

ДИНАМІКА КІЛЬКОСТІ БІОГАЗОВИХ УСТАНОВОК В УКРАЇНІ

Березюк Олег Володимирович¹, Лемешев Михайло Степанович²

¹*Вінницький національний технічний університет, berezyukoleg@i.ua*

²*Вінницький національний технічний університет, mlemeshev@i.ua*

Будівництво біогазових установок є кроком до економіки замкненого циклу, спрямованої на впровадження відновлюваних джерел енергії, скорочення викидів парникових газів тощо [1]. Відповідно до даних, наведених в роботі [2] у світі експлуатується 481 система збирання біогазу (БГ) із загальним видобутком цих систем 5,15 млрд. м³ газу на рік. З них 175 установок припадає на країни ЄС, 264 – знаходяться в Америці (244 – в США), по 4 – в Австралії та Азії, 2 – в Африці. Але лише близько 25-50% зібраного БГ знаходить комерційне використання, решта спалюється у факелах. Глобальна емісія БГ в атмосферу є важливим фактором зміни клімату Землі. Для отримання БГ найбільш ефективними є такі види сировини: відходи з ферм, сільськогосподарських підприємств, стічних вод, тверді побутові відходи (ТПВ) зі сміттєзвалищ і полігонів [1]. Головною складовою БГ є метан CH₄, емісія якого з територій захоронення ТПВ складає від 1,5 до 70 млн. т/рік [3, 4]. При утилізації метану з усіх полігонів ТПВ в США його кількість становитиме 5% від загального споживання природного газу в США або 1% від загального споживання енергоносіїв [2]. За ступенем завдання шкоди довкіллю метан вважається другим після вуглекислого газу найшкідливішим парниковим газом і становить 18% від загальної кількості парникових газів, що викидаються в атмосферу Землі. Метан за величиною потенціалу глобального потепління приблизно у 21 раз небезпечніший за вуглекислий газ.

В роботі [5] проведено аналіз європейського досвіду виробництва БГ з відходів агропромислового комплексу, зазначено, що формування ефективних методів поводження сільськогосподарськими відходами та перетворення їх на енергію біомаси, доступну для людей, може не тільки пом'якшити поточну глобальну енергетичну кризу, але й покращити середовище сільськогосподарського виробництва, ефективно захистити екологію навколишнього середовища та водночас робить значний внесок у скорочення викидів вуглецю, а також визначено, що розвиток виробництва БГ в Україні має орієнтуватися на найбільш ефективні практики країн Європи та враховувати реалій військового часу та включати в себе: розвиток державно-приватного партнерства в сфері виробництва БГ через систему компенсації вартості обладнання для біогазових установок що вироблено в Україні в обсязі 60% вартості; встановлення квот на використання біометану в обсязі 10% від споживання промисловими підприємствами; встановлення компенсації 40% вартості будівництва когенераційних установок, що працюватимуть на БГ; компенсація вартості

купівлі малих біогазових установок для особистих селянських господарств за рахунок коштів, що спрямовувалися на субсидування; звільнення від податкового навантаження підприємств, що вироблятимуть БГ з відходів основного виробництва. В матеріалах робіт [6-8] наведено склад та фізико-хімічні властивості БГ, що утворюється в місцях захоронення ТПВ [9-16]. Виробництво БГ на кожному з полігонів може досягати 350...2400 м³/год [8], що дозволить значно покращити екологічну ситуацію в Україні, запобігти виділенню парникових газів в обсязі 16 млн. т у СО₂-еквіваленті, а також токсичних речовин. В статті [17] опубліковано склад БГ, отриманого при анаеробному розкладанні ТПВ для різних співвідношень композиційних сумішей ТПВ-компост та їхньої відносної вологості.

Перспективи та досвід видобування БГ в місцях захоронення ТПВ детально описано в роботах [18-20], зокрема в статті [20] описано досвід впровадження біогазових установок в Литві, а в статтях [21, 22] розглянуті особливості утворення БГ, що дозволяють оптимізувати цей процес, що, своєю чергою, відкриває широкі можливості його використання у створенні екологічно чистих, відновлюваних джерел енергії. Вироблений БГ збирається за допомогою відповідного технічного обладнання і або спалюється безпосередньо на блочній теплоелектроцентралі (ТЕЦ) для електро- і теплопостачання або збагачується до біометану (очищеного БГ) і подається в існуючу газотранспортну мережу або може використовуватися як пальне в автомобілях на природному газі. Застосування БГ у децентралізованому енергопостачанні сприяє скороченню імпорту енергоносіїв та підвищенню надійності енергопостачання, зокрема, у сільській місцевості. Суттєвою перевагою виробництва БГ є використання поновлюваних джерел енергії, в тому числі ТПВ, вихід БГ з органічної фракції яких в середньому складає 123 Нм³/т субстрату. Широкий і постійно доступний спектр органічних речовин уможливорює постійне і безперервне виробництво БГ і сприяє економії викопних енергоносіїв [23]. Нижня теплотворна здатність звалищного БГ становить 16-18 Дж/Нм³ [24], а верхня – 20-25 МДж/Нм³ [8]. Авторами роботи [25] розглянуто методи використання біомаси для виробництва теплової енергії, перспективні конструкції газогенераторних установок, а також способи очищення генераторного газу від домішок. В роботі [26] описано фази розкладання ТПВ, 80% яких є анаеробними, а також визначено фактори, що впливають на процес біодеструкції відходів.

