

МОЖЛИВОСТІ СКОРОЧЕННЯ І ЗАМІЩЕННЯ СПОЖИВАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ В ЦЕНТРАЛІЗОВАНОМУ ТЕПЛОПОСТАЧАННІ УКРАЇНИ

Гелетуха Г.Г., докт. техн. наук, Желізна Т.А., канд. техн. наук, Драгнєв С.В., канд. техн. наук

Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. Марії Канніст, 2а, Київ, 03057, Україна

<https://doi.org/10.31472/ttpe.2.2022.8>

Сформульовано заходи для скорочення та заміщення споживання природного газу в Україні. Визначено очікуваний ефект від запровадження цих заходів. Проаналізовано можливості заміщення природного газу біомасою і твердими біопаливами при виробництві теплової енергії. Розглянуто перспективи виробництва біогазу та біометану в Україні.

Measures to reduce and replace natural gas consumption in Ukraine have been formulated. The expected effect from the implementation of these measures has been determined. The possibilities of replacing natural gas with biomass and solid biofuels in the production of thermal energy have been analyzed. Prospects for biogas and biomethane production in Ukraine have been considered.

Бібл. 5, табл. 3, рис. 2.

Ключові слова: відновлювана енергетика, відновлювані джерела енергії, біомаса, тверде біопаливо, біогаз, біометан.

ВДЕ – відновлювані джерела енергії;
 СОП – коефіцієнт перетворення електричної енергії в теплову;
 ТЕЦ – теплоелектроцентрально;
 ЦТ – централізоване теплопостачання;
 н.е. – нафтовий еквівалент.

Нижній індекс:
 т – тепловий;
 е – електричний.

Вступ

Війна Росії проти України поставила нашу державу, ЄС і світ перед викликом щодо найскорішого уведення ембарго на закупівлю нафти, газу і вугілля з країни-агресора. На жаль, близько 40% енергії Україна змушена закуповувати за кордоном, у тому числі у Росії. Фактичне споживання природного газу в 2021 р. становило 26,8 млрд м³, у тому числі населенням – 8,6 млрд м³, виробниками тепла – 6,3 млрд м³, промисловістю, бюджетними організаціями та іншими побутовими споживачами – 11,9 млрд м³. Необхідний імпорту природного газу в Україну останніми роками складає 8...10 млрд м³/рік.

Метою роботи є визначення та аналіз необхідних кроків для відмови України від російського природного газу. **Методи дослідження** включають проведення техніко-економічних розрахунків, вивчення та аналіз літературних, статистичних та інших даних.

Запропоновані кроки для скорочення споживання природного газу в Україні

Прогнозовані обсяги скорочення та заміщення споживання природного газу у відповідності до програмних документів України та експертних оцінок авторів і представлено в табл. 1. Запропоновані захо-

ди включають як використання ВДЕ, так і підвищення енергоефективності та деякі організаційні підходи.

