

ПОТОЧНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ РИНКУ БІОЕТАНОЛУ І БІОДИЗЕЛЮ В УКРАЇНІ

Т. А. Желєзна, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

С. В. Драгнєв, кандидат технічних наук, доцент

Інститут технічної теплофізики НАН України

E-mail: zhelyezna@uabio.org, dragnev@uabio.org

Анотація. Широке використання моторних біопалив, в першу чергу передових, є одним з ефективних напрямків скорочення викидів парникових газів на транспорті – сектору, що важко піддається декарбонізації. Європейський зелений курс, прийнятий в ЄС в кінці 2019 р., ставить за мету скоротити викиди парникових газів на 55 % у 2030 р. порівняно з 1990 р. і досягти кліматичної нейтральності Європи до 2050 р. При цьому близько третини проміжної цілі 2030 року припадає саме на сектор транспорту. У рамках реалізації Європейського зеленого курсу планується підняти частку відновлюваних джерел енергії на транспорті з поточних більше 10 % до 24 % у 2030 р.

Україна як потенційний член ЄС в перспективі приєднується до реалізації Європейського зеленого курсу. Отже, вже зараз необхідно активно займатися декарбонізацією транспорту як важливою складовою діяльності в рамках «зеленого» переходу. Національним планом дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року було поставлено за мету досягти 10 % відновлюваних джерел у споживанні енергії на транспорті, тоді як в реальності цей показник склав лише 2,47 % у 2020 році. Вочевидь, цей сектор біоенергетики України потребує особливої уваги і зусиль для свого подальшого розвитку, при цьому перспективним напрямком є нарощування виробництва і споживання рідких моторних біопалив.

Мета роботи – розроблення базового сценарію розвитку ринку біодизелю і біоетанолу в Україні з деталізацією за окремими видами біопалива.

Прогнозування, виконане в цьому дослідженні, ґрунтується на базових підходах та припущеннях, закладених в Дорожній карті розвитку біоенергетики України до 2050 року, розробленій Біоенергетичною асоціацією України в 2020 році. Також враховано основні світові тенденції розвитку сектору рідких біопалив.

Проведено комплексну оцінку поточного та перспективного енергетичного потенціалу біомаси в Україні в розрізі потенційних видів сировини для отримання рідких біопалив. Виконано уточнення перспективних обсягів виробництва і внутрішнього споживання моторних біопалив з розбивкою за видами (біодизель, біоетанол) і типами (перше та друге покоління).

Зроблено техніко-економічну оцінку виробництва різних видів моторних біопалив для умов України. Отримані результати свідчать про те, що нині економічно вигідним є виробництво біоетанолу з зерна кукурудзи і біодизелю з використаної харчової олії. Для досягнення рентабельного виробництва біоетанолу

з лігноцелюлозної сировини, а також біодизелю з ріпаку, необхідно знаходити шляхи здешевлення капітальних та операційних витрат таких виробництв або вводити цільову державну підтримку.

Ключові слова: *рідкі біопалива, ринок моторних біопалив, біоетанол, біодизель, біопалива першого покоління, передові біопалива*

Актуальність. Широке використання моторних біопалив, в першу чергу передових, є одним з ефективних напрямків скорочення викидів парникових газів на транспорті – сектору, що важко піддається декарбонізації. Європейський зелений курс, прийнятий в ЄС в кінці 2019 р., ставить за мету скоротити викиди парникових газів на 55 % у 2030 р. порівняно з 1990 р. і досягти кліматичної нейтральності Європи до 2050 р. При цьому близько третини проміжної цілі 2030 року припадає саме на сектор транспорту. У рамках реалізації Європейського зеленого курсу планується підняти частку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) на транспорті з поточних більше 10 % до 24 % у 2030 р. [1].

