



ЖУК
Геннадій Віліорович —
член-кореспондент НАН
України, директор Інституту
газу НАН України

МІСЦЕВІ БІОГАЗОВІ ПАЛИВА ДЛЯ СИСТЕМ РОЗПОДІЛЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ

Стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 7 травня 2025 року

У доповіді наведено актуальні результати досліджень, проведених науковцями Інституту газу НАН України і спрямованих на розв'язання важливих науково-технічних проблем, пов'язаних із впровадженням новітніх технологій переробки відходів в енергоносії. Акцентовано увагу на значних перспективах використання отриманих результатів для розвитку розподіленої генерації в Україні.

Шановний Анатолію Глібовичу!

Шановні члени Президії! Шановні колеги!

Сьогодні я розповім про розробки Інституту газу НАН України в галузі використання газових біопалив для систем розподіленої генерації. Розглянемо й різні види цього палива, які є одночасно і ресурсом місцевого походження, і ресурсом розподіленої електроенергетики, а також обговоримо, як їх ефективно використовувати у воєнний час та в повоєнний період.

Біогазові місцеві палива за біоорганічною сировиною поділяють насамперед на звалищний біогаз (landfill gas) та біогаз із відходів сільського господарства, або класичний біогаз (biogas).

Звалищний біогаз — це біогаз, отриманий з полігонів твердих побутових відходів (ТПВ). Це величезний ресурс, оскільки в Україні налічується 5,5 тис. офіційних полігонів ТПВ загальною площею понад 8,5 тис. га. Щороку ці полігони поповнюються 11—13 млн т свіжих відходів, які виділяють 0,8 млрд м³ метану. Потенціал вироблення електроенергії з біогазу полігонів ТПВ становить, за різними оцінками, від 170 до 260 МВт.

Як відомо, для посилення стійкості та гнучкості енергосистеми Кабінет Міністрів України схвалив Стратегію розвитку розподіленої генерації, яка передбачає, зокрема, необхідність встановлення 1 ГВт розосереджених газових генеруючих потужностей. І вироблення електроенергії з біогазу полігонів ТПВ може допомогти в досягненні цієї мети.

Крім того, розташування полігонів побутових відходів приблизно відповідає розподілу населення по території країни,

тобто вони розміщені поруч з найбільш густонаселеними районами. Отже, карта потенційних потужностей з вироблення електроенергії зі звалищного біогазу географічно збігається з картою споживання електричної енергії.

Що стосується виробництва класичного біогазу в Україні, то, за даними Біоенергетичної асоціації України, потенціал генерації біогазу тільки з органічних відходів сільського господарства в перерахунку на горючу складову (метан) оцінюється в 9,7 млрд м³. Однак якщо до цього додати виробництво біогазу з енергетичних рослин (тобто рослин, які спеціально для цього вирощують), то загальний потенціал біогазу становитиме близько 20 млрд м³, що зіставно з обсягами споживання природного газу.

Біогаз використовують і як сировину для виробництва біометану (повний аналог природного газу), і для генерації електричної і теплової енергії. Раніше добування звалищного біогазу розглядали скоріше з екологічної точки зору, і вироблення з нього електроенергії було, так би мовити, додатковим бонусом. Проте в нинішніх умовах воєнного часу, коли наші об'єкти енергетики, в тому числі й генерації, перебувають під постійними обстрілами ворога, ідея використання біогазу для виробництва електроенергії з метою забезпечення нею місцевих споживачів стає все більш реалістичною. Біогазові електростанції, рівномірно розподілені по території країни, можуть виробляти електроенергію постійно, в будь-яку пору року та в будь-який час доби, а отже, виконувати роль маневрових потужностей.