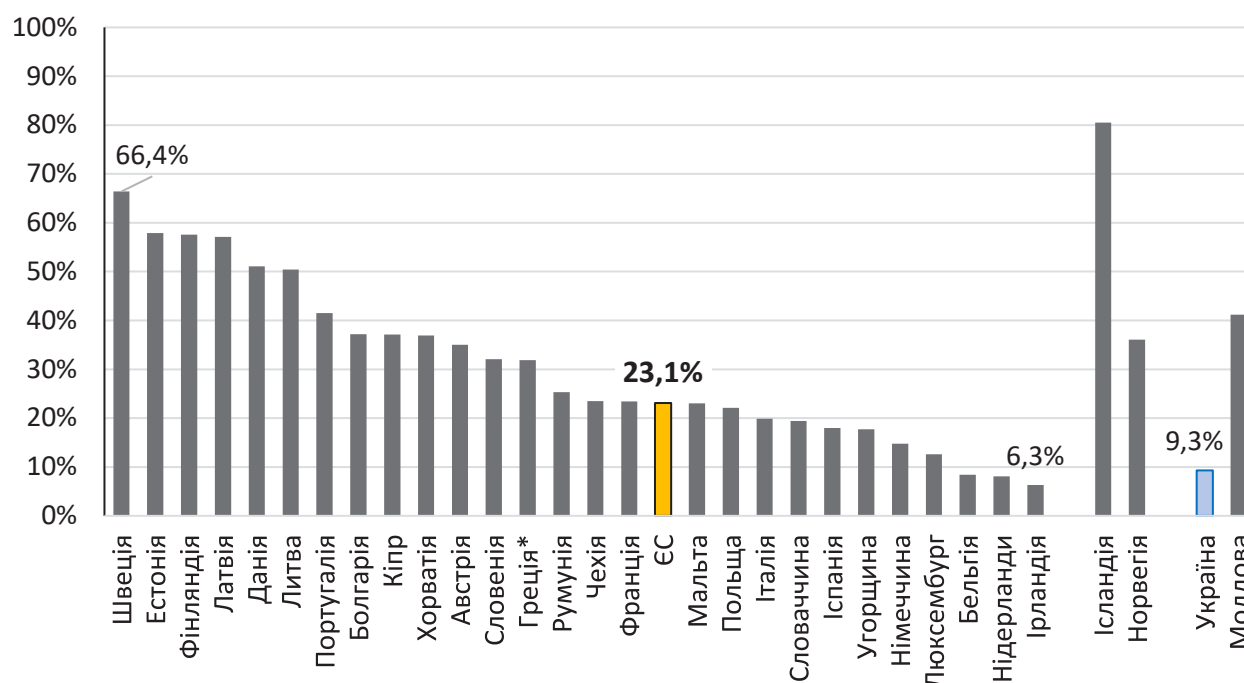
Як видно з таблиці, при прогнозованих планах розвитку до 2030 р. Україна здатна повністю скоротити/замістити імпортований природний газ у обсягах до 10 млрд м³/рік і стати повністю енергонезалежною від нього. До 2050 р. обсяг скорочення/заміщення природного газу може досягти майже 26 млрд м³/рік. Окремого аналізу потребує можливість заміщення природного газу біомасою, твердими біопаливами і біометаном.

Заміщення природного газу біомасою і твердими біопаливами при виробництві теплової енергії

Це один з найбільш рентабельних шляхів заміщення природного газу, особливо враховуючи нинішні і прогнозовані високі ціни на газ в ЄС, звідки Україна наразі його закуповує. Реальність цього напрямку демонструють вже досягнуті частки теплової енергії, що виробляється з відновлюваних джерел енергії, переважно з біомаси, в більшості країн ЄС: Швеція (66%), Естонія (58%), Фінляндія (58%), Латвія (57%) (рис. 1). В середньому в ЄС цей показник становить 23% від загальної кількості енергії, що використовується для опалення та охолодження, при цьому постійно зростаючи: з 12% у 2004 році до 23% у 2020 році.

Табл. 1. Прогнозовані обсяги скорочення та заміщення споживання природного газу в Україні від реалізації запропонованих заходів [1]

Найменування заходу	Прогнозовані обсяги скорочення споживання / заміщення природного газу, млрд м ³ /рік	
	до 2030 р.	до 2050 р.
Заміщення природного газу біомасою і твердими біопаливами при виробництві теплової енергії	3,0	10,3
Подальше будівництво вітрових і сонячних електростанцій	1,7	3,5
Виробництво біометану	0,8	3,7
Підвищення рівня гнучкості і декарбонізації енергосистеми України за рахунок біометану	0,2	0,8
Підвищення енергоефективності в системах ЦТ, будівлях і промисловості	2,8	5,6
Впровадження теплових насосів	0,8	1,2
Заохочення споживачів до тимчасового зниження температури у приміщеннях на 1°C	0,7	0,7
Всього	10,0	25,8



* Попередні дані

Рис. 1. Частка ВДЕ у валовому кінцевому споживанні енергії для опалення та охолодження в ЄС та інших країнах у 2020 р. [2]

У виробництві теплової енергії Україна потенційно може замінити до 10 млрд м³ природного газу/рік біомасою. За даними Державної служби статисти-

ки України за 2020 р. [3], біоенергетика вже заміщує 5,2 млрд м³ природного газу/рік і може замінювати значно більше при зміні відношення держави до цього

сектору. Технологічну основу таких систем складатимуть котли, котельні і ТЕЦ на біомасі в індивідуальних будинках, у системах ЦТ і у промисловості.