Україна як потенційний член ЄС в перспективі приєднається до реалізації Європейського зеленого курсу. Отже вже зараз необхідно активно займатися декарбонізацією транспорту як важливою складовою діяльності в рамках «зеленого» переходу. В Україні, як і в ЄС, в транспортному секторі перехід на ВДЕ відбувається найбільш повільно. Національним планом дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року було поставлено за мету досягти 10 % ВДЕ в споживання енергії на транспорті, тоді як в реальності цей показник склав лише 2,47 % у 2020 році. Вочевидь, цей сектор біоенергетики України потребує особливої уваги і зусиль для свого подальшого розвитку, при цьому перспективним напрямком є нарощування виробництва і споживання рідких моторних біопалив [2].

Нині в Україні існують 22 невеликих біоетанольних заводи, які загалом можуть виробляти біопаливо річним обсягом близько 400 тис. т. З них сім – нові приватні виробництва, інші – реконструйовані старі державні заводи. При цьому стабільно функціонують на повну потужність лише декілька біоетанольних заводів. За даними Держенергоефективності (2021 року) Україна щорічно імпортує до 55 тис. т біоетанолу (БЕ) в складі бензину. У той же час, загальні виробничі потужності ДП «Укрспирт» сягають близько 110 тис. т БЕ/ рік, але нині є незадіяними.

Якість біоетанолу для виготовлення палива моторного сумішевого і добавок до палив на основі біоетанолу в Україні регламентує ДСТУ 7166:2010 «Біоетанол. Технічні умови», який діє з 01.01.2011.

На виконання Програми розвитку виробництва дизельного біопалива, прийнятої у 2006 р., в Україні було побудовано 14 крупних біодизельних заводів загальною потужністю 300 тис. т/рік. Однак, ці заводи фактично простоюють, головним чином через економічні проблеми. Отже, протягом останнього десятиріччя виробництво і споживання біодизелю (БД) в Україні практично відсутнє.

В Україні якість біодизелю регламентують кілька державних стандартів, серед яких ДСТУ EN 14214:2019 (EN 14214:2012 + A2:2019, IDT) «Автомобільне паливо. Метиллові ефіри жирних кислот (FAME) для дизельних двигунів. Вимоги та методи випробування», який повністю відповідає європейському стандарту.

Україна має значний потенціал біомаси, доступний для енергетичного використання, у тому числі для отримання рідких біопалив першого і другого покоління. Розвиток цього напрямку потребує подолання низки існуючих бар'єрів, а також послідовної державної підтримки. Наявність діючих державних стандартів якості біопалива, а також відповідних вітчизняних фахівців є додатковими передумовами успішного розвитку ринку моторних біопалив.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Біоенергетичною асоціацією України у 2020 р. розроблено Дорожню карту розвитку біоенергетики України до 2050 року [3]. Базові підходи та припущення, на яких ґрунтується Дорожня карта, наступні:

- Частка ВДЕ в енергобалансі України у 2050 р. сягне більше 60 %, у тому числі внесок відновлюваних джерел в окремі сектори: електроенергія – 70 %, теплова енергія – 65 %, транспорт – 35 %.

- Частка біомаси в окремих секторах (не менше): електроенергія – 7,7 %, теплова енергія – 44 %, транспорт – 14 %.

- Реалізація зазначених цілей з ВДЕ та біоенергетики можлива за умови зменшення загального постачання первинної енергії в 2050 році порівняно з 2018 роком на 9 %, тобто до 85 млн т н.е.

Згідно прогнозу Дорожньої карт розвитку біоенергетики України до 2050 року виробництво рідких біопалив (біодизелю, біоетанолу) в 2050 р. складатиме 850 тис. т н.е./рік, включаючи приблизно порівну біопалив першого та другого покоління.

В Інституті технічної теплофізики НАН України розроблено пропозиції щодо внесенню змін до Директиви ЄС з відновлюваних джерел енергії RED II [4]. Ці пропозиції спрямовані на забезпечення сприятливих умов для розвитку ринку моторних біопалив в Україні. Зокрема, пропонується включити до Директиви ЄС RED II правило, згідно якого країна з надлишком сільськогосподарських земель може використати до 1 % площі ріллі для вирощування сільськогосподарських культур з метою виробництва рідких біопалив I покоління. При цьому, такі біопалива не будуть підпадати під обмеження, зазначені в Директиві щодо зарахування до виконання цілей з ВДЕ на транспорті.

