УДК 620.92

ОСНОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСЕКТИВИ РОЗВИТКУ РИНКУ МОТОРНИХ БІОПАЛИВ В ЄС ТА В УКРАЇНІ

Гелетуха Г.Г., канд. техн. наук, **Желєзна Т.А.,** канд. техн. наук, **Драгнєв С.В.,** канд. техн. наук, **Баштовий А.І.,** канд. техн. наук

Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. Марії Капніст, 2а, Київ, 03680, Україна

https:doi.org/10.31472/ttpe.1.2020.8

Представлено поточний стан та перспективи виробництва і споживання моторних біопалив в ЄС. Проаналізовано цілі по обсягу відновлюваної енергії на транспорті в ЄС згідно Директиви RED II. Розглянуто ситуацію в Україні та запропоновано рекомендації для подальшого розвитку сектору моторних біопалив.

Представлено текущее состояние и перспективы производства и потребления моторных биотоплив в ЕС. Проанализированы цели по объему возобновляемой энергии на транспорте в ЕС согласно Директивы RED II. Рассмотрена ситуация в Украине и предложены рекомендации для дальнейшего развития сектора моторных биотоплив.

Current state and prospects for the production and consumption of transport biofuels in the EU are presented. Renewable energy targets for transport in the EU according to RED II Directive are analyzed. Situation in Ukraine is considered and recommendations for further development of transport biofuel sector are suggested

Бібл. 14, табл. 4, рис. 2.

Ключові слова: біомаса, біопаливо, моторне біопаливо, біоетанол, біодизель, біогаз, біопаливо другого покоління.

ВДЕ – відновлювані джерела енергії;
ЕТБЕ – етилтретбутиловий ефір;
НПДВЕ – Національні плани дій з відновлюваної енергетики;
FAME – метилові ефіри жирних кислот;
HVO – гідрогенізована рослинна олія;
IRR – внутрішня норма дохідності;
н.е. – нафтовий еквівалент.

Актуальність роботи обумовлена необхідністю зменшення залежності України від імпортованого бензину та дизельного палива шляхом використання моторних біопалив власного виробництва. Крім того, Україна як член Енергетичного Співтовариства має ціль по використанню відновлюваної енергії на транспорті – 10% у 2020 р., зафіксовану в Національному плані дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року. ***Метою*** роботи є аналіз перспективних напрямків розвитку сектору моторних біопалив в Україні. ***Завдання*** роботи полягає у визначенні необхідних механізмів стимулювання. ***Методи дослідження*** включають вивчення статистичних та інших даних, аналіз нормативно-правових актів, проведення розрахунків.

Поточний стан виробництва та використання моторних біопалив в ЄС

Споживання моторних біопалив в Євросоюзі достатньо динамічно зростало протягом 2004-2012 рр. (особливо на початку цього періоду), переживало період стагнації наступні чотири роки і знову почало збільшуватися з 2017 року (рис. 1). У 2018 році використання біопалив на транспорті сягнуло майже 17 млн. т н.е., що на 10,1% більше, ніж у попередньому році. Ріст досягнуто, головним чином, за рахунок біодизеля, на частку якого припадає 82% (по вмісту енергії) загального обсягу споживання моторних біопалив в ЄС. Решта споживання розподіляється між біоетанолом (17,1%) та біогазом (0,9%) [1].

За оцінками експертів, у 2019 р. продовжиться ріст споживання моторних біопалив, і їх частка у загальному обсязі використання палив у транспортному секторі досягне 7,3% по енерговмісту (з урахуванням подвійного внеску біопалив другого покоління) [2]. Незважаючи на певний ріст, спостерігається відставання розвитку сектору моторних біопалив у порівнянні з показниками НПДВЕ до 2020 року країн-членів ЄС (рис. 2).

Найкрупнішими споживачами моторних біопалив в Європі є Франція (3,4 млн. т н.е. у 2018 р.), Німеччина (2,7 млн. т н.е.), Іспанія (1,7 млн. т н.е.) і Швеція (1,6 млн. т н.е.) (табл. 1). Використання біогазу на транспорті достатньо помітно розвинене лише у Швеції (118 тис. т н.е. у 2018 р.), Німеччині (34 тис. т н.е.) та Нідерландах (7,2 тис. т н.е.).

