

ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ ОЧИЩЕННЯ БІОГАЗУ

Кучер І.В. здобувач СВО «Бакалавр»

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного,
м. Запоріжжя, Україна*

Біогаз є важливим джерелом відновлюваної енергії, проте його склад значно варіюється залежно від типу вихідної сировини та умов ферментації. Окрім метану (CH_4), який є основним цінним компонентом, біогаз містить домішки, такі як сірководень (H_2S), вуглекислий газ (CO_2), водяну пару, аміак (NH_3) та силосани. Наявність цих речовин негативно впливає на якість біогазу, спричиняє корозію обладнання та зменшує ефективність його використання. Саме тому впровадження ефективних методів очищення є необхідною умовою для широкого застосування біогазових технологій [1].

Ефективні методи очищення біогазу спрямовані на підвищення вмісту метану (CH_4), що дозволяє використовувати біогаз у когенераційних установках, транспорті та газорозподільних мережах.

Одним із найважливіших аспектів очищення біогазу є видалення сірководню. H_2S є агресивним компонентом, який утворює корозійні сполуки та токсичні відходи під час згоряння. Для його усунення застосовуються різні підходи, серед яких найбільш ефективними є біологічне, хімічне та сорбційне очищення [2]. Біологічне очищення здійснюється за допомогою біофільтрів, заселених тіоновими бактеріями, які окислюють сірководень до елементарної сірки. Хімічні методи включають використання лужних розчинів або оксидів металів, які вступають у реакцію з H_2S , нейтралізуючи його. Сорбційне очищення передбачає застосування активованого вугілля чи спеціальних металовмісних фільтрів, що ефективно абсорбують сірководень.

Видалення вуглекислого газу є наступним ключовим етапом очищення біогазу, оскільки CO_2 знижує його калорійність. Існують кілька технологій, що дозволяють ефективно знижувати концентрацію CO_2 , серед яких найпоширенішими є абсорбція, мембранне розділення та кріогенна сепарація. Абсорбційні методи базуються на здатності CO_2 розчинятися у воді або реагувати з хімічними абсорбентами, такими як амінові розчини. Мембранні технології використовують спеціальні пористі матеріали, що вибірково пропускають молекули газів, дозволяючи відокремити метан від вуглекислого газу. Кріогенна сепарація базується на охолодженні біогазу до температури конденсації CO_2 , що дозволяє отримати високоочищений біометан, придатний для транспортування газовими мережами або використання як автомобільне паливо [3].

Ще одним важливим завданням очищення біогазу є видалення водяної пари та силосанів, які спричиняють утворення відкладень у двигунах та трубопроводах. Для цього застосовуються методи конденсаційного осушення, абсорбції та адсорбції. Вологу видаляють шляхом охолодження біогазу у теплообмінниках, що призводить до конденсації водяної пари. Для видалення силосанів використовуються цеолітові фільтри та активоване вугілля, які ефективно поглинають ці шкідливі домішки.

Біогазові установки також потребують комплексних рішень, що поєднують різні методи очищення. Інтеграція біологічних і хімічних технологій дозволяє досягти максимального ефекту при мінімальних енергетичних затратах [4]. Наприклад, комбіновані системи знесірчення можуть включати біофільтрацію з подальшою хімічною обробкою, що забезпечує глибоке очищення газу. Використання мембранних технологій у поєднанні з абсорбційними методами дозволяє значно підвищити ефективність видалення CO_2 .

Окрему роль у процесі очищення відіграє автоматизація. Сучасні біогазові установки оснащуються датчиками контролю складу газу, які дозволяють регулювати процеси очищення в реальному часі. Використання програмованих логічних контролерів (PLC) дає можливість

оптимізувати очищення біогазу та мінімізувати експлуатаційні витрати.

Перспективи розвитку технологій очищення біогазу включають впровадження нових матеріалів для мембранної фільтрації, розробку більш ефективних сорбентів для поглинання H_2S і CO_2 , а також створення інтегрованих систем, що об'єднують декілька методів очищення в єдиному технологічному комплексі. Застосування цих інновацій дозволить значно покращити якість біогазу, розширити можливості його використання та зменшити негативний вплив на навколишнє середовище.

Очищення біогазу є енергомістким процесом, тому важливим напрямом розвитку є зниження його енерговитрат. Одним із рішень є використання низькоенергетичних мембранних технологій, що працюють за низького тиску та мінімізують витрати електроенергії [4]. Також перспективним напрямом є рекуперація тепла, отриманого під час роботи компресорів та інших елементів систем очищення, для підтримання необхідної температури у ферментаторах біогазових установок.

Крім того, значний потенціал має використання комбінованих біофільтраційних систем, які об'єднують анаеробні та аеробні методи очищення. Це дозволяє частково використовувати енергію, що генерується бактеріальними спільнотами, для підтримання необхідного рівня очищення без додаткових витрат енергії.

Перспективним напрямом є розвиток технологій очищення біогазу до рівня біометану, який можна використовувати як альтернативу природному газу. Це дозволяє інтегрувати біогазову галузь у загальну енергосистему країни та сприяти його експорту в країни ЄС. Для цього необхідно вдосконалювати технології видалення CO_2 та інших домішок, а також створювати інфраструктуру для транспортування та зберігання очищеного біометану.

Україна має значний потенціал у сфері біогазових технологій, і розширення біометанової інфраструктури може стати важливим кроком у напрямку енергетичної незалежності країни. Впровадження сучасних технологій очищення дозволить ефективно використовувати біогаз у транспортному секторі, газорозподільних мережах та промислових підприємствах.

Висновки. Шляхи покращення технологій очищення біогазу включають вдосконалення існуючих методів, розробку нових вискоєфективних матеріалів, автоматизацію та використання цифрових технологій. Інтеграція енергоефективних систем та розвиток біометанової інфраструктури дозволять значно розширити можливості використання біогазу та підвищити його економічну доцільність.

Перспективи розвитку цієї галузі в Україні пов'язані з впровадженням комплексних технологічних рішень, що забезпечать високу якість очищення, зниження експлуатаційних витрат та підвищення енергетичної незалежності країни. Успішна реалізація цих напрямів дозволить ефективно використовувати потенціал біогазової енергетики, сприяючи сталому розвитку екологічно чистих технологій та інтеграції України в європейський енергетичний ринок.

Список використаних джерел.

1. Скляр О.Г., Скляр Р.В. Методи інтенсифікації процесів метанового зброджування. *Науковий вісник ТДАТУ*. Мелітополь, 2014. Вип.4. Т.1. С. 3–9: URL: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/pdf4t1/3.pdf>.
2. Акулов В. Д. Шляхи підвищення енергетичної ефективності біогазової установки. *Праці ТДАТУ*. 2024. Вип. 24, т. 2. С. 27-36. <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-2-3>.
3. Скляр О. Г., Комар А. С. Теоретичні аспекти моделювання машинної технології утилізації органічних відходів. *Праці ТДАТУ*. 2023. Вип. 23, т. 1. С. 104–114. <https://doi.org/10.31388/2078-0877-2023-23-1-104-115>.
4. Болтянський Б. В. Аспекти вдосконалення технології виробництва біогазу. *Праці ТДАТУ*. 2024. Вип. 24, т. 1. С. 89-100. <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-1-6>.

Науковий керівник: Скляр Р.В., к.т.н., доцент