Мета дослідження – розроблення базового сценарію розвитку ринку біодизелю і біоетанолу в Україні з деталізацією по окремих видах біопалива.

Матеріали та методи дослідження. Прогнозування, проведене в цьому дослідженні, в цілому враховує базові підходи та припущення, закладені в Дорожній карті розвитку біоенергетики України до 2050 року [3]. Виконано уточнення перспективних обсягів виробництва і внутрішнього споживання моторних біопалив з розбивкою за видами (біодизель, біоетанол) та типами (I та II покоління).

Розроблений сценарій враховує світові тенденції розвитку цього сектору. За існуючими прогнозами [5], за одним з ймовірних сценаріїв, світова потреба в сталих моторних паливах буде зростати до 2035 р. (до 220 млн т/рік) з наступним зниженням до рівня 2025 р. (170 млн т/рік). До 2050 р. очікується найбільший ріст попиту на сталі палива з лігноцелюлозної сировини; крім того, зберігатиметься доволі великий попит на біопалива з олії харчових сільськогосподарських культур (рис. 1).

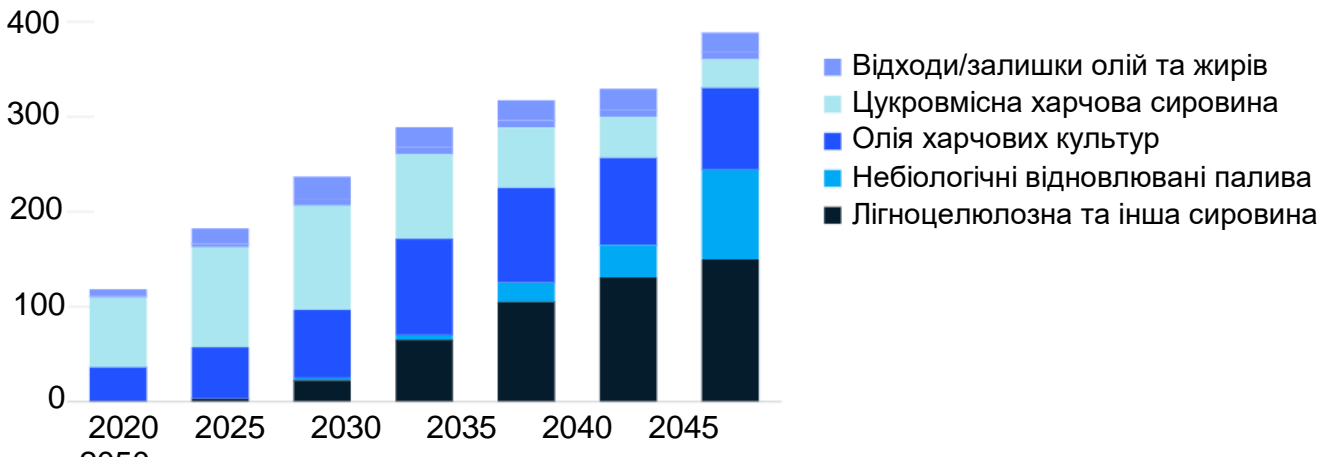


Рис. 1. Прогноз попиту на стале паливо у світі за видами сировини до 2050 року (млн т)

Результати досліджень та їх обговорення. Україна має значний потенціал біомаси, доступний для виробництва рідких моторних біопалив. За оцінками цього дослідження, цей потенціал складає 0,88 млн т н.е./рік для біодизелю і 0,86 млн т н.е./рік – для біоетанолу (за даними 2021 р.). До 2050 р. цей потенціал може збільшитися до 1,24 млн т н.е./рік і 1,29 млн т н.е./рік, відповідно.

Беручи до уваги світові тенденції, а також особливості умов України, розроблено сценарій розвитку виробництва рідких моторних біопалив в країні як представлено на рис. 2.