Виробництво біоетанолу в ЄС у 2018 р. досягло 3,57 млн. т (на 1,17% більше, ніж у 2017 р.) при наявних виробничих потужностях у 7,07 млн. т. Основна частина продукту використовується на транспорті (більше 80%), решта – у промисловості. На три країни (Францію, Німеччину, Об'єднане Королівство) припадає більше 50% загального обсягу виробництва біоетанолу в ЄС (табл. 2).

Наразі частка біоетанолу другого покоління в загальному обсязі його виробництва є дуже обмеженою. Для виконання цілі Директиви ЄС RED II (3,5% біопалив другого покоління на транспорті у 2030 р.) країни-члени ЄС прикладають значні зусилля по розширенню виробництва біоетанолу з лігноцелюлозної сировини. Так, в Фінляндії у 2018 р. було запущено завод з виробництва біоетанолу з тирси річною потужністю

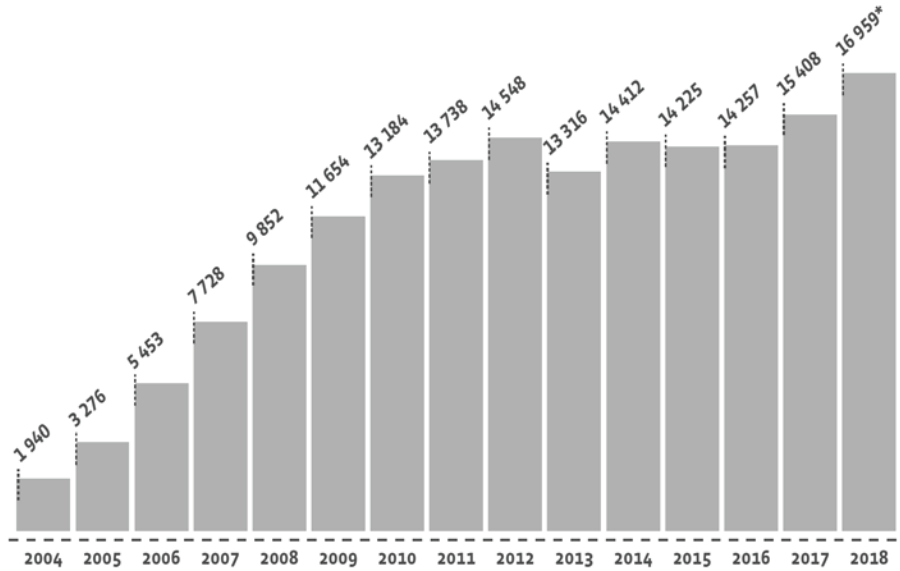

Рис. 1. Динаміка споживання моторних біопалив в ЄС (тис. т н.е.) [1].

