірковмісні сполуки. Процес переробки сланців полягає у їх сухій перегонці в реторті, де горючий сланець піддається піролізу за температури 480–540 °С [6]. За таких умов кероген сланців розкладається з утворенням парів сланцевої смоли (10–30%), газового бензину (1,0–1,5%), пірогенетичної води та паливного газу. Надалі сланцева смола може бути дистильована як традиційна нафта.

Така смола містить 20–25% фенолів, парафінові, аліфатичні, нафтенів та ароматичні вуглеводні. Процеси сухої перегонки сланців можуть бути розділені на два типи – з прямим і непрямим нагріванням [6].

Суша перегонка сланців може проводитися як на поверхні після їх видобутку, так і безпосередньо під землею в місцях природного залягання пластів, де нафтові сланці нагріваються шляхом спалювання частини сланців або введенням горючих газів, або перенагрітої водяної пари. Надалі вироблений продукт викачується на поверхню [11]. Основною перевагою підземної переробки горючих сланців є те, що не потрібно його видобувати, транспортувати до установки сухої перегонки і видаляти зольну частину, що залишається у вигляді відходів.

Сланцева смола є придатною для виробництва середньодистильяних палив – дизельного та керосинового. Однак вона вирізняється високою густиною, середнім умістом сірки, азоту та ненасичених вуглеводнів. В'язкість і температура застигання сланцевих смол вищі, ніж у багатьох нафтових фракцій такої самої густини. Технологію переробки горючих сланців, що включає фракціонування, сповільнене коксування і гідрокрекінг, схематично зображено на рис. 7.

Виробництво реактивного палива з нафтових сланців потребує гідроочищення для зниження вмісту органічних сполук та поліпшення його властивостей. Для цього використовують такі додаткові процеси, як вісбрекінг, каталітичне гідроочищення або гідрокрекінг, які проводять на установці або поблизу установки сухої перегонки горючих сланців. Загалом виробництво палива з нафтових сланців задовільної якості пов'язане з глибшою переробкою і більшими витратами, ніж виробництво палива з нафти [6].

Паливо для ГТД, вироблене переробкою нафтових сланців, має середній вміст ароматичних вуглеводнів (10–25%) і не викликає проблем, зумовлених змащувальними властивостями. Крім того, воно виявляє високий рівень стабільності у процесі довготривалого зберігання [6; 11].

Виробництво авіаційного палива переробкою вугілля

Основною сировиною технології виробництва авіаційного палива методом або процесом Фішера–Тропша (ФТ-процесом) є кам'яне та буре вугілля [1; 10]. Крім того, використовують природний газ та біомасу [10]. ФТ-процес включає чотири основні стадії (рис. 8).