Далі коротко розповім про дослідження і розробки Інституту газу НАН України щодо підготовки та ефективного використання біогазу для вироблення електроенергії. Науковці нашого інституту почали займатися створенням технологій перероблення звалищного газу приблизно з 2010 р. За результатами комплексних досліджень полігонів ТПВ у Києві, Одесі, Сумах, Харкові, Івано-Франківську, Львові, Миколаєві та інших містах (загалом 16 полігонів) було визначено потенціал звалищного газу. Усереднені результати хімічного аналізу

свідчать про значний вміст у біогазі метану (понад 50 %) і вуглекислого газу (20—40 об.%). Отже, високий паливний потенціал біогазу полігонів ТПВ дозволяє ефективно використовувати його замість природного газу в енергетичних установках.

Важливим аспектом утилізації звалищного газу є скорочення викидів в атмосферу шкідливих і парникових газів. На полігонах ТПВ щороку виділяється близько 800 тис. т метану, що за парниковим ефектом еквівалентно 20 млн т вуглекислого газу, оскільки метан спричиняє в 25 разів більший парниковий ефект, ніж основний парниковий газ CO₂. І це не кажучи вже про інші шкідливі для навколишнього середовища леткі сполуки й токсичний фільтрат, який виходить із тіла полігона, забруднюючи ґрунтові води. Крім того, на звалищах побутових відходів досить часто виникають пожежі, спричинені саме накопиченням горючого звалищного газу. Всі ми пам'ятаємо трагедію 2016 р., коли під час гасіння вогню на території Грибовицького сміттєзвалища поблизу Львова стався обвал, унаслідок чого загинули троє рятувальників.

Ми розробили оригінальну систему збирання й утилізації звалищного газу із застосуванням сучасних технічних рішень і новітніх матеріалів. Математичне моделювання системи було реалізовано з використанням створеної в нашому інституті програмної системи «Газ-КондНафта». Для кожного з досліджуваних полігонів ми оцінили його потенціал і розраховали розподіл у часі виділення звалищного газу і, відповідно, вироблення електроенергії, що важливо для обґрунтування конкретних проєктів. Для розуміння потенційних обсягів генерації наведу такий приклад: за продуктивності системи свердловин 1000 м³/год електрична потужність енергетичної установки становить близько 1,7 МВт, що приблизно еквівалентно споживанню невеликого селища.

Інший напрям нашої роботи стосується перероблення біогазу в біометан, для чого, якщо говорити спрощено, необхідно вилучити з біогазу негорючу частину — CO₂. Науковці інституту розробили й випробували на дослідному



Рис. 1. Виготовлення промислової біогазової електростанції на дослідному виробництві Інституту газу НАН України

стенді технологію амінового розділення біогазу. Завдяки використанню спеціального водно-амінового розчину вдалося знизити енергозатрати в 1,5 раза. У 2018 р. на першій в Україні біометановій установці було одержано біометан з концентрацією 95 об.% та вуглекислий газ (98 об.%), тобто чистота обох продуктів, виділених з біогазу, наближається до комерційного рівня.

Було також визначено оптимальні параметри та склад розчину абсорбенту: за традиційною водною технологією вилучення CO_2 втрачається близько 7 % метану, а в разі використання амінового розділення таких втрат взагалі немає.

Далі для використання виробленого біометану як палива його необхідно транспортувати. Фахівці інституту розробили технологічні ланцюги підготовки, зберігання та транспортування біометану в стисненому і зрідженому стані. Ще в 1990-х роках Інститут газу НАН України долучився до створення в Україні мережі автозаправних станцій стисненого газу. Було визначено енергоефективний цикл зрідження метану (цикл Клименка), за яким працюють майже всі світові підприємства зі зрідження природного газу. І хоча на сьогодні промислового виробництва зрідженого газу в

Україні немає, ми продовжували роботи за цим напрямом і в 2021 р. створили першу в сучасній Україні енергоефективну технологію зрідження й транспортування природного газу та біометану, а також обладнання для неї.