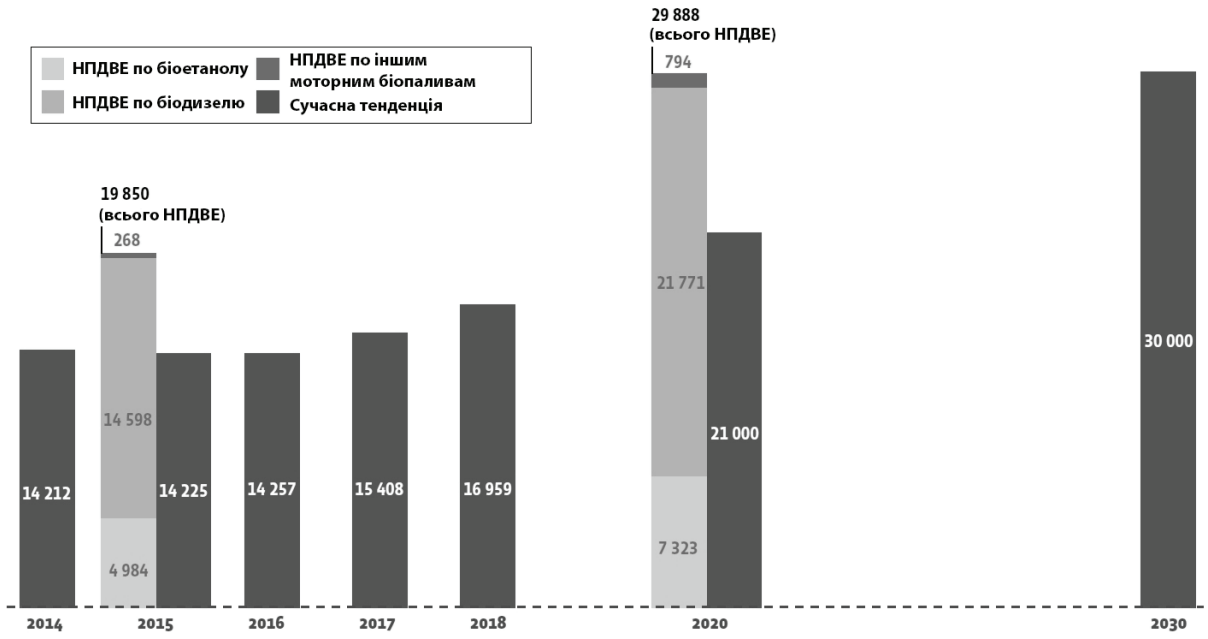

Рис. 2. Співставлення обсягів споживання моторних біопалив в ЄС з показниками НПДВЕ до 2020 року (тис. т н.е.) [1].

Табл. 1. Споживання моторних біопалив в ЄС у 2018 році (попередні дані)*, тис. т н.е. [1]

Країна ЄС	**Біоетанол**	**Біодизель**	**Біогаз**	**Всього**	**Обсяг біопалив 2-го покоління в загальному обсязі біопалив**	**Частка біопалив, що відповідають критеріям сталості Директиви ЄС RED II [3]**
Франція	586,0	2812,0	0,0	3398,0	21,3	100,0%
Німеччина	756,0	1929,0	34	2719,0	немає даних	99,2%
Іспанія	160,0	1568,0	0,0	1728,0	2,4	100,0%
Швеція	96,6	1342,6	118,0	1557,2	немає даних	99,7%
Об'єднане Королівство	376,8	897,1	0,4	1274,3	немає даних	100,0%
Італія	32,6	1217,0	0,1	1249,7	65,0	100,0%
Польща	173,0	770,0	0,0	943,0	3,0	100,0%
Нідерланди	170,7	330,5	7,2	508,4	немає даних	99,5%
Австрія	57,9	423,1	0,3	481,3	1,4	97,1%
Бельгія	93,6	381,0	0,0	474,6	5,0	100,0%
Фінляндія	80,7	315,6	0,3	396,7	немає даних	100,0%
Чехія	61,3	247,4	0,0	308,7	0,0	100,0%
Румунія	91,1	206,2	0,0	297,2	0,0	100,0%
Данія	0,0	286,0	0,3	286,3	немає даних	85,2%
Португалія	7,6	272,3	0,0	279,9	0,0	100,0%
Всього ЄС-28	2892,9	13905,6	160,6	16959,1	немає даних	99,5%

** Представлено дані по вибраним країнам ЄС.*

Табл. 2. Найкрупніші компанії-виробники біоетанолу в ЄС [1]

Компанія	**Розташування заводів в Європі**	**Виробництво біоетанолу у 2018 р., млн. л**	**Вид сировини**
Tereos (Франція)	Франція, Чехія, Об'єднане Королівство, Італія	1200	Цукровий сироп, пшениця
Crop Energies (Німеччина)	Німеччина, Бельгія, Франція, Об'єднане Королівство	967	Цукровий сироп, пшениця, кукурудза, тритікале
Vivergo (Об'єднане Королівство)	Об'єднане Королівство	420	Пшениця
Cristal Union (Франція)	Франція	320	Цукровий сироп, пшениця
Agrana (Австрія)	Австрія	250	Пшениця, кукурудза

10 млн. л із планами її збільшення до 50 млн. л. Ще один завод потужністю 50 млн. л/рік має бути запущений в Фінляндії у 2020 р. Крім того, існують плани по реалізації проектів з виробництва біоетанолу з соломи в Словаччині та Румунії у 2020 р., кожний – по 65 млн. л/рік.