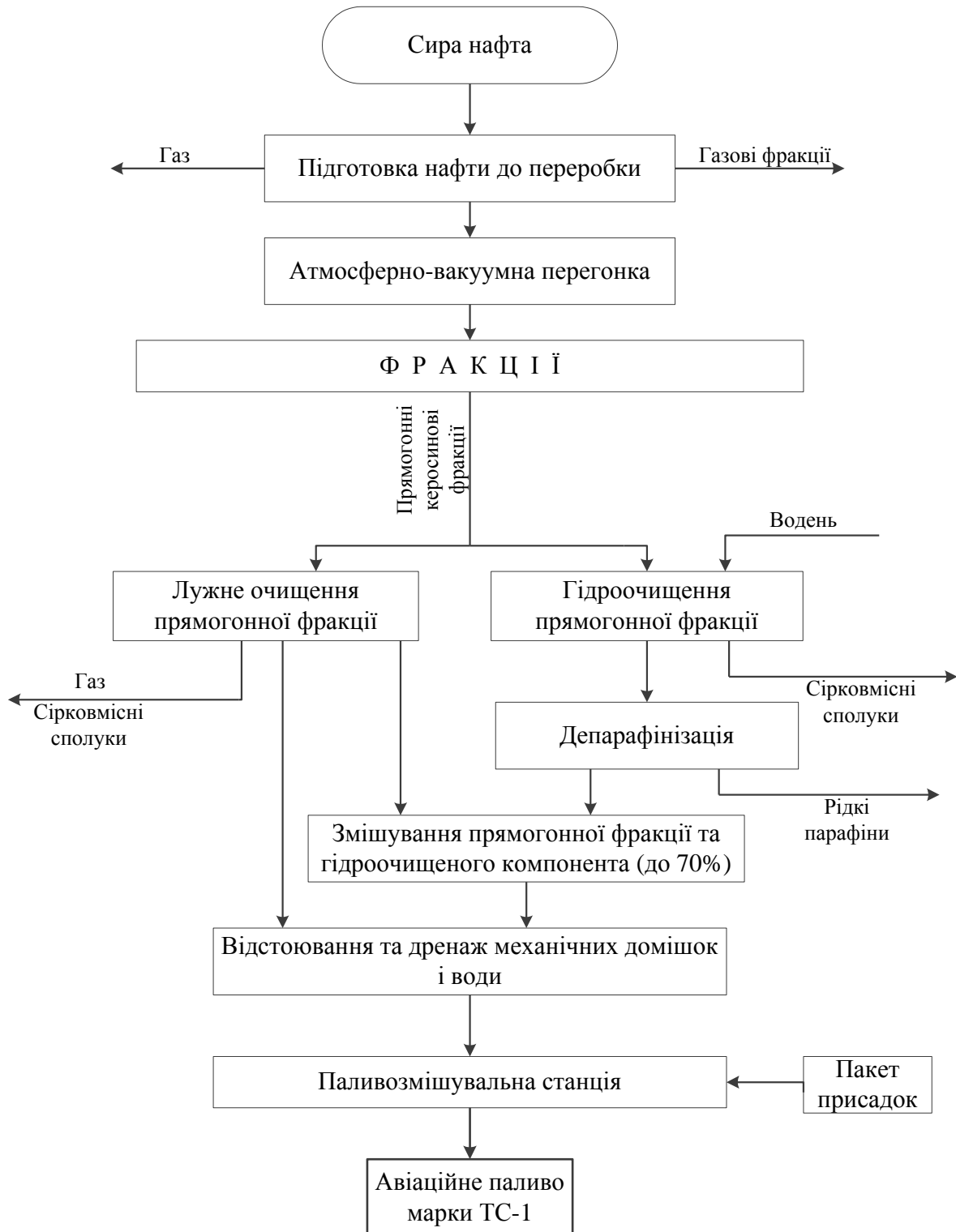


Рис. 4. Технологічна схема виробництва палив марки ТС-1

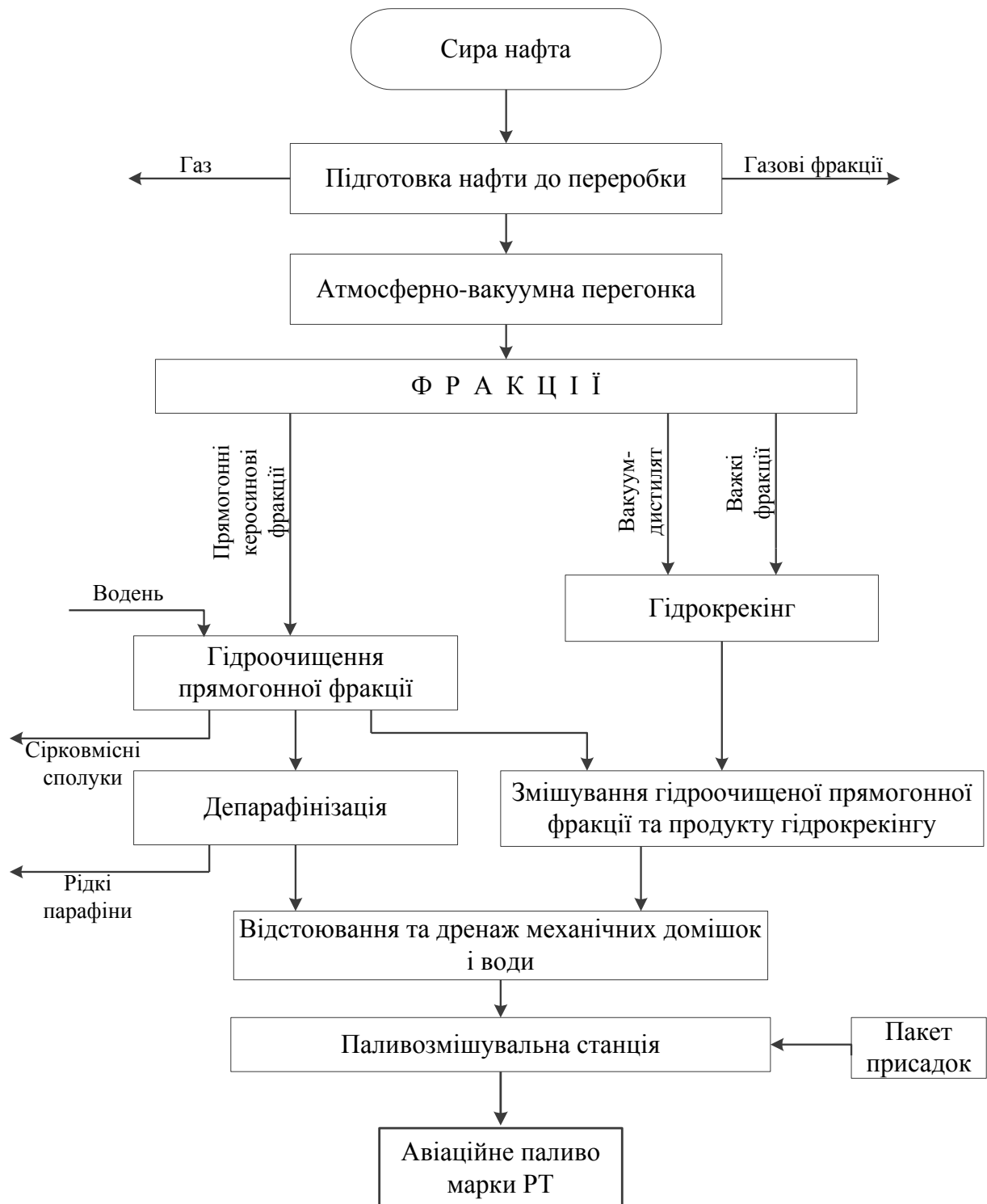


Рис. 5. Технологічна схема виробництва палив марки РТ



Рис. 6. Технологічна схема виробництва палив марки Jet A-1

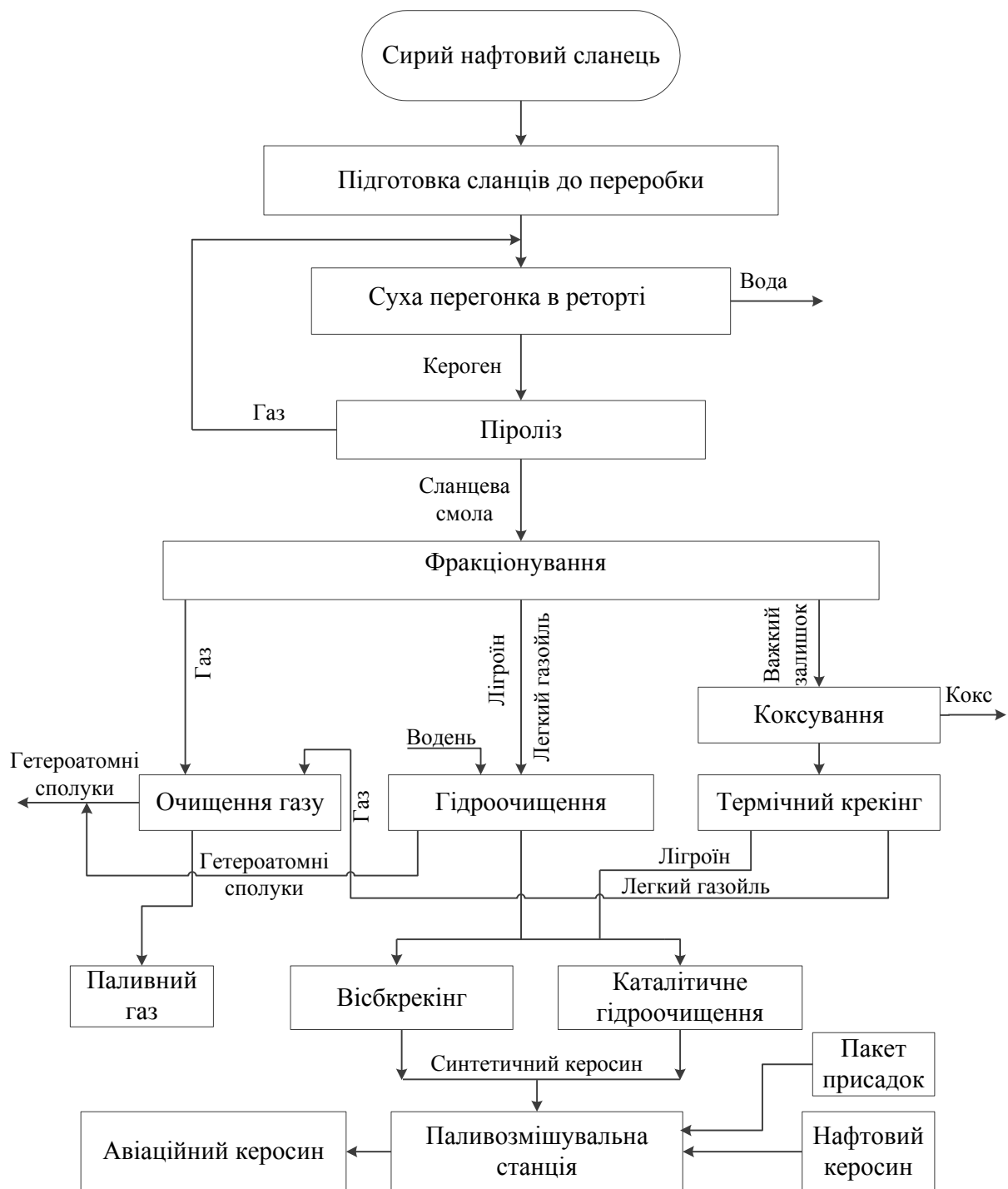


Рис. 7. Процес виробництва авіаційного палива переробкою сланців

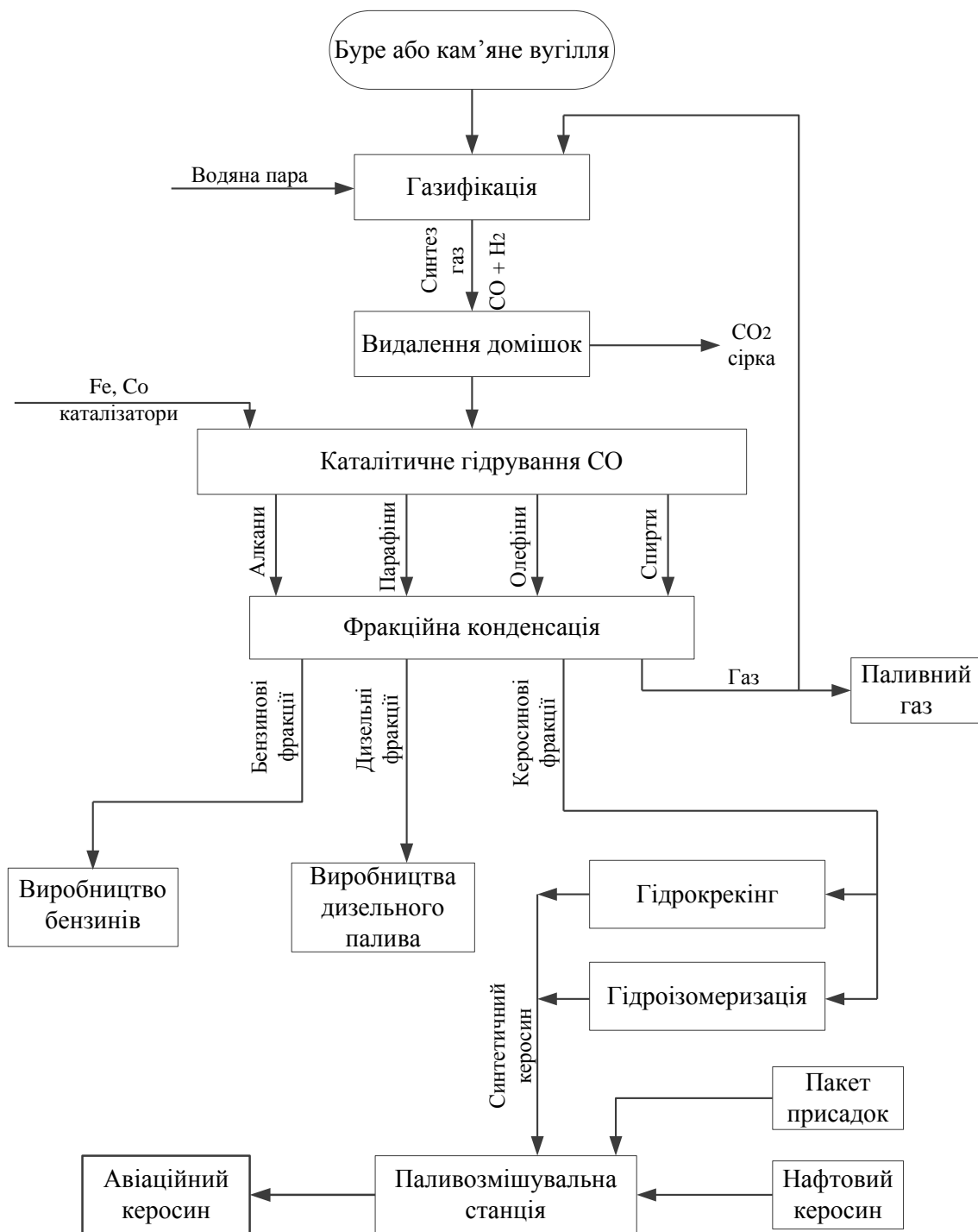


Рис. 8. Схема виробництва авіаційного палива переробкою вугілля

Перша стадія – добування синтез-газу, що являє собою суміш водню та монооксиду вуглецю ($\text{CO}+\text{H}_2$). Синтез-газ виробляється в результаті процесу газифікації вугілля, тобто оброблення його насиченою водяною парою в умовах високих температур та середнього тиску. Синтез-газ, що виходить з вугільного газифікатора, містить велику кількість вуглекислого газу та певний відсоток газоподібних речовин, утворених з домішок, що містяться у сировині, наприклад, сірку. Як CO_2 , так і інші домішки, справляють негативний вплив на перебіг ФТ-процесу.

Друга стадія – видалення небажаних речовин з потоку синтез-газу – пов'язана зі значними викидами CO_2 в атмосферу.

Третя стадія – каталітичний процес гідрування монооксиду вуглецю з використанням залізних або кобальтових каталізаторів з наступним утворенням суміші рідких вуглеводнів: алканів, олефінів, парафінів, спиртів та ін.

Змінюючи умови проведення реакції, можна варіювати співвідношення отримуваних фракцій.

Після завершення ФТ-процесу синтезовані фракції вуглеводнів проходять процеси оброблення, подібні до технологій виробництва палив з нафтової сировини – четверта стадія.

Синтезовані фракції вирізняються майже нульовим умістом сірковмісних гетероатомних сполук. Більшість вироблених продуктів витрачається на виробництво реактивних та дизельних палив. У складі палив, отриманих ФТ-процесом, переважають парафінові вуглеводні; порівняно з традиційним керосином ароматичних вуглеводнів майже немає [2]. Як наслідок вони менш схильні до нагароутворення і більш термостабільні. Крім того, реактивне паливо, добуто шляхом переробки вугілля, має вищу теплоту згоряння, а отже, його витрати під час польоту є меншими. Однак результати проведених експериментів свідчать, що таке паливо має дещо гіршу змащувальну здатність, що потребує введення присадок [9].