Ще один напрям наших робіт пов'язаний із забезпеченням сталої генерації електроенергії з біогазу. В інституті в лабораторії двигунів внутрішнього згоряння здійснюють модернізацію та досліджують режими роботи поршневих двигунів-генераторів, які працюють на альтернативних видах палива. Встановлено навантажувальні характеристики двигунів під час роботи на біогазі з різним вмістом метану. Причому ми не просто проводимо лабораторні дослідження, а й створюємо і впроваджуємо відповідне промислове обладнання (рис. 1) на об'єктах розподіленої генерації (біогазових електростанціях). Так, на електростанції полігону ТПВ у Кам'янці-Подільському (ТОВ «Міжнародний центр газових технологій») потужністю 400 кВт завдяки збагаченню метаном біогазу вдалося підвищити ККД двигуна-генератора та збільшити його потужність на 10 %.

В Інституті газу НАН України крім цілої низки сучасних технологічних рішень розроблено комплексну технологію виробництва з біогазу електроенергії, біометану, CO_2 й теплової

Рис. 2. Перша в Україні електростанція на звалищному газі у с. Підгірці Київської області



енергії, а також комбінованого використання звалищного газу і біогазу. Зараз за фінансової підтримки уряду Великої Британії триває виконання проекту з її реалізації з метою підвищення ефективності біогазової електростанції в Кам'янці-Подільському завдяки комплексному виробництву вуглекислоти, тепла й електроенергії.

Слід зазначити, що перший в Україні комплексний проект зі збирання й перероблення звалищного газу на електроенергію науковці інституту реалізували в 2012 р. на 5-му полігоні ТПВ у с. Підгірці Київської області (рис. 2). Станція першої черги комплексу мала потужність 4,5 МВт і складалася з шести газопоршневих генераторів та трансформаторної підстанції. У подальшому подібні проекти було виконано в деяких великих містах України. За даними Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, встановлена потужність біогазових електростанцій в Україні перевищила 100 МВт. Вже вироблено понад 1 млрд кВт·год електроенергії, скорочення викидів парникових газів становило 5 млн т в еквіваленті CO₂. Електростанції працюють ефективно протягом

усього року, а коефіцієнт використання встановлених потужностей сягає 66 %. Потенціал потужностей розподіленої генерації електроенергії з біогазу оцінюють у 3,5 ГВт.

Отже, в провідних країнах світу сфера використання біометану продовжує активно розвиватися. Україна має великий потенціал для подальшого розвитку біогазових технологій — до 10 млрд м³/рік. При цьому потенціал біогазу з полігонів твердих побутових відходів становить щонайменше 170 млн м³/рік. Використання біогазових електростанцій стало особливо актуальним у воєнний час. Полігони твердих побутових відходів зосереджено переважно поблизу великих населених пунктів, а біогазові заводи — поблизу великих сільськогосподарських підприємств, що дозволяє розглядати їх як потужний ресурс розподіленої генерації електроенергії.

Інститут газу НАН України пропонує цілу низку технологій ефективного використання біогазу, і ми вважаємо за потрібне започаткувати в Україні відповідні пілотні проекти.

Дякую за увагу!

За матеріалами засідання підготувала О.О. Мележик

Hennadiy V. Zhuk

Gas Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8281-2939>

LOCAL BIOGAS FUELS FOR DISTRIBUTED GENERATION SYSTEMS

Transcript of scientific report at the meeting of the Presidium of NAS of Ukraine, May 7, 2025

The report presents current results of research conducted by scientists of the Gas Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine and aimed at solving important scientific and technical problems of implementing the latest technologies for processing waste into energy. Attention is focused on the significant prospects for using the obtained results for the development of distributed generation in Ukraine.

Cite this article: Zhuk H.V. Local biogas fuels for distributed generation systems (transcript of scientific report at the meeting of the Presidium of NAS of Ukraine, May 7, 2025). *Visn. Nac. Akad. Nauk Ukr.* 2025. (7): 86—90.
<https://doi.org/10.15407/visn2025.07.086>