Виробництво біодизеля в ЄС у 2018 р. оцінюється у 12,87 млн. т (на 6,1% менше, ніж у 2017 р.), а існуючі виробничі потужності – у 21,96 млн. т. Основними виробниками біодизеля, що займають близько 70% ринку, є Німеччина, Франція, Нідерланди та Іспанія. При цьому найбільші виробничі потужності мають компанії Neste (Фінляндія) та Avril (Франція) (табл. 3).

Розрізняють традиційний біодизель – метилові ефіри жирних кислот (FAME) і більш сучасний продукт – гідрогенізовану рослинну олію (HVO). FAME отримується шляхом етерифікації рослинної олії (виробники походять з аграрного сектору), HVO – шляхом гідроочищення рослинної олії (виробники походять з нафтопереробної галузі). Виробництво гідрогенізованої рослинної олії є більш новітньою технологією (фактично започаткованою фінською компанією Neste [4]), яка наразі розвивається на промисловому рівні лише в шести країнах Європи, тоді як установки з отримання метилових ефірів жирних кислот працюють майже в усіх країнах ЄС. До 2022 р. очікується поява нових заводів у Франції і Італії, що дасть можливість збільшити виробництво HVO з поточних 2,8 до 4,5 млрд. л/рік. Гідрогенізована рослинна олія у порівнянні з FAME має меншу густину і в'язкість, більш високе цетанове число і кращу здатність до зберігання [5].

Крім того, можна отримувати синтетичний дизель з лігноцелюлозної біомаси шляхом її газифікації з наступною конверсією синтез-газу в реакторі Фішера-Тропша. Такий продукт є біопаливом другого покоління, але його виробництво ще не досягло комерційного рівня в Європі [6].

Цілі по обсягу відновлюваної енергії на транспорті в ЄС та критерії сталості згідно Директиви з ВДЕ RED II

Нова версія Директиви ЄС щодо сприяння використання відновлюваної енергії (Директива ЄС 2018/2001, або Директива RED II) вийшла у грудні 2018 р. [3]. Основні обов'язкові цілі, поставлені Директивою до 2030 року, наступні: щонайменше 32% ВДЕ у валовому кінцевому споживанні енергії ЄС і 14% відновлюваної енергії у секторі транспорту. При цьому поняття відновлюваної енергії на транспорті включає рідкі біопалива, біогаз, електроенергію з ВДЕ, а також відновлювані рідкі та газоподібні палива небіологічного походження.

Щодо зазначеної цілі по обсягу відновлюваної енергії у секторі транспорту, Директива RED II дає ряд додаткових уточнень, деякі з яких розглянуто в даній статті. По-перше, внесок біопалив першого покоління (тобто вироблених з харчових сільськогосподарських культур) для конкретної країни не може перевищувати відсотка, досягнутого нею у 2020 р. плюс 1%, але не більше 7%. По-друге, обов'язковою є частка біопалив другого покоління: щонайменше 0,2% у 2022 р., 1% у 2025 р. і 3,5% у 2030 р. Біопаливами другого покоління є такі, що вироблені з соломи, лушпиння, стрижнів кукурудзи, іншої нехарчової лігноцелюлозної сировини, відходів та залишків лісового господарства, відходів харчової промисловості, біомасової фракції промислових відходів, гною тварин та інших видів сировини, зазначених у частині А Додатку IX Директиви ЄС 2018/2001.

Внесок біопалив другого покоління до виконання обов'язкової цілі може зараховуватися з коефіцієнтом 2 (по енерговмісту). Біопалива, вироблені з використаної харчової олії та певних видів тваринних

Табл. 3. Найбільші виробничі потужності біодизелю в ЄС [1]

Компанія	**Розташування заводів в Європі**	**Виробнича потужність, тис. т**
Neste (Фінляндія)*	Фінляндія, Нідерланди	2700
Avril (Франція)*	Франція, Німеччина, Італія, Австрія, Бельгія	1552
Infinita (Іспанія)	Іспанія	600
Verbio AG (Німеччина)	Німеччина	470
Total Group (Франція)*	Франція	470
Eni (Італія)*	Італія	219
Marseglia Group (Ital Bi Oil) (Італія)	Італія	200

** Має установки з виробництва гідрогенізованої рослинної олії (HVO).*

жирів (згідно переліку в частині В Додатку IX Директиви ЄС 2018/2001), також можуть зараховуватися з коефіцієнтом 2 (по енерговмісту), але їх внесок до виконання обов'язкової цілі обмежений 1,7% (крім Кіпра і Мальти).