За цим сценарієм, загальний річний обсяг отримання рідких біопалив у 2050 році може досягти 2530 тис. т н.е., у тому числі:

- Біоетанол з кукурудзи – 535 тис. т н.е.
- Передовий біоетанол з побічної продукції виробництва кукурудзи на зерно – 755 тис. т н.е.
- Біодизель з ріпаку – 580 тис. т н.е.
- Передовий біодизель з використаної харчової олії (ВХО) та олійних енергетичних рослин, що вирощуються на незадіяних сільськогосподарських землях – 660 тис. т н.е.

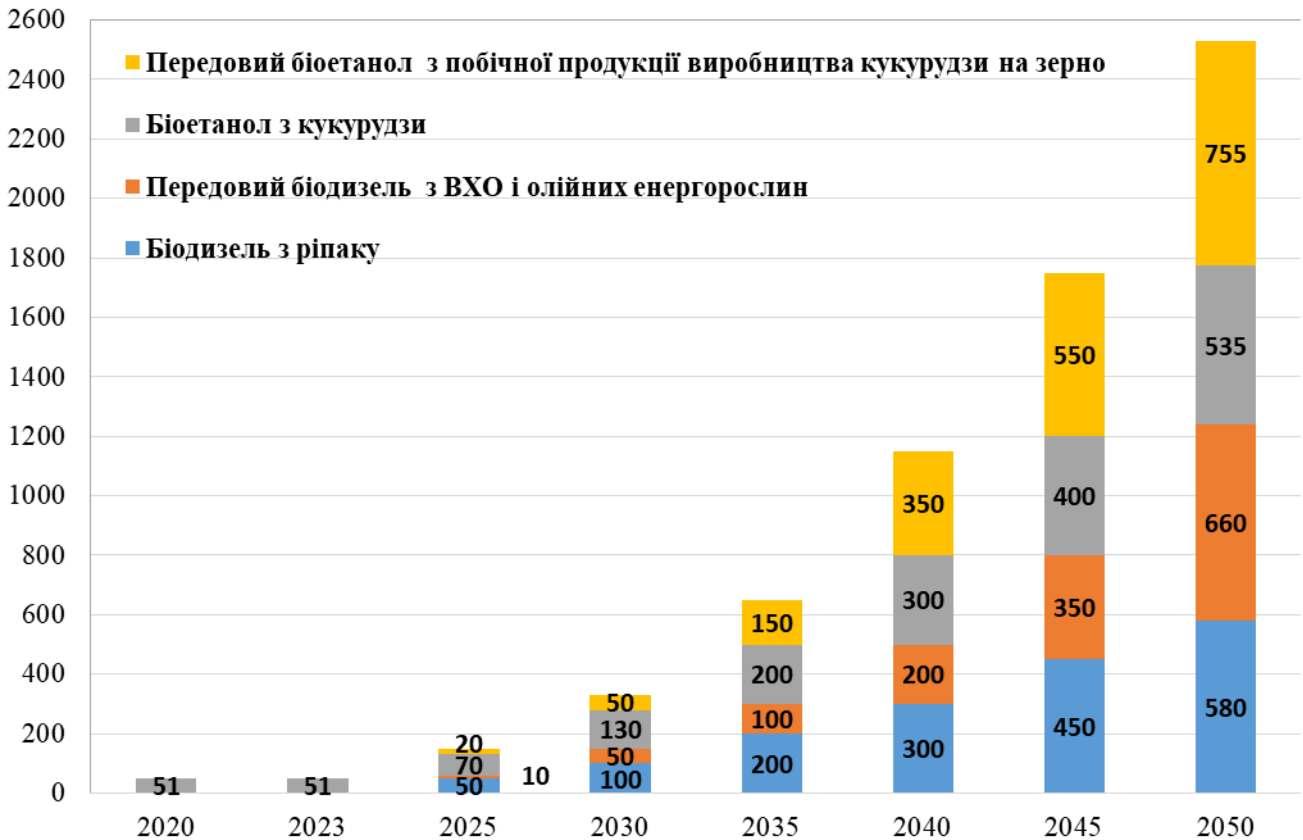


Рис. 2. Запропонований сценарій розвитку виробництва рідких моторних біопалив в Україні до 2050 року (тис. т н.е.)

