

М.О. Кизим, д-р екон. наук, професор
член-кореспондент НАН України
Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку
НАН України,
В.І. Рудика, канд. екон. наук, «ДП ГИПРОКОКС»

ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ СВІТОВОГО РИНКУ ВИРОБНИЦТВА І СПОЖИВАННЯ СИНТЕТИЧНОГО РІДКОГО МОТОРНОГО ПАЛИВА

У статті узагальнено результати прогнозів розвитку світового ринку синтетичного рідкого моторного палива міжнародних організацій. Визначено, що вирішення проблеми диверсифікації кошику рідких моторних палив вважається завданнями енергетичної безпеки, оскільки зменшує імпорتنу залежність від країн-експортерів нафти та/або рідкого моторного палива нафтового походження.

Ключові слова: синтетичне рідке моторне паливо, енергетична безпека країни, прогнозування, світовий ринок, енергетика.

Постановка проблеми. Транспортний сектор наразі вважається одним з основних джерел викидів парникових газів та інших шкідливих викидів, що загрожують сталому майбутньому. Транспортний сектор споживає різні види паливних ресурсів: продукти переробки вугілля, нафти, газу, нетрадиційних енергетичних джерел, представлених у вигляді рідкого моторного палива. Вирішення проблеми диверсифікації кошику рідких моторних палив вважається завданнями енергетичної безпеки, оскільки зменшує імпорتنу залежність від країн-експортерів нафти та/або рідкого моторного палива нафтового походження.

Аналіз останніх публікацій. У прогнозах розвитку енергетики провідних інститутів та організацій, зокрема Міжнародної енергетичної агенції [1], Адміністрації енергетичної інформатики США [2], Інституту енергетичних досліджень РАН [3], Організації країн – експортерів нафти (ОПЕК) [4] акцентовано увагу на можливих шляхах заміщення моторного палива нафтового походження більш екологічно прийнятними альтернативами. Крім того, багато вчених приділяють увагу проблемам розвитку складових енергетичної безпеки країни, зокрема М. Кизима та О. Лелюка [5], А. Михалевича та ін. [6], Charles K. Ebinger [7], J. Jewell [8],

В.К. Sovacool [9], L. Yueh [10], J.B. White [11] та ін. Але науковий інтерес становить дослідження напрямів та тенденцій розвитку світового ринку виробництва і споживання синтетичного рідкого моторного палива, а також визначення факторів, що на нього впливають.

Мета статті полягає в узагальненні сучасних особливостей розвитку світового ринку виробництва і споживання синтетичного рідкого моторного палива та визначення його подальших перспектив.

Виклад основного матеріалу досліджень. На цей час в світі існують два тренди диверсифікації шляхів енергозабезпечення транспортного сектору: електрифікація транспортних засобів та розширення використання рідкого моторного палива не-нафтового походження. Перспективи першого напряму наразі представлені тільки сегментом легкових транспортних засобів, тоді як для вантажного, авіаційного та морського транспорту є обмеженими. Зокрема, в форсайт-прогнозі Міжнародної енергетичної агенції (МЕА) закладено майже однакові темпи розширення споживання електроенергії в транспортному секторі для країн ОЕСР та не-ОЕСР, який складає 4,6 % на рік. Світовий парк легкових електромобілів має зрости до 30 млн од. у 2025 р. та до 150 млн од. у 2040 р. (з 1,3 млн од. у 2015 р.). За таких умов наприкінці прогнозного періоду 2,4 % всіх потреб будуть задовольнятися за рахунок електроенергії (проти 1,3 % у 2015 р.) [1].

Відтак, основу прогнозного енергозабезпечення транспортного сектору складатимуть рідкі вуглеводні, яке використовуються в двигунах внутрішнього згорання різних конструкцій.