Порівняння вартості одиниці енергії в різних енергоносіях в Україні приведено в табл. 2. Видно, що найдешевшими є різні види твердих біопалив, вартість одиниці енергії у яких складає 103...353 грн/ГДж з ПДВ. Аналогічний показник для природного газу для різних

Табл. 2. Порівняння вартості одиниці енергії в різних енергоносіях в Україні (травень 2022 р.)

Вид палива або енергоносія	Середня вартість з транспортом і ПДВ (на травень 2022 р.)	Нижча теплотворна здатність	Вартість одиниці енергії, грн/ГДж з ПДВ
	А	Б	А/Б
Природний газ для населення	10000 грн/тис. м ³	33,5 МДж/м ³	299
Природний газ для населення для бюджетної сфери	31300 грн/тис. м ³	33,5 МДж/м ³	934
Природний газ для промисловості	40000 грн/тис. м ³	33,5 МДж/м ³	1194
Вугілля	5200 грн/т	25 МДж/кг	208
Мазут	12700 грн/т	42 МДж/кг	302
Електроенергія для населення	1,68 грн/кВт·год	-	467
Електроенергія для побутових споживачів	3,5 грн/кВт·год	-	972
Електроенергія для побутових споживачів через тепловий насос з COP = 2,3	3,5 грн/кВт·год	-	423
Деревна тріска	2000 грн/т	12 МДж/кг	167
Гранули з деревини	6000 грн/т	17 МДж/кг	353
Гранули з лушпиння	5000 грн/т	17,5 МДж/кг	286
Тюки соломи чи стебел кукурудзи	1500 грн/т	14,6 МДж/кг	103

категорій споживачів становить 299...1194 грн/ГДж з ПДВ. Ця суттєва різниця в ціні й зумовлює постійний і зростаючий інтерес до заміщення природного газу твердими біопаливами. За оцінками авторів, встановлена потужність біоенергетичного обладнання на твердому біопаливі до 2050 р. може зрости до 46,5 ГВт_т і 2,9 ГВт_е із загальним споживанням біомаси – майже 15 млн т н.е./рік (табл. 3).

Табл. 3. Прогноз розвитку сектору біоенергетики до 2050 року в частині твердого біопалива [4]

Рік	Встановлена потужність		Споживання біопалива, млн т н.е.	Заміщення природного газу, млрд м ³	Скорочення викидів CO ₂ , млн т/рік	Інвестиції, млрд євро		Створення робочих місць, одиниць
	МВт _т	МВт _{ел}				мін.	макс.	
2020	8103	105	3,57	4,33	8,49	1,14	1,85	13334
2025	11955	552	5,18	6,29	12,32	2,74	4,39	23284
2030	18465	1295	7,36	8,94	17,53	5,24	8,39	39853
2035	29173	1908	10,06	12,22	23,95	7,90	12,64	64023
2040	37854	2421	12,40	15,06	29,51	10,28	16,41	85987
2045	43307	2738	13,85	16,82	32,97	11,75	18,75	99755
2050	46520	2940	14,71	17,86	35,01	12,63	20,15	107543

Виробництво біометану

Напрямок використання біогазу та біометану динамічно розвивається в ЄС. Їх сумарне виробництво може задовольнити сьогодні вже 4,6% попиту на природний газ в ЄС. Враховуючи зниження попиту на газ, біометан може покрити 30...40% потреби ЄС у газі до 2050 р. [5].