Запропонований сценарій є базовим; закладені в ньому обсяги виробництва рідких біопалив у 2050 р. практично відповідають прогнозованому на той період потенціалу біомаси для отримання біоетанолу та біодизелю в Україні. Реалізація цього сценарію передбачає подолання, принаймні, основних бар'єрів, існуючих у секторі моторних біопалив України. У разі швидкого подолання всіх бар'єрів і наявності достатнього фінансування, динаміка досягнення показників 2050 р. може бути більш позитивною. Це означає, що обсяги виробництва моторних біопалив у 2030 р. та наступних роках будуть вище, ніж у представленому базовому сценарії.

Грунтуючись на даних з використання бензину і дизельного пального в Україні в 2021 р. (2,0 млн т та 5,7 млн т, відповідно), об'єм внутрішнього ринку для біоетанолу можна оцінити у 210 тис. т/рік (за умови додавання 10 % об'ємних до обсягів бензинів), а біодизелю – у 290 тис. т/рік (за умови додавання 5 % об'ємних до обсягу дизельного пального). У разі виробництва гідроочищеної рослинної олії (HVO), об'єм її використання на внутрішньому ринку України може бути значно

більший, оскільки властивості HVO дозволяють застосовувати її як заміник дизельного пального. Обсяг вироблених рідких біопалив, що перевищує внутрішній попит, може бути експортований.

Оцінка техніко-економічних показників виробництва моторних біопалив в Україні показує, що нині економічно вигідним є виробництво біоетанолу з зерна кукурудзи (простий термін окупності до 5 років, внутрішня норма дохідності IRR більше 29 %) (табл. 1) і біодизелю з використаної харчової олії (простий термін окупності 3,5 років, IRR більше 41%) (табл. 2). Для досягнення рентабельного виробництва передового біоетанолу (з лігноцелюлозної сировини), а також біодизелю з ріпаку необхідно знаходити шляхи здешевлення капітальних та операційних витрат таких виробництв. Іншим варіантом може бути державна підтримка виробництва зазначених видів рідкого біопалива.

1. Техніко-економічна оцінка виробництва біоетанолу

Показники	Біоетанол з зерна кукурудзи		Біоетанол з соломи
	Річна продуктивність біоетанолу, тис. т/рік	25	50
Річна продуктивність біоетанолу, млн л/рік	32	63	63
Тривалість роботи, год/рік	8000	8000	8000
Річні потреби у сировині, тис. т/рік	76	152	250
Закупівельна ціна сировини, євро/т без ПДВ	155	155	35
CAPEX, млн євро	17	32	140
OPEX, млн євро/рік	17,8	35,0	61,64
Витрати на виробництво біоетанолу, євро/л	0,564	0,553	0,974
Амортизаційні відрахування, євро/л	0,021	0,020	0,088
Продажна ціна сухої барди DDG, євро/т без ПДВ	112,5	112,5	–
Дохід від продажу DDG, млн євро/рік	2,6	5,1	–
Продажна ціна кукурудзяної олії, євро/т без ПДВ	1145,8	1145,8	–
Дохід від продажу кукурудзяної олії, млн євро/рік	1,1	2,2	–
Продажна ціна електрики, євро/кВт·год без ПДВ	–	–	0,15
Дохід від продажу електрики, млн євро/рік	–	–	6,6
Виробнича собівартість біоетанолу, євро/л	0,47	0,46	0,96
Орієнтовна ціна реалізації біоетанолу, євро/л без ПДВ	0,65	0,65	1,2
Частка кредитування від CAPEX, %	70		
Тривалість кредитування, років	5		
Ставка за кредитом в євро, %	6		
Внутрішня норма дохідності (IRR), %	29,8%	32,9%	9,8%
Простий термін окупності, років	4,5	4,1	10,6

2. Техніко-економічна оцінка виробництва біодизелю (FAME)