У технології виробництва авіаційних палив ФТ-процесом, крім вугілля, широко застосовують природний газ. Основним компонентом природного газу є метан. У результаті ФТ-процесу з нього одержують зазначений синтез-газ ($\text{CO}+\text{H}_2$), методом каталітичного гідрування утворюється суміш різноманітних вуглеводнів, що використовуються для виробництва реактивного палива. Технологічна схема виробництва палив для ПРД з природного газу подібна до схеми з використанням вугілля, за винятком відсутності першої підготовчої стадії газифікації вугілля.

Висновки

Виконано аналіз технологій, що традиційно застосовуються для виробництва палив для ПРД як з нафти, так і з іншої сировини. Кожна з описаних технологій має певні особливості та переваги. Однак досить часто розглянуті технології виявляються значно складнішими, дорожчими і потребують більших капітальних затрат порівняно з переробкою нафти. Спільним для цих технологій є використання викопної сировини, запаси якої в кінцевому підсумку є вичерпними. Інший аспект використання викопної сировини для виробництва авіаційних палив пов'язаний з викидами відпрацьованих газів у процесі роботи авіаційних двигунів. Альтернативні технології виробництва реактивних палив із відновлюваної сировини згодом зможуть замінити традиційне паливо та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

Методи добування палив для ПРД були класифіковані комплексно залежно від первинної сировини, що використовується в процесі виробництва. У класифікації подано комплекс методів вироблення авіаційних палив з відновлюваної сировини. Такі технології передбачають використання як сировини біомаси, олії та тваринних жирів, масел мікро- та макроводоростей, різноманітних відходів сільського господарства, деревообробної промисловості та ін. Використання такого роду сировини дозволить вирішити проблему залежності від невідновлюваних джерел енергії та мінімізувати вплив на навколишнє природне середовище.

Література

1. Андрійшин М.П. Газ природний, палива та оливи / М.П. Андрійшин, Я.С. Марчук, С.В. Бойченко, Л.А. Рябоконт – Одеса: Астропринт, 2010. – 232 с.
2. Большаков Г.Ф. Гетероорганические соединения реактивных топлив / Г.Ф. Большаков, Е.А. Глебовская. – Ленинград: Гостоптехиздат, 1962. – 220 с.
3. Братков А.А. Химмотология ракетных и реактивных топлив / А.А. Братков, Е.П. Серегин, А.Ф. Горенков. – Москва: Химия, 1987. – 304 с.
4. Ергин Д. Добыча: Всемирная история борьбы за нефть, деньги и власть / Д. Ергин. – Москва: Альпина Паблишер, 2011. – 960 с.
5. Радченко Е.Д. Гидрогенизационные процессы получения моторных топлив / Е.Д. Радченко, Я.М. Лихтерова, В.А. Хавкин. – Москва: ЦНИИТЭнефтехим, 1978. С. 14–17.

6. Чабанний В.Я. Паливо-мастильні матеріали, технічні рідини та системи їх забезпечення. Книга 1 / В.Я. Чабанний, С.О. Магопеч, О.Й. Мажейка. – Кіровоград: Центрально-Українське вид-во, 2008. – 353 с.

7. Яновский Л.С. Горюче-смазочные материалы для авиационной техники / Л.С. Яновский, Н.Ф. Дубровкин, Ф.М. Галимов. – Казань, 2002. – 400 с.

8. Яновский Л.С. Основы авиационной химмотологии / Л.С. Яновский, В.П. Дмитренко, Н.Ф. Дубровкин. – Москва: МАТИ, 2005. – 680 с.

9. Bartis, James T. LaTourrette, T.; Dixon, L.; Peterson, D.J.; Cecchine, G. 2005. *Oil Shale Development in the United States. Prospects and Policy Issues*. Santa Monica, Calif.: RAND Corporation, MG-414-NETL.