Україна може потенційно виробляти до 10 млрд м³ біометану/рік, переважно з аграрних відходів і залишків, таких як гній, послід, солома злакових, стебла кукурудзи, стебла соняшника, жом цукрових буряків, меляса, силос кукурудзи, а також побутові відходи та інші види біомаси. До 2050 р. можна досягти загальних обсягів виробництва біогазу/біометану в країні до 6 млрд м³/рік, з яких частина може піти на експорт (рис. 2).

Біометан абсолютно готовий для закачування в газову мережу вже сьогодні; не потрібні інвестиції у модернізацію газових мереж і газового обладнання (газові пальники та арматура, двигуни, турбіни і т.п.). У сфері виробництва біометану Україна може конкурувати з будь-якими країнами світу. Вона має найбільшу в

Європі площу сільськогосподарських угідь, і, відповідно, один із найкращих в світі потенціалів аграрної сировини для отримання біометану. Україна може запропонувати найдешевшу сировину для виробництва біометану.

Біометанові заводи, окрім біометану, генерують дигестат, який може стати основним органічним добривом, необхідним для відродження українських ґрунтів. Наразі біометан – це найдешевший із можливих відновлюваних газів. Вартість біометану, за якою інвесторам стає вигідне його виробництво, складає біля 1000 дол. США/1000 м³. При нинішніх цінах на газ на біржах ЄС (близько 1300 дол. США/1000 м³) виробляти біометан в Україні абсолютно рентабельно як для внутрішнього споживання, так і для експорту. Висока ймовірність подальшого зростання ціни природного газу внаслідок можливого скорочення споживання або повного ембарго російського газу на ринках ЄС.

Висновки та рекомендації для України

Вважаємо, що заміщення природного газу місцевим біопаливом і біометаном має бути для держави пріоритетом, значно важливішим за експорт деревного