У всіх чотирьох базових прогнозах відзначається тенденція до посилення міжпаливної конкуренції в транспортному секторі [1-4]. Так, незважаючи на те, що пік споживання нафти знаходиться за горизонтами прогнозування (після 2040 р.), портфель рідкого моторного палива має стати більш диверсифікованим. В якості альтернатив традиційного нафтового забезпечення транспортного сектору розглядаються різні види вуглецевого палива, включаючи зріджені природні гази (NGLs), зокрема етан та зріджені нафтові гази (LPG), конверсія газу (GTL) та вугілля (CTL) в рідкі вуглеводні, а також біопаливо. Зазначені види визначаються як альтернативні (конкуруючі) для енергозабезпечення транспортних засобів низькосірністими видами рідкого моторного палива.

Зокрема, сценарій Нової політики МЕА прогноз розвитку міжпаливної конкуренції засвідчує, що у 2040 р. 16 % потреб сирової нафти буде заміщено на альтернативне синтетичне рідке паливо у порівнянні із 13 % у ретроспективному періоді (табл. 1).

1. Динаміка прогнозного попиту на рідкі вуглеводні в сценарії Нової політики МЕА [1]

Показник	Рік					
	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Загальний попит на рідкі вуглеводні, млн бар/добу	94,1	97,9	100,8	102,8	105,3	107,7
у тому числі:						
біопаливо	1,6	2,0	2,5	3,0	3,6	4,2
сира нафта	91,6	94,9	97,0	98,2	99,7	101,0
CTL / GTL	0,9	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5
зріджені гази	8,8	9,5	10,0	10,4	10,7	10,6
Виробництво нафтопродуктів, млн бар/добу	81,6	84,6	86,4	87,3	88,6	90,1
Частка нафтопродуктів у загальному попиті, %	87	86	86	85	84	94

Як бачимо із табл. 1, зріджені природні гази (NGL) вже покривають 9,4 % сумарного попиту на рідкі вуглеводні та, як прогнозується, збільшать відповідну частку до 9,8 % у 2040 р. Зазначений вид рідкого моторного палива хоча і є найбільшим конкурентом світлим нафтопродуктам на дійсному етапі розвитку, однак його виробництво на пряму залежить від запасів нафти та газоконденсату, тому у форсайт-прогнозах МЕА прогнозується досягнення плато за їх виробництвом вже у 2035 р. на рівні 10,7 млн бар / добу, тоді як в 2040 р. їх виробництво скоротиться на 0,1 млн бар/ добу.

Виробництво синтетичних замінників за технологіями CTL та GTL здатне вже замінити майже 1 % світових потреб в сирій нафті, тоді як у 2040 р. відповідне значення складе 2,4 %. В абсолютному виразі виробництво синтетичної сировини нафти зросте із 0,9 млн бар/добу у 2015 р. до 2,5 млн бар. / добу у 2040 р., тобто СТП їх виробництва складе 4,2 %. Відтак, хоча CTL та GTL займають найменшу питому вагу у прогнозованому попиті на рідкі вуглеводні, однак характеризуються найвищими прогнозними середньорічними темпами приросту серед інших конкурентів традиційних нафтопродуктів.

Виробництво біопалива зросте із 1,6 млн бар на добу в 2015 р. до 4,2 млн бар / добу у 2040 р., що дасть змогу задовольнити 3,9 % загального попиту на рідкі вуглеводні.

Про розширення міжпаливної конкуренції на ринку рідкого

моторного палива свідчать й прогнози Інституту енергетичних досліджень РАН (ІНЕД РАН), однак в якості основного замітника моторного палива нафтового походження визначається газомоторне паливо [2]. Визначаючи перспективи розвитку того чи іншого альтернативного напрямку енергозабезпечення транспортного сектору в форсайт-прогнозі опираються на приведені сукупні витрати володіння транспортним засобом.

Посилення конкуренції на ринку рідких вуглеводнів також відзначається у прогнозах ОПЕК (табл. 2). Так, за даними цієї організації у ретроспективному періоді вже 22 % від потреб в рідких вуглеводнях задовольняються альтернативними способами, серед яких основним NGLs займають майже 14 %.