Показники	БД з насіння ріпаку	БД з ріпакової олії		БД з ВХО
Річна продуктивність FAME, тис. т/рік	50	50	10	20
Тривалість роботи, год/рік	8000	8000	8000	8000
Річні потреби у сировині, тис. т/рік	126,9	50,7	10,1	22,2
Закупівельна ціна сировини, євро/т без ПДВ	354	856	856	300
CAPEX, млн євро	113,2	55,5	12,0	26,7
OPEX, млн євро/рік	63,8	53,4	10,79	11,3
Витрати на виробництво біодизелю, євро/л	1,129	0,945	0,955	0,500
Амортизаційні відрахування, євро/л	0,080	0,039	0,042	0,047
Продажна ціна шроту, євро/т без ПДВ	229	–	–	–
Дохід від продажу шроту, млн євро/рік	17,1	–	–	–
Продажна ціна неочищеного гліцерину, євро/т без ПДВ	100	100	100	100
Дохід від продажу неочищеного гліцерину, млн євро/рік	0,51	0,51	0,102	0,20
Виробнича собівартість біодизелю, євро/л	0,90	0,98	0,99	0,54
Орієнтовна ціна реалізації біодизелю, євро/л без ПДВ (не враховує акцизний податок 100 євро/1000 л)	1,1			
Частка кредитування від CAPEX, %	70			
Тривалість кредитування, років	5			
Ставка за кредитом в євро, %	6			
Внутрішня норма дохідності (IRR), %	10,7%	12,7%	10,7%	41,1%
Простий термін окупності, років	9,8	8,6	9,8	3,5

Висновки і перспективи. Нарощування виробництва і споживання моторних біопалив є перспективним напрямком розвитку біоенергетики України. Вже нині виробництво біоетанолу I покоління та біодизелю з використаної харчової олії є економічно життєздатним в Україні, враховуючи поточні ціни на сировину. Для забезпечення рентабельності виробництва передового біоетанолу, а також біодизелю з ріпаку необхідно знаходити шляхи здешевлення капітальних та операційних витрат таких виробництв. Іншим напрямком може бути уведення державної субсидії виробникам зазначених видів рідкого біопалива.

Ринок моторних біопалив в Україні розвиватиметься, якщо на законодавчому рівні буде встановлено обов'язкову частку біоетанолу в бензині та біодизелю в дизельному паливі. Це має супроводжуватися введенням певних стимулів для тих, хто виконує ці зобов'язання або штрафів для тих, хто не виконує.

У перспективі рекомендується поступово переходити з використання бензинових сумішей з низьким вмістом біостанолу (Е5, Е10 – до 5 % та 10 % БЕ, відповідно) в автомобілях зі звичайними двигунами до споживання суміші Е85 (вміст БЕ 50-85 %) у транспортних засобах з гнучким вибором палива. У сегменті біодизелю видається доцільним нарощувати виробництво гідроочищеної рослинної олії, оскільки властивості НВО дозволяють застосовувати її як повний заміник дизельного пального.

Список використаних джерел

1. EU Climate Target Plan 2030. Key contributors and policy tools. European Commission, 2020. URL: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_20_1610 (дата звернення: 10.04.2023).
2. Железна Т. А., Баштовий А. І. Поточний стан та перспективи використання відновлюваної енергії у транспортному секторі. *Теплофізика та теплоенергетика*. 2022. Т. 44, № 1. с. 37-44. <https://doi.org/10.31472/ttpe.1.2022.5>
3. Гелетуґа Г.Г. та ін. Дорожня карта розвитку біоенергетики України до 2050 року. Аналітична записка Біоенергетичної асоціації України 2020. № 26. URL: <https://uabio.org/materials/9115/> (дата звернення: 10.04.2023).
4. Гелетуґа Г. Г., Железна Т. А., Драгнєв С. В. Аналіз перспектив та питань сталості виробництва рідких моторних біопалив в ЄС та в Україні. *Теплофізика та теплоенергетика*. 2023. Т. 45, №1. С. 46-54. <https://doi.org/10.31472/ttpe.1.2023.6>
5. Global Energy Perspective 2022 Report. McKinsey, 2022. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/global-energy-perspective-2022> (дата звернення: 10.04.2023).