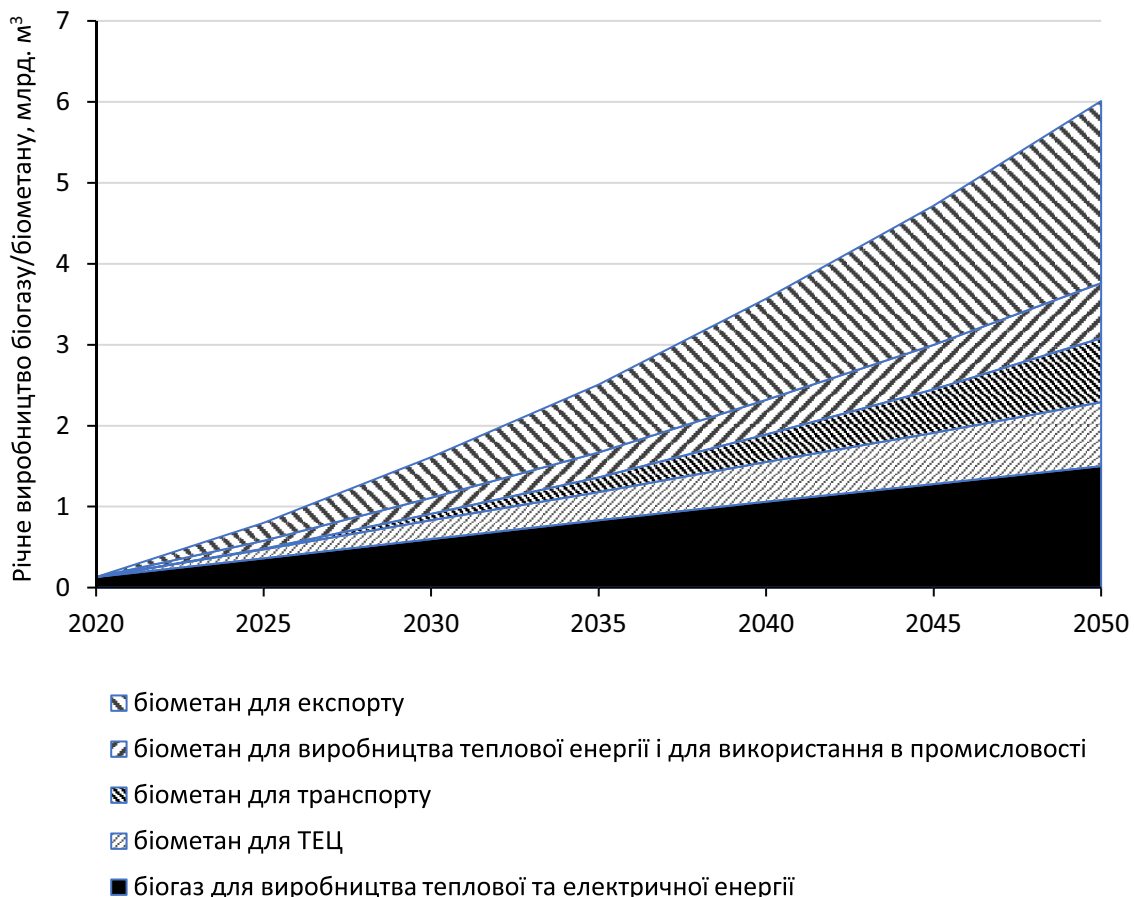


Рис. 2. Оцінка прогнозних обсягів виробництва біогазу та біометану в Україні до 2050 року [1]

палива чи його продаж деревообробним підприємствам для виготовлення деревних плит. До 2030 р. в цих секторах реально замінити до 4 млрд м³/рік природного газу.

Рекомендуємо наступні кроки для першочергового запровадження в Україні:

- Ввести регулювання державою цін на паливну деревину для суб'єктів господарювання, які отримали ліцензії на право виробництва теплової та електричної енергії. Це надасть можливість зменшити вартість деревного палива і прискорити заміщення імпортного газу.

- Дозволити оплату паливної сировини держлісгоспам пропорційно виплатам Гарантованого покупця виробникам електроенергії з біомаси.

- Запровадити систему електронної торгівлі твердим біопаливом (біопаливна біржа) із забезпеченням стандартів якості і гарантій постачання біопалива.

- Заборонити спалювання лісосічних відходів в лісі. Цей спосіб очищення лісосіки дозволяє діючий Лісовий кодекс України. Замість цього зобов'язати підприємства лісового господарства очищати лісосіку шляхом збирання і транспортування лісосічних відходів до найближчої дороги, звідки бізнес з задоволення купить і вивезе лісосічні відходи у якості палива.

- Звільнити від сплати податку за викиди CO₂ установки, що спалюють тверде біопаливо і біогаз/біометан.

- Створити реєстр біометану. Запровадити систему видачі гарантій походження для біометану.

- Зняти вимогу обов'язкової державної реєстрації для дигестату, зазначену в Законі України "Про пестициди та агрохімікати". Розробити і затвердити національний стандарт на дигестат при використанні його як органічного добрива чи поліпшувача ґрунту.

- Затвердити прийнятні для біометану вимоги щодо вмісту кисню (0,2...1%) у технічному регламенті природного газу.

Крім того, вважаємо, що Україні потрібно якнайшвидше розробити дієву і амбітну державну програму скорочення і заміщення споживання імпортного газу. Така програма має стати основою відновлення енергетики України.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Георгій Гелетука, Тетяна Железна, Семен Драгнев, Ольга Гайдай.* Десять кроків України для відмови від російського природного газу. Аналітична записка Біоенергетичної асоціації України № 28, квітень 2022 р.

http://uabio.org/wp-content/uploads/2022/04/10-krokv-Ukrayiny-dlya-vidmovy-vid-PG_UKR.pdf

2. *Share of energy from renewable sources in heating and cooling 2020*, Eurostat.