2. Прогнозні тенденції розвитку ринку альтернативного палива за прогнозами ОПЕК [4]

Показник	Рік					
	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Загальний попит на рідкі вуглеводні, млн бар/добу	95,1	98,5	102,5	105,7	108,0	109,6
Пропозиція рідких вуглеводнів, млн бар/добу						
Сира нафта	79,6	80,7	83,2	85,1	86	86,5
у т.ч. нетрадиційна нафта природного походження	4,9	4,6	6,3	6,7	6,6	6,0
NGL	12,9	13,9	15,0	15,7	15,9	16,2
біопаливо	3,4	4	4,4	4,7	5,1	5,5
інші рідкі вуглеводні (зокрема CTL / GTL)	0,5	1,4	1,5	1,9	2,8	3,3
у тому числі GTL в країнах ОПЕК	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8

У прогностичному періоді відзначається посилення конкуренції та заміщення 26 % від потреб сирової нафти, тоді як частка основного замітника зросте практично до 15 %.

Другим з альтернативних джерел задоволення прогностичних потреб в рідкому моторному паливі, за думкою ОПЕК, є нафтові піски, які займуть 5,2 % ринку та, як передбачається, досягнуть піку в 2030 р., зайнявши 6,4 %, після чого втратять свої позиції, досягши 5,5 %.

Біопаливо, навпаки, збільшить частку ринку із 2,2 % у 2015 р. до 3,3 % у 2040 р.

Окремо в прогнозах ОПЕК не прогнозується виробництво рідкого моторного палива на основі технології CTL і GTL. Окремі дані свідчать

про перспективність технології GTL в країнах ОПЕК, де прогнозується зростання виробництва із 0,3 млн бар/добу до 0,8 млн бар/добу в прогнозованому періоді. Серед країн не-ОПЕК кількісного визначення розвитку технологій CTL і GTL не відображено. Однак, аналітичним шляхом можна встановити, що обсяги конверсії твердого та рідкого палива збільшать своє виробництво із 0,5 млн на добу, до 2,5 млн бар на добу в 2040 р. у другій групі країн.

Надалі розглянемо перспективи проникнення біопалива в транспортному секторі за прогнозами вищевказаних організацій, оскільки саме цей напрям передбачає екологізацію розвитку транспортного сектору. Загалом, термін "біопаливо" стосується рідкого та газоподібного палива, виготовленого з біомаси - органічної речовини, отриманої з рослин або тварин [12].

Так, сценарій нової політики МЕА (форсайт-прогноз) передбачає прискорений перехід на інші види рідкого моторного палива з причин посилення паливних стандартів, що обумовлюють обов'язковість використання низькосірководного палива (табл. 3). У табл. 3 використані такі умовні позначення: 1 – загальне споживання транспортним сектором включає рідке моторне паливо нафтового походження, біопаливо, електроенергію та інші види; 2 – питома вага біопалива в загальному енергозабезпеченні транспортного сектору; СТП – середньорічний темп приросту.

Як видно з табл. 3, середньорічний темп приросту (СТП) енергоспоживання транспортним сектором в світі прогнозується на рівні 1,0 %, тоді як для біопалива – 3,9 %. Зазначене дозволить забезпечити частку біопалива в загальному споживанні транспортним сектором на рівні 5,8 % у 2040 р. у порівнянні із 2,8 % у 2014 р. У той же час означені тенденції не є однаковими за регіонами світу: в країнах ОЕСР та ЄС прогнозується забезпечити питому вагу біопалива в енергетичній корзині транспортного сектору на рівні 10,2 % та 13,2 % відповідно у порівнянні із 4,2 % та 4,6 % у ретроспективному періоді.

Означені тенденції будуть обумовлені як розширенням споживання біопалива: СТП прогнозується на рівні 2,7 % для ОЕСР та 3,2 % для ЄС, – так і підвищенням технологічної ефективності транспортних засобів та розвитком культури пересувань, що забезпечать негативні загальні СТП енергоспоживання транспортним сектором на рівні -0,8 % та -0,9 % відповідно.