Для можливості зарахування у виконання обов'язкової цілі по обсягу відновлюваної енергії на транспорті і отримання фінансової підтримки проектів, моторні біопалива, а також відновлювані рідкі та газоподібні палива небіологічного походження повинні відповідати вимогам по зменшенню викидів парникових газів. Важливо, що Директивою RED II вперше уведено вимоги по зменшенню викидів парникових газів також для виробництва теплової і електричної енергії з твердої біомаси (табл. 4).

Крім того, виробництво рідких моторних біопалив, біорідин, твердих та газоподібних біопалив з агробіомаси (з урахуванням примітки 3 до табл. 4) має відповідати критеріям сталості, що обмежують використання земель з високим ступенем біорізноманіття, високим запасом вуглецю, а також торф'яників. Певні критерії сталості існують також для використання сировини, що походить з лісової біомаси.

Ситуація в Україні та рекомендації для подальшого розвитку сектору моторних біопалив

В Україні виробництво біоетанолу та біодизелю, нажаль, так і не набуло широкого розвитку. Протягом останніх 20 років в країні було розроблено і затверджено декілька відповідних програм, у тому числі, Програма «Етанол» (2000 р.), Програма розвитку виробництва дизельного біопалива (2006 р.), але їх виконання не було успішним з точки зору досягнення поставлених цілей.

У 2010 р. Україна приєдналася до Енергетичного Співтовариства і взяла на себе певні зобов'язання з розвитку сектору відновлюваної енергетики. Згідно Національного плану дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року (2014 р.) [9], частка відновлюваної енергії у транспортному секторі має становити 10% у 2020 р. При цьому очікуваний обсяг споживання біоетанолу/ЕТБЕ становить 320 тис. т н.е., біодизельного палива – 70 тис. т н.е. у 2020 р.

За даними Держенергоефективності України, що на регулярній основі подаються до Енергетичного Співтовариства, виробництво біоетанолу у 2017 р. склало 47,01 тис. т н.е., у 2016 р. – 38,4 тис. т н.е. Виробництво біодизельного палива у 2016-2017 рр. не було зафіксовано [10]. При цьому потенціал отримання рідких моторних біопалив першого покоління в Україні оцінюється у 310 тис. т н.е./рік біодизелю і 590 тис. т н.е./рік біоетанолу (за даними 2017 р.) [11].

В Україні налічується близько 20 виробників біоетанолу загальною потужністю більше 300 тис. т/рік, але діють з них лише 8 підприємств загальною потужністю 128 тис. т/рік [12]. Існують об'єктивні передумови для можливості значного розширення обсягів виробництва біоетанолу. По-перше, незавантажені цукрові та спиртові заводи можуть започаткувати виробництво біоетанолу як достатньо прибутковий бізнес-проект з терміном окупності 5-6 років (IRR>20%). По-друге, за певних умов (сировина – меляса, теплова енергія з біомаси використовується у виробничому процесі та ін.) біоетанол першого покоління може задовольнити вимогам по скороченню викидів CO_2 Директиви RED II – 60% для установок, уведених в експлуатацію після 05.10.2015 (до 31.12.2020) [11]. Сировиною для виробництва біоетанолу першого покоління в Україні

Табл. 4. Мінімальні вимоги по зменшенню викидів парникових газів згідно Директиви RED II [7]

Дата початку роботи установки з виробництва відповідного виду енергоносія	**Моторні біопалива та біорідини[1]**	**Моторні відновлювані палива небіологічного походження[2]**	**Електроенергія, теплова енергія з біомаси[3]**
До 05.10.2015 (включно)	50%	-	-
З 06.10.2015 по 31.12.2020	60%	-	-
З 01.01.2021	65%	70%	70%
З 01.01.2026	65%	70%	80%

1. Біорідини – рідкі біопалива, що використовуються для виробництва теплової і електричної енергії.

2. Палива, вироблені шляхом електролізу води з використанням відновлюваної електроенергії і технології синтезу [8].