Автори статті [27] наводять огляд технологій видобутку і використання БГ на звалищах та полігонах ТПВ, економічних та екологічних аспектів технологій, а також статистичні дані щодо потенціалу БГ у різних країнах світу. В роботі [28] наведено математичну модель прогнозування питомого об'єму видобування БГ у вигляді квадратичної регресії із ефектами взаємодій 1-го порядку, а в статті [29] опублікована математична модель прогнозування питомого потенціалу БГ, на основі

яких отримано залежність ефективності видобування БГ від основних параметрів впливу [30], удосконалення якої відображено в статті [31].

В роботі [32] досліджено вплив характеристик ТПВ на обсяги, динаміку утворення, склад та потенціал енергетичного використання БГ з полігонів ТПВ. Авторами статті [33] проведено аналіз способів утилізації видобутого БГ, а в роботі [34] наведено математичну модель поширеності цих способів. В статті [35] визначено регресійні залежності, які описують динаміку збільшення кількості біогазових установок лише на полігонах ТПВ в Німеччині та в Україні.

У табл. 1 показана динаміка збільшення загальної кількості біогазових установок в Україні [1].

Таблиця 1

Кількість біогазових установок в Україні в різні роки [1]

Рік	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Кількість біогазових установок в Україні, од.	7	9	10	12	13	21	33	45

Використовуючи дані табл. 1 за допомогою розробленої комп'ютерної програми "RegAnaliz", яка захищена свідоцтвом про реєстрацію авторського права на твір [36], і детально описана в роботі [37] можна отримати парну регресійну залежність, що описує динаміку кількості біогазових установок в Україні.

Визначення закономірності теплотворної здатності звалищного біогазу від факторів впливу вимагає проведення подальших досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сакун Л. М., Різніченко Л. В., Велькін Б. О. Перспективи розвитку ринку біогазу в Україні та за кордоном // Економіка і організація управління, 2020. № 1 (37). С. 160-170.
2. Исидоров В. А. Органическая химия атмосферы. СПб.: Химия, 1992. 288 с.
3. Техніко-економічне обґрунтування "Програми утилізації звалищного метану в Луганській області за допомогою механізмів Кітського протоколу". Луганськ, 2008. 124 с.
4. Минько О. И., Лифшиц А. Б. Экологические и геохимические характеристики свалок твердых бытовых отходов // Экологическая химия, 1992. № 2. С. 37-47.
5. Коломієць Т. В. Аналіз європейського досвіду виробництва біогазу з відходів АПК // Економіка та суспільство, 2024. № 60. 9 с.
6. Краснянский М. Е., Бельгасем Е. Экологические угрозы свалок ТБО // Твердые бытовые отходы. 2005. № 5. С. 12.
7. Ратушняк Г. С., Джеджула В. В. Энергобережения в системах

біоконверсії. Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2006. 83 с.

8. Пятничко А. И., Жук Г. В., Баннов В. Е. Результаты обследования полигонов ТБО Украины для установления объёмов добычи и состава биогаза // Технические газы. 2010. № 2. С. 63-66.

9. Kazachiner O., Boychuk Y., Halii A. Theoretical foundations of pedagogy and education. International Science Group, 2022. 602 p.

10. Korniylo I., Gnyp O. Scientific foundations in research in Engineering. Primedia eLaunch, 2022. 709 p.

11. Hladyshch D., Hnat H. Prospective directions of scientific research in engineering and agriculture. International Science Group, 2023. 464 p.

12. Azarenkov V. Modern teaching methods in pedagogy and philology. Primedia eLaunch, 2023. 580 p.

13. Kazachiner O., Boychuk Y. Theoretical and scientific foundations of pedagogy and education. International Science Group, 2022. 476 p.