3. Порівняння перспектив розвитку сегменту біопалива в різних регіонах світу (за форсайт-прогнозом МЕА [1])

Регіон світу	Споживання транспортним сектором	Ретро-спектива	Прогноз					СТП, %
			2014 р.	2020 р.	2025 р.	2030 р.	2035 р.	
Світ	Всього ¹ , млн т н.е.	2622	2828	2981	3119	3274	3435	1
	у т.ч. біопалива, млн т н.е.	74	95	119	142	167	199	3,9
	Питома вага біопалива ² , %	2,8	3,4	4,0	4,6	5,1	5,8	
ОЕСР	Всього, млн т н.е.	1215	1190	1137	1075	1025	994	-0,8
	у т.ч. біопалива, млн т н.е.	51	64	74	84	92	101	2,7
	Питома вага біопалива, %	4,2	5,4	6,5	7,8	9,0	10,2	
ЄС	Всього, млн т н.е.	307	295	281	268	255	242	-0,9
	у т.ч. біопалива, млн т н.е.	14	19	23	27	30	32	3,2
	Питома вага біопалива, %	4,6	6,4	8,2	10,1	11,8	13,2	
Східна Європа / Євразія	Всього, млн т н.е.	144	146	152	156	158	157	0,3
	у т.ч. біопалива, млн т н.е.	0	1	1	1	1	2	4,8
	Питома вага біопалива, %	0,0	0,7	0,7	0,6	0,6	1,3	

Для такого регіону як Східна Європа/Євразія (до якого входить Україна) прогнозується досягнення плато у загальному енергоспоживанні транспортним сектором на рівні 157 млн т н.е. у 2040 р., тоді як споживання біопалива має зрости до 2 млн т н.е., що однак забезпечить його питому вагу в енергетичній корзині лише на рівні 1,3 %.

Відтак, біопаливо, за форсайт-прогнозом МЕА, має значний потенціал для заміщення рідкого моторного палива з традиційної сировини, однак без політичної підтримки є обмеженим. Наразі енергетична політики в сфері біопалива розробляється повільно та опирається на так звані «мандати змішування» (від англ. blending

mandates), які визначають обов'язкову частку біокомпонентів у складів традиційного рідкого моторного палива для дорожніх транспортних засобів, схеми субсидування та не передбачає модернізації та реконструкції діючого транспортного парку на основі двигунів внутрішнього згорання. Поширенню біопалива в світі перешкоджає відсутність технічних стандартів та міжнародних схем сертифікації «сталого біомаси».

Біопаливо, на відміну від електроенергії, має потенціал для проникнення до всіх видів транспортного сектору, однак найбільш приріст прогнозується для пасажирського та вантажного транспорту (для далекомагістральних переміщень), тоді як для авіації та судноплавства є обмеженим.

Розширення використання біопалива в авіації пов'язано із розробкою техніко-економічних рішень для отримання економічної переваги над авіаційним паливом.

Із 4,2 млн бар. н.е./добу біопалива, що буде споживатися у 2040 р. 65 % припадатиме на біоетанол, ще 30 % на біодизель, а решта 5 % на авіаційне біопаливо.

Наразі найбільші за місткістю ринки біопалива існують в країнах ЄС, США та Бразилії. Так, стандартами змішування Бразилії вже передбачено обов'язкову частку етанолу на рівні 27 % у складі автомобільного бензину, а 2/3 її автопарку представлено автомобілями з гібридним вибором палива. Її надалі визначені країни збережуть лідерство з виробництва біопалива у прогнозованому періоді, однак їх частка скоротиться із 86 % сьогодні до 66 % у 2040 р. по мірі розвитку ринків біопалива в інших країнах світу (особливо в Китаї та Індії). Лідерами у виробництві біоетанолу будуть США, Китай та Бразилія, а біодизеля – США та ЄС.

МЕА оцінює потребу в інвестиціях для поширення використання біопалива у обсязі 1,1 трлн дол. США на прогнозний період (2016–2040 рр.), тобто середньорічний їх обсяг складатиме 67 млрд дол. США.