10. Hileman, J.I.; Wong, H.M.; Waitz, I.R. 2009. *Near-Term Feasibility of Alternative Jet Fuels*. Santa Monica, California: RAND Corporation. – 120 p.

11. Morser, F.; Soucacos P.; Hileman, J.; Donohoo, P.; Webb, S. 2011. *ACRP REPORT 46. Handbook for Analyzing the Costs and Benefits of Alternative Aviation Turbine Engine Fuels at Airports*. Washington, D.C. 60 p.

References

1. Andriiushin, M.P.; Marchuk, Ya.S.; Boichenko, S.V.; Ryabokon L.A. 2010. *Natural gas, fuels and lubricants*. Odessa, Astroprint. 232 p. (in Ukrainian).

2. Bolshakov, G.F.; Glebovskaya, E.A. 1962. *Heteroorganic compounds in jet fuels*. Leningrad, Gostoptehizdat. 220 p. (in Russian).

3. Bratkov, A.A.; Seregin, E.P.; Gorenkov, A.F. 1987. *Chemmotology of rocket and jet fuels*. Moscow, Chemistry. 304 p. (in Russian).

4. Ergin, D. 2011. *Extraction: the world history of fight for oil, money and power*. Moscow, Alpina Publisher, 960 p. (in Russian).

5. Radchenko, E.D.; Lighterova, Ya.M. 1978. *Hydrogenation processes of motor fuels production*. Moscow, CNITEneftehim: 14–17 (in Russian).

6. Chabannyi, V.Ya.; Magopec, S.O.; Majeika, O.J. 2008. *Fuel-lubricating materials, technical liquids and systems of their supply*. Book 1. Kirovograd, Central-Ukrainian Publishing. 353 p. (in Ukrainian).

7. Yanovskyi, L.S.; Dubrovkin, N.F.; Galimov, F.M. 2002. *Goruche-smazochnie materialy dlya aviatsionnoi techniki*. Kazan'. 400 p. (in Russian).

8. Yanovskyi, L.S.; Dmitrenko, V.P.; Dubrovkin, N.F. 2005. *Bases of aviation chemmotology*. Moscow, MATI. 680 p. (in Russian).

9. Bartis, James T. LaTourrette, T.; Dixon, L.; Peterson, D. J.; Cecchine, G. 2005. *Oil Shale Development in the United States: Prospects and Policy Issues*. Santa Monica, Calif.: RAND Corporation, MG-414-NETL.

10. Hileman, J.I.; Wong, H.M.; Waitz, I.R. 2009. *Near-Term Feasibility of Alternative Jet Fuels*. Santa Monica, California: RAND Corporation. 120 p.

11. Morser, F.; Soucacos P.; Hileman, J.; Donohoo, P.; Webb, S. 2011. *ACRP REPORT 46. Handbook for Analyzing the Costs and Benefits of Alternative Aviation Turbine Engine Fuels at Airports*. Washington, D.C. 60 p.

Стаття надійшла до редакції 29.05.2013.

Бойченко Сергій Валерійович. Доктор технічних наук. Професор.

Завідувач кафедри екології, Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

Освіта: Київський інститут інженерів цивільної авіації, Київ, Україна (1992).

Напрямок наукової діяльності: ефективне та раціональне використання паливно-мастильних матеріалів і технічних рідин.

Кількість публікацій: 200.

E-mail: chemmotology@ukr.net

Черняк Лариса Миколаївна. Кандидат технічних наук. Доцент.

Кафедра екології, Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

Освіта: Національний авіаційний університет, Київ, Україна (2004).

Напрямок наукової діяльності: ефективне та раціональне використання паливно-мастильних матеріалів і технічних рідин

Кількість публікацій: 18.

E-mail: larikch@mail.ru

Яковлева Анна Валеріївна. Аспірант.

Кафедра екології, Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

Освіта: Національний авіаційний університет, Київ, Україна (2010).

Напрямок наукової діяльності: альтернативні біопалива для авіаційних двигунів.

Кількість публікацій: 7.