References

1. EU Climate Target Plan 2030. Key contributors and policy tools. European Commission, 2020. Available at: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/fs_20_1610
2. Zheliezna, T. A., Bashtovyi, A. I. (2022). Potochnyi stan ta perspektyvy vykorystannia vidnovliuvanoi enerhii u transportnomu sektori [Current situation and prospects of renewable energy use in the transport sector]. *Thermophysics and Thermal Power Engineering*, 44 (1), 37-44. DOI <https://doi.org/10.31472/ttpe.1.2022.5>
3. Geletukha, G. G. et al. (2020). Dorozhnia karta rozvytku bioenerhetyky Ukrainy do 2050 roku [Roadmap for bioenergy development in Ukraine until 2050]. UABIO Position Paper №26. Available at: <https://uabio.org/materials/9115/>
4. Geletukha, G. G., Zheliezna, T. A., Drahniiev, S. V. (2023). Analiz perspektyv ta pytan stalosti vyrobnytstva ridkykh motornykh biopalyv v YeS ta v Ukraini [Analysis of prospects and sustainability issues of liquid motor biofuels production in the EU and in

Ukraine]. Thermophysics and Thermal Power Engineering, 45 (1), 46-54. DOI <https://doi.org/10.31472/tpe.1.2023.6>

5. Global Energy Perspective 2022 Report. McKinsey, 2022. Available at: <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/global-energy-perspective-2022>

CURRENT STATE AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF BIOETHANOL AND BIODIESEL MARKET IN UKRAINE

T. Zheliezna, S. Drahnev

Abstract. *Wide use of motor biofuels, primarily advanced ones, is one of the effective ways to reduce greenhouse gas emissions in transport, a sector that is difficult to decarbonize. The European Green Deal, adopted by the EU at the end of 2019, aims to reduce greenhouse gas emissions by 55% in 2030 compared to 1990 and to achieve climate neutrality in Europe by 2050. At the same time, about a third of the intermediate goal of 2030 falls specifically to the transport sector. As part of implementing the European Green Deal, it is planned to raise the share of renewable energy sources in transport from the current more than 10% to 24% in 2030.*

Ukraine as a potential member of the EU will join the implementation of the European Green Deal in the future. Therefore, now it is already necessary to be actively engaged in the decarbonization of transport as an important component of green transition activities. The national renewable energy action plan until 2020 had set the goal of reaching 10% of renewable sources in energy consumption in transport, while in reality this figure came to only 2.47% in 2020. Obviously, this sector of Ukraine's bioenergy needs special attention and efforts for its further development, and the promising direction is increasing production and consumption of liquid motor biofuels.

The purpose of the work is to elaborate a basic scenario for the development of the biodiesel and bioethanol market in Ukraine detailing individual types of biofuel.

The forecasting carried out in this study is founded on the basic approaches and assumptions laid down in the Roadmap for bioenergy development in Ukraine until 2050 elaborated by the Bioenergy Association of Ukraine in 2020. Main global trends in the biofuels sector have been also taken into account.

A comprehensive assessment of the current and prospective bioenergy potential in Ukraine was carried out in terms of potential types of feedstock for obtaining liquid biofuels. Prospective volumes of production and internal consumption of motor biofuels were specified breaking down the data by biofuels type (biodiesel, bioethanol) and generation (first and second generation).

A technical and economic assessment of the production of various types of motor biofuels for Ukraine's conditions was performed. The obtained results show that the production of bioethanol from corn grain and biodiesel from used cooking oil is feasible today. In order to achieve profitable production of bioethanol from lignocellulosic feedstock, as well as biodiesel from rapeseed, it is necessary to find ways to reduce capital and operating costs of such plants or introduce target state support.

Key words: *biofuels, motor biofuels market, bioethanol, biodiesel, first generation biofuels, advanced biofuels*