Більш помірні теми зростання виробництва/споживання біопалива прогнозує АЕІ США. За її даними загальне виробництво рідких вуглеводнів у світі має зростати на 0,6 % на рік у 2015–2040 рр. (проти 1,0 % на рік за прогнозом МЕА), тоді як виробництво біопалива на 1,8 % на рік (проти 3,9 % за прогнозом МЕА). Такі тенденції призведуть до зростання питомої ваги біопалива з 2,2 % у 2015 р. до 2,9 % у 2040 р.

Основний приріст виробництва біопалива в прогнозах АЕІ США припадає на країни, що розвиваються та не входять до складу ОПЕК, СТП

біопалива для яких мають скласти 3,3 %, забезпечивши у 2040 р. виробництва біопалива 1,8 млн бар/добу. У той же час країни ОЕСР досягають плато у виробництві біопалива вже у 2020 р. на рівні 1,5 млн бар / добу, а для країн ОПЕК не визначається перспектив для розвитку цього сегменту, зважаючи на його неконкурентоспроможність з конвенціональною нафтою.

Як і МЕА, АЕІ США визначає необхідність державного стимулювання розвитку цього сектору енергобізнесу шляхом надання податкових преференцій та впровадження обов'язкових мандатів змішування.

Прогноз АЕІ США не приділяє належної уваги науково-технологічному розвитку виробництва біопалива, включаючи до прогнозів лише технології виробництва традиційних біоетанолу, біодизеля та біомаси-в-рідину (BTL – biomass-to-liquids). Єдиним технологічним напрямом подальшого розвитку виробництва біопалива американською організацією вважається гідропереробку складних ефірів та жирних кислот. Ця технологія вважається перспективною у зв'язку із близькістю кінцевого продукту до традиційного дизельного палива, що дозволяє використовувати цей вид біопалива в дизельних двигунах внутрішнього згорання без змішування з моторним паливом нафтового походження. Як зазначається, в світі за NEFA-технологією вже збудовано 10 заводів, сумарне виробництво на яких складає 1 млрд галлон (322 млн тонн дизельного палива) та 6 заводів планується до будівництва [2].

Висновки. Таким чином, як свідчить узагальнення результатів прогнозування розвитку світового ринку синтетичного рідкого моторного палива, основним джерелом його виготовлення залишатиметься нафта. Перспективи розширення використання біопалива у довгостроковому періоді залежатимуть від технологічного та здебільшого від економічного проривів у виробництві просунутих видів біопалива. Основними обмежуючими чинниками довгострокового розвитку сегменту біопалива є дефіцит вільних земельних угідь, а також негативні наслідки для екосистем. Окрім цього не вирішеними досі залишаються організаційно-технічні питання, зокрема відсутні міжнародні стандарти технічно сталої біомаси та схеми її міжнародної сертифікації.

Іншим напрямом заміщення рідкого моторного палива нафтового походження є конверсія твердих та газоподібних вуглеводнів в синтетичне рідке паливо.