E-mail: pinchuk_anya@ukr.net

S. Boichenko¹, L. Chernyak², A. Yakovleva³. Traditional technologies of fuels production for air-jet engines

National Aviation University, Kosmonavta Komarova avenue, 1, Kyiv, Ukraine, 03680

E-mails: ¹chemmotology@ukr.net; ²larikch@mail.ru; ³pinchuk_anya@ukr.net

Available energy resources for various fuels, mainly for gas-turbine engines are presented in the given article. Traditional technologies for jet fuels production from nonrenewable raw materials, such as crude oil, coal, natural gas, oil-shales and others are analyzed in details. Cause and effect relationship between production and use of such fuels and their impact on natural environment is defined. The timeliness and necessity for development of alternative technologies of aviation biofuels production are determined in the given article.

Keywords: alternative biofuels; aviation fuels; FT-synthesis; gas-turbine engines; oil-shales dry distillation; primary oil distillation; secondary oil processing.

Boichenko Sergii. Doctor of Engineering. Professor.

Head of Ecology Department, National Aviation University, Kyiv, Ukraine.

Education: Kyiv Institute of Engineers of Civil Aviation, Kyiv, Ukraine (1992).

Research area: effective and rational use of fuels, lubricants and technical liquids, environmental protection.

Publications: 200.

E-mail: chemmotology@ukr.net

Chernyak Larysa. Candidate of Engineering. Associate Professor.

Ecology Department, National Aviation University, Kyiv, Ukraine.

Education: National Aviation University, Kyiv, Ukraine (2004).

Research area: effective and rational use of fuels, lubricants and technical liquids.

Publications: 18.

E-mail: larikch@mail.ru

Yakovleva Anna. Postgraduate student.

Ecology Department, National Aviation University, Kyiv, Ukraine.

Education: National Aviation University, Kyiv, Ukraine (2010).

Research area: alternative biofuels for jet engines.

Publications: 7.

E-mail: pinchuk_anya@ukr.net

С.В. Бойченко¹, Л.Н. Черняк², А.В. Яковлева³. Традиционные технологии производства топлив для воздушно-реактивных двигателей

Национальный авиационный университет, просп. Космонавта Комарова, 1, Киев, Украина, 03680

E-mails: ¹chemmotology@ukr.net; ²larikch@mail.ru; ³pinchuk_anya@ukr.net

Рассмотрены существующие энергетические ресурсы для производства различных топлив, а именно для воздушно-реактивных двигателей. Проведен детальный анализ традиционных технологий производства реактивных топлив из основных видов невозобновляемого сырья, таких, как нефть, уголь, природный газ, нефтяные сланцы и др. определена причинно-следственная связь между производством и использованием таких топлив, а также их влиянием на окружающую среду. Обозначены актуальность и необходимость разработки альтернативных технологий производства авиационных биотоплив.

Ключевые слова: авиационные топлива; альтернативные биотоплива; воздушно-реактивные двигатели; вторичная переработка нефти; прямая перегонка нефти; сухая перегонка сланцев; ФТ-синтез.

Бойченко Сергей Валерьевич. Доктор технических наук. Профессор.

Заведующий кафедрой экологии, Национальный авиационный университет, Киев, Украина.

Образование: Киевский институт инженеров гражданской авиации, Киев, Украина (1992).

Направление научной деятельности: эффективное и рациональное использование горюче-смазочных материалов и технических жидкостей, охрана окружающей среды.

Количество публикаций: 200.

E-mail: chemmotology@ukr.net

Черняк Лариса Николаевна. Кандидат технических наук. Доцент.

Кафедра экологии, Национальный авиационный университет, Киев, Украина.

Образование: Национальный авиационный университет, Киев, Украина (2004).

Направление научной деятельности: эффективное и рациональное использование горюче-смазочных материалов и технических жидкостей

Количество публикаций: 18.

E-mail: larikch@mail.ru

Яковлева Анна Валерьевна. Аспирант.

Кафедра экологии, Национальный авиационный университет, Киев, Украина.

Образование: Национальный авиационный университет, Киев, Украина (2010).

Направление научной деятельности: альтернативные биотоплива для авиационных двигателей.

Количество публикаций: 7.

E-mail: pinchuk_anya@ukr.net