3. Застосовується для установок з номінальною тепловою потужністю по вхідному паливу ≥ 20 МВт для твердих біопалив і ≥ 2 МВт для газоподібних біопалив.

можуть бути такі цукровмісні культури як цукровий буряк, цукрове сорго, а також зернові культури, зокрема, кукурудза, значні обсяги якої щорічно експортуються для переробки у біоетанол.

Що стосується біодизелю, відомо, що в Україні побудовано 14 біодизельних заводів загальною потужністю 300 тис. т/рік, які фактично простоюють. Крім того, є близько 50 менших підприємств, здатних виробляти до 25 тис. т біодизелю на рік [13]. Достовірної інформації про фактичну діяльність цих підприємств немає. Зустрічаються приклади індивідуального виробництва біодизелю для власного споживання, при цьому може використовуватися некондиційна олія або жири. Для таких виробництв існує проблема забезпечення належної якості продукту. При цьому в Україні вирощують значні обсяги таких олійних культур як соняшник, ріпак та соя, які можуть бути сировиною для виробництва біодизелю, що відповідає вимогам чинного національного стандарту ДСТУ 6081:2009 «Паливо моторне. Ефіри метилові жирних кислот олій і жирів для дизельних двигунів. Технічні вимоги». Слід зазначити, що типові значення скорочення викидів CO_2 для біодизелю першого покоління з ріпаку становлять 52%, з соняшнику – 57%, з сої – 55%, що не відповідає вимогам Директиви RED II для установок, уведених в експлуатацію з 06.10.2015 (див. табл. 4). Це означає, що будівництво нових біодизельних заводів з використанням вказаних видів сировини буде проблематичним. З огляду на це важливо провести моніторинг вже існуючих підприємств для аналізу можливості налагодження (поновлення) виробництва біодизелю на їх базі.

Перспективним для України вважаємо напрямок виробництва і використання біометану як моторного палива, призначеного для виробників сільськогосподарської продукції, для громадського транспорту, вантажних та легкових автомобілів. Перевагами такого підходу є забезпечення агровиробників паливом за рахунок споживання побічної продукції і відходів власного виробництва, а також зменшення забруднення повітря у великих містах.

Очевидно, що наразі сектор моторних біопалив України знаходиться у стані стагнації через відсутність послідовної державної політики та механізмів стимулювання. Не спряє розвитку сектору існуючий акциз на біодизель (106 євро/1000 л) та податковий вексель на повну ставку акцизу, необхідний при транспортуванні біоетанолу. Видається, що в Україні є сенс активно розвивати виробництво і споживання рідких біопалив вже 2-го покоління. З одного боку, це потребує великих зусиль і капіталовкладень, але з іншого боку – це запорука виконання обов'язкових критеріїв сталості для біопалив і інвестування у «зелене» майбутнє країни.

У 2019 році у Верховній Раді зареєстровано проєкт Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо розвитку сфери використання рідкого біопалива (біокомпонентів)» (№ 2471 від 19.11.2019) [14]. Законопроєктом поставлено цілі по обсягу рідкого біопалива на ринку України (% енергетичні): з 01.01.2021 – не менш як 3,4%, з 01.01.2023 – не менш як 4,8%, з 01.01.2025 – не менш як 6,9%. Також уведено критерії сталості рідкого палива з біомаси та біогазу, призначеного для використання на транспорті, гармонізовані з Директивою RED II. Ці критерії сталості стосуються вимог по скороченню викидів CO_2 та обмежень по походженню сировини (використання та охорона земель, біорізноманіття). Прийняття і виконання цього закону матиме позитивний вплив на розвиток ринку рідких моторних біопалив в Україні.

Висновки

Виробництво та споживання рідких біопалив є важливим сегментом біоенергетики України. Дотепер виробництво біоетанолу та біодизелю, нажаль, так і не набуло в країні значних масштабів. Розвиток даного напрямку потребує послідовної державної політики та запровадження відповідних інструментів стимулювання. Одним з перших кроків повинно бути прийняття законопроєкту № 2471 і забезпечення його виконання.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Biofuels Barometer*. EurObserv'ER, September 2019 https://www.eurobserv-er.org/biofuels-barometer-2019/