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Table_3_share_of_energy_from_renewable_sources_in_heating_and_cooling_2020.PNG

3. *Енергетичний баланс* України за 2020 рік. Експрес-випуск Державної служби статистики України 30.11.2021. <http://www.ukrstat.gov.ua/>

4. *Geletukha G., Zheliezna T.* Prospects for Bioenergy Development in Ukraine: Roadmap until 2050 // *Ecological Engineering & Environmental Technology*. – 2021, v. 22 (5), p. 73-81. <https://doi.org/10.12912/27197050/139346>

5. *EBA Statistical Report 2021.*

<https://www.europeanbiogas.eu/wp-content/uploads/2021/11/EBA-STATISTICAL-REPORT-2021-SHORT-VERSION.pdf>

**OPPORTUNITIES FOR REDUCTION
AND REPLACEMENT OF NATURAL GAS
CONSUMPTION IN DISTRICT HEATING
OF UKRAINE**

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

Institute of Engineering Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine, vul. Marii Kapnist, 2a, Kyiv, 03057, Ukraine

<https://doi.org/10.31472/ttpe.2.2022.8>

The aim of the work is to identify and analyze the necessary steps for Ukraine to reject Russian natural gas. Russia's war against Ukraine has challenged our country, the EU and the world to an urgent introduction of embargo on the purchase of oil, gas and coal from the aggressor country. Unfortunately, Ukraine has to buy about 40% of its energy abroad, including from Russia, the required import of natural gas in recent years being 8... 10 billion m³/year. With the projected development plans and implementation of the proposed measures, by 2030, Ukraine will be able to completely reduce/replace the imported natural gas in the amount of up to 10 billion m³/year and become independent of it. By 2050, the volume of the reduction/replacement of natural gas may reach almost 26 billion m³/year. Substitution of natural gas with biomass and solid biofuels in heat production is one of the most cost-effective ways, especially given the current and projected high prices of natural gas in the EU, where Ukraine is currently purchasing it. In addition, Ukraine can potentially produce up to 10 billion m³ of biomethane/year, mainly from agricultural waste and residues such as manure, cereal straw, corn stalks, sunflower stalks, sugar beet pulp, molasses, corn silage, as well as municipal waste and other types of biomass. By 2050, the total production of biogas/biomethane in the country may reach 6 billion m³/year, some of which can be exported. We believe that Ukraine as soon as possible needs to develop an effective and ambitious state program to reduce and replace the consumption of imported gas, which should be the basis for the recovery of Ukraine's energy sector.

References 5, tables 3, figures 2.

Key words: renewable energy, renewable energy sources, biomass, solid biofuels, biogas, biomethane.

1. *Georgii Geletukha, Tetiana Zheliezna, Semen Drahniev, Olha Haidai.* Desyat krokiv Ukrainy dlya vidmovy vid rosiiskogo pryrodnogo gazu. [Ten actions of Ukraine to reject russian natural gas]. Position Paper of Bioenergy Association of Ukraine № 28, April 2022. (Ukr.)

http://uabio.org/wp-content/uploads/2022/04/10-kroktiv-Ukrainy-dlya-vidmovy-vid-PG_UKR.pdf

2. *Share of energy* from renewable sources in heating and cooling 2020, Eurostat.

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Table_3_share_of_energy_from_renewable_sources_in_heating_and_cooling_2020.PNG

3. *Energetychnyi balans* Ukrainy za 2020 rik. [Energy balance of Ukraine, 2020]. Express issue of the State Statistics Service of Ukraine 30.11.2021. (Ukr.) <http://www.ukrstat.gov.ua/>

4. *Geletukha G., Zheliezna T.* Prospects for Bioenergy Development in Ukraine: Roadmap until 2050 // *Ecological Engineering & Environmental Technology.* – 2021, v. 22 (5), p. 73-81. <https://doi.org/10.12912/27197050/139346>

5. *EBA Statistical Report* 2021.

<https://www.europeanbiogas.eu/wp-content/uploads/2021/11/EBA-STATISTICAL-REPORT-2021-SHORT-VERSION.pdf>

Отримано 20.05.2022

Received 20.05.2022