14. Khrebtii H. Innovative ways of improving medicine, psychology and biology. Primedia eLaunch, 2023. 305 p.

15. Alieva M. Conceptual options for the development and improvement of medical science and psychology. International Science Group, 2023. 117 p.

16. Савицький М. Педагогічні студії з підготовки будівельно-архітектурних фахівців: дидактичний та виховний аспекти. Дніпро: ПДАБА, 2022. 483 p.

17. Джамалова Г. А. Интенсификация анаэробного разложения модельных образцов твердых бытовых отходов в биореакторах // Известия СПбГТИ(ТУ). 2014. № 23. С. 84-86.

18. Гелетуша Г. Г., Кучерук П. П., Матвеев Ю. Б. Перспективы производства и использования биометана в Украине // Аналитическая записка БАО. Биоэнергетическая ассоциация Украины: 2014. № 11. 43 с.

19. Маслеева О. В., Пачурин Г. В. Экологическая и экономическая целесообразность использования биотоплива // Фундаментальные исследования. 2012. № 6. С. 139-144.

20. Савицкас Ю. Ю. Опыт эксплуатации биогазовых установок при анаэробной обработке органических отходов // Промышленная теплотехника. 2001. Т. 23. № 4-5. С. 128-131.

21. Беспалов В. И., Адамян Р. Г. Анализ условий образования биогаза на полигоне по захоронению твердых отходов потребления // Инженерный вестник Дона. 2013. № 25.2 (25).

22. Шеина О. А., Сысоев В. А. Биохимия процесса производства биогаза как альтернативного источника энергии // Вестник ТГУ. 2009. Т. 14, Вып. 1. С. 73-76.

23. Шульц Р. Виробництво і використання біогазу в Україні. К.: Бізнес-центр «Свразія», 2012. 40 с.

24. Шмарін С. Л. Прогнозування викидів парникових газів з місць захоронення твердих побутових відходів в Україні: дис. ... канд. техн. наук:

21.06.01 Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Київ, 2018. 189 с.

25. Ткаченко С. Й., Боднар Л. А., Юзюк А. О. Перспективні напрямки використання біомаси як джерела енергії // Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2011. № 2. С. 68-73.

26. Годовська Т. Б., Фещенко В. П. Критерії індикаторів впливу на агроєкосистеми полігону твердих побутових відходів м. Житомир // Вісник ЖНАЕУ: науково-теоретичний збірник. 2011. № 1 (28), Т. 1. С. 400-407.

27. Гелетуша Г. Г., Марценюк З. А. Обзор технологий добычи и использования биогаза на свалках и полигонах твердых бытовых отходов и перспективы их развития в Украине // Экотехнологии и ресурсосбережение, 1999. № 4. С. 6-14.

28. Березюк О. В. Виявлення параметрів впливу на питомий об'єм видобування звалищного газу // Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2012. № 3. С. 20-23.

29. Березюк О. В. Розробка математичної моделі прогнозування питомого потенціалу звалищного газу // Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2013. № 2. С. 39-42.

30. Березюк О. В. Моделювання ефективності видобування звалищного газу для розробки обладнання та стратегії поводження з твердими побутовими відходами // Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2013. № 6. С. 21-24.

31. Березюк О. В., Лемешев М. С. Удосконалення математичної моделі ефективності видобування звалищного газу // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання, 2023. Вип. 44. С. 10-16.

32. Пухнюк О. Ю. Утворення біогазу на полігонах твердих побутових відходів України та оцінка потенціалу його енергетичного використання : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня к. т. н. : 05.14.08. Київ, 2013. 26 с.

33. Куріс Ю. В., Ткаченко С. Й., Семененко Н. В. Способи утилізації біогазу // Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит, 2010. № 7. С. 20-30.

34. Березюк О. В. Моделювання поширеності способів утилізації звалищного газу для розробки обладнання та стратегії поводження з твердими побутовими відходами // Вісник ВПІ, 2014. № 5. С. 65-68.

35. Березюк О. В., Краєвський В. О., Березюк Л. Л. Світові тенденції зменшення кількості сміттєзвалищ на прикладі США // Наукові праці Вінницького національного технічного університету, 2020. № 1. 6 с.

36. Березюк О. В. Комп'ютерна програма "Регресійний аналіз" ("RegAnaliz") // Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 49486. К.: ДСІВ України. Дата реєстрації: 03.06.2013.

37. Березюк О. В. Встановлення регресій параметрів захоронення відходів та потреби в ущільнювальних машинах на основі комп'ютерної програми "RegAnaliz" // Вісник ВПІ. 2014. № 1. С. 40-45.