2. *Bob Flach, Sabine Lieberz, Sophie Bolla.* EU Biofuels Annual 2019. Gain report number: NL1902 https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Biofuels%20Annual_The%20Hague_EU-28_8-9-2019.pdf

3. *Directive (EU)* 2018/2001 of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast) (RED II) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN

4. *I. Rasanen.* European Union renewable fuels policy – perspectives from the market leader, 2019 https://pood.aripaev.ee/Product/DownloadProductResourceFile/1551

5. *H. Aatola, M. Larmi, T. Sarjovaara, S. Mikkonen.* Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) as a Renewable Diesel Fuel: Trade-off between NOx, Particulate Emission, and Fuel Consumption of a Heavy Duty Engine, 2008 http://www.etipbioenergy.eu/images/SAE_Study_Hydrotreated_Vegetable_Oil_HVO_as_a_Renewable_Diesel_Fuel.pdf

6. *A. Sauciuc, A. Potetz, G. Weber, R. Rauch* et. al. Synthetic diesel from biomass by Fischer-Tropsch synthesis // Renewable Energy and Power Quality Journal. – 2011, v. 1, № 9, p. 337-342. http://icrepq.com/icrepq'11/328-sauciuc.pdf

7. *Renewable Energy* – Recast to 2030 (RED II) https://ec.europa.eu/jrc/en/jec/renewable-energy-recast-2030-red-ii

8. *T. Weber.* Renewable fuels of non-biological origin in transport decarbonization. T&E Breakfast event, European Parliament, 11.07.2018 https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/Renewable%20fuels%20of%20non-biological%20origin%20in%20transport%20decarbonisation,%20Thomas%20Weber_0.pdf

9. *Національний план* дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року. Затверджений розпорядженням КМУ від 01.10.2014 № 902-р https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80

10. *Звіт про результати* стимулювання та використання енергії, виробленої з відновлюваних джерел, в Україні за 2016-2017 рр. http://saee.gov.ua/sites/default/files/2016-2017.pdf

11. *Георгій Гелетуха.* Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Презентація на 15-й міжнародній конференції «Енергія з біомаси», 24-25 вересня 2019 р., Київ https://bit.ly/2MCtkfG

12. *Лукашевич Є.А.,* Українська технологічна компанія. Біоетанол – практика та застосування. Презентація 09.10.2019.

13. *О. Оржель, А. Зоркін, К. Кикоть* та ін. Зелена Книга. Регулювання виробництва рідких моторних біопалив, 2019 https://bit.ly/2ojzWpW

14. *Проект Закону* України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо розвитку сфери використання рідкого біопалива (біокомпонентів)» (№ 2471 від 19.11.2019). http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=67439

MAIN TRENDS AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF TRANSPORT BIOFUELS MARKET IN THE EU AND UKRAINE

Geletukha G.G., Zheliezna T.A., Drahniev S.V., Bashtovyi A.I.

Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, vul. Marii Kapnist, 2a, Kyiv, 03680, Ukraine

https:doi.org/10.31472/ttpe.1.2020.8

Purpose of the work is to analyze the perspective directions for the development of transport biofuels sector in Ukraine. Current state and prospects for the production and utilization of transport biofuels in the EU are presented. It is shown that the consumption of transport biofuels in the European Union increased quite dynamically during 2004-2012, experienced a stagnation period for the next four years and started to rise again from 2017. Directive (EU) 2018/2001 (RED II) sets the mandatory target of achieving 14% of renewable energy in the EU transport sector by 2030, with a mandatory share of second generation biofuels. Analysis of the situation in Ukraine shows that the production of bioethanol and biodiesel, unfortunately, has not reached wide development. Over the past twenty years, several relevant programs were developed and approved in the country, but their implementation was not successful in terms of achieving the goals. Today, there are about 20 bioethanol producers in Ukraine with a total capacity of more than 300 kt/yr, but only 8 enterprises with a total capacity of 128 kt/yr are operating. It is known that 14 biodiesel plants with a total capacity of 300 kt/yr have been built in Ukraine, but at present they are actually idle. In addition, there are about 50 smaller enterprises capable of producing up to 25 kt of biodiesel per year, but no reliable information on the actual activity of these enterprises is available. It is obvious that the sector of transport biofuels is currently in a state of stagnation in Ukraine. To improve the situation, it is necessary to implement the consistent state policy and appropriate incentive instruments.