Бібліографічний список: 1. World Energy Outlook 2016 / International Energy Agency. URL : [http://www.worldenergyoutlook.org /weo2016/](http://www.worldenergyoutlook.org/weo2016/) 2. International Energy Outlook 2016 / US Energy Information Administration. URL : [http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484\(2016\).pdf](http://www.eia.gov/forecasts/ieo/pdf/0484(2016).pdf) 3. Прогноз развития энергетики мира и России до 2040 / Институт энергетических исследований РАН. URL: [https://www.eriras.ru/files/ prognoz-2040.pdf](https://www.eriras.ru/files/prognoz-2040.pdf). 4. World Oil Outlook 2040 / ОПЕС. 2017. URL: http://www.opec.org/opec_web/flipbook/WOO2017/WOO2017/assets/common/downloads/WOO%202017.pdf/. 5. Кизим М. О. Нетрадиційний природний газ у світі та Україні: запаси та перспективи видобутку: монографія / М.О. Кизим, О.В. Лелюк. – Х.: ВД «ІНЖЕК, 2012. – 156 с. 6. Михалевич А. Методика оценки энергетической безопасности Беларуси и Литвы [Электронный ресурс] / А. Михалевич П. Поплавский, Д. Римко // Институт энергетики Национальной академии наук Беларуси. URL: http://vddb.library.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:J.04~2012~ISSN_2029-0225.V_12.PG_35-48/DS.002.2.01.ARTIC 7. Ebinger Charles K. The Meaning of Energy Security Depends on Who You Are / The Brookings Institution. URL: <http://www.brookings.edu/research/opinions/2011/10/10-energy-security-ebinger>. 8. Jewell J. The IEA model of short-term energy security (MOSES) / IEA, 2011. URL: https://www.iea.org/media/freepublications/oneoff/moses_paper.pdf. 9. Sovacool B.K. Evaluating energy security performance from 1990 to 2010 for eighteen countries / Benjamin K Sovacool, Ishani Mukherjee, Ira Martina Drupady, Anthony L D’Agostino // Energy. № 36 (10). p. 5846-5853. 10. Yueh L. An International Approach to Energy Security / World Economic Forum, Global Agenda Council of Energy Security. URL: <http://www.isn.ethz.ch/Digital-Library/Publications/Detail/?lang=en&id=116594>. 11. White J. B. Wall Street Journal: Chamber Attempts to Put Number on Energy Security / Institute for 21st Energy Century. URL : <http://www.energyxxi.org/wall-street-journal-chamber-attempts-put-number-energy-security>. 12. Technology Roadmap - Biofuels for Transport / OECD|IEA, 2011. URL : https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Biofuels_Roadmap_WEB.pdf.

Н.А. Кизим, В.И. Рудыка Особенности развития мирового рынка производства и потребления синтетического жидкого моторного топлива. В статье обобщены результаты прогнозов развития мирового рынка синтетического жидкого моторного топлива международных организаций. Определено, что решение проблемы диверсификации корзине жидких моторных топлив считается задачами энергетической безопасности, поскольку уменьшает импортную зависимость от стран-

экспортеров нефти и / или жидкого моторного топлива нефтяного происхождения.

Ключевые слова: синтетическое жидкое моторное топливо, энергетическая безопасность страны, прогнозирования, мировой рынок, энергетика.

М.О. Кузым, V.I. Rudyka. Features of the development of the world market of production and consumption of synthetic liquid motor fuel. The article summarizes the results of the forecasts of the development of the world market of synthetic liquid motor fuel of the International Energy Agency, the Administration of Energy Informatics of the USA, the Institute of Energy Research of the Russian Academy of Sciences, the Organization of the countries exporting oil and others. The purpose of the article is to summarize the modern features of the development of the global market for the production and consumption of synthetic liquid motor fuels and to determine its future prospects. Currently, there are two trends in the world of diversifying the energy supply of the transport sector in the world: electrification of vehicles and expansion of the use of liquid motor fuel of non-oil origin. The prospects for the first direction are currently represented only by the segment of passenger vehicles, while for freight, aviation and maritime transport they are limited. Therefore, the basis of the forecast energy supply of the transport sector will be liquid hydrocarbons, which are used in internal combustion engines of various constructions. It is determined that solving the problem of diversification of the liquid motor fuel basket is considered as a task of energy security, since it reduces the import dependence on oil exporting countries and / or liquid petroleum oil motor fuels. The main source of liquid motor fuel production will remain oil in the coming decades. The prospects for expanding the use of biofuels in the long run will depend on technological and, above all, economic breakthroughs in the production of advanced biofuels. The main limiting factors for the long-term development of the biofuel segment are the lack of free land, as well as the negative impacts on ecosystems. In addition, organizational and technical issues remain unresolved, in particular the lack of international standards for technically sustainable biomass and its international certification scheme. Another direction of replacing liquid motor fuel of oil origin is the conversion of solid and gaseous hydrocarbons into synthetic liquid fuels.

Key words: synthetic liquid motor fuel, energy security of the country, forecasting, world market, energy.

Стаття надійшла до редакції: 05.03.2018 р