References 14, figures 4, tables 2.

Keywords: biomass, biofuel, transport biofuel, bioethanol, biodiesel, biogas, second generation biofuels.

1. *Biofuels Barometer*. EurObserv'ER, September 2019 https://www.eurobserv-er.org/biofuels-barometer-2019/

2. *Bob Flach, Sabine Lieberz, Sophie Bolla*. EU Biofuels Annual 2019. Gain report number: NL1902 https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Biofuels%20Annual_The%20Hague_EU-28_8-9-2019.pdf

3. *Directive (EU)* 2018/2001 of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast) (RED II) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN

4. *I. Rasanen*. European Union renewable fuels policy – perspectives from the market leader, 2019 https://pood.aripaev.ee/Product/DownloadProductResourceFile/1551

5. *H. Aatola, M. Larmi, T. Sarjovaara, S. Mikkonen.* Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) as a Renewable Diesel Fuel: Trade-off between NOx, Particulate Emission, and Fuel Consumption of a Heavy Duty Engine, 2008 http://www.etipbioenergy.eu/images/SAE_Study_Hydrotreated_Vegetable_Oil_HVO_as_a_Renewable_Diesel_Fuel.pdf

6. *A. Sauciuc, A. Potetz, G. Weber, R. Rauch* et. al. Synthetic diesel from biomass by Fischer-Tropsch synthesis // Renewable Energy and Power Quality Journal. – 2011, v. 1, № 9, p. 337-342. http://icrepq.com/icrepq'11/328-sauciuc.pdf

7. Renewable Energy – Recast to 2030 (RED II) https://ec.europa.eu/jrc/en/jec/renewable-energy-recast-2030-red-ii

8. *T. Weber.* Renewable fuels of non-biological origin in transport decarbonization. T&E Breakfast event, European Parliament, 11.07.2018 https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/Renewable%20fuels%20of%20non-biological%20origin%20in%20transport%20decarbonisation,%20Thomas%20Weber_0.pdf

9. *Natsionalnyi plan* dii z vidnovliuvanoi enerhetyky na period do 2020 roku. Zatverdzhenyi Rozporiadzhenniam KMU № 902-r vid 01.10.2014 [National renewable energy action plan up to 2020. Approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine Executive Order No. 902-p of 1 October 2014] (in Ukr.) https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80

10. *Zvit pro* rezultaty stymuliuvannia ta vykorystannia enerhii, vyroblenoi z vidnovliuvanykh dzherel, v Ukraini za 2016-2017 rr. [Report on the results of stimulation and use of energy produced from renewable sources in Ukraine for 2016-2017] (in Ukr.) http://saee.gov.ua/sites/default/files/2016-2017.pdf

11. *Geletukha G.* Stan ta perspektyvy rozvytku bioenerhetyky v Ukraini [Current State and Prospects of Bioenergy Development in Ukraine] Presentation at the 15th International Conference «Biomass for Energy», September 24-25, 2019, Kyiv (Ukr.) https://bit.ly/2MCtkfG

12. *Lukashevych. Ye.,* Ukrainska tekhnolohichna kompaniia [Ukrainian technology company]. Bioetanol – praktyka ta zastosuvannia [Bioethanol – practice and application]. Presentation on 09.10.2019.

13. Orzhel O., Zorkin A., Kykot K. at al. Zelena Knyha. Rehuliuvannia vyrobnytstva ridkykh motornykh biopalyv [Green Book. Regulation of production of liquid motor biofuels], 2019 (in Ukr.) https://bit.ly/2ojzWpW

14. *Proekt Zakonu* Ukrainy «Pro vnesennia zmin do deiakykh zakonodavchykh aktiv Ukrainy shchodo rozvytku sfery vykorystannia ridkoho biopalyva (biokomponentiv)» (№ 2471 vid 19.11.2019). Draft Law of Ukraine "On Amendments to Certain Legislative Acts of Ukraine Regarding the Development of the Use of Liquid Biofuels (Biocomponents)" (No. 2471 of 19.11.2019). (in Ukr.) http://w1.c1.rada.gov.ua/pls/zweb2/webproc4_1?pf3511=67439

Отримано 20.01.2020
Received 20.01.2020