

КЛАСИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ МЕТАНОВОГО БРОДІННЯ

Гордієнко С.Л. здобувач СВО «Магістр»

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

Використання технологій метанового бродіння біовідходів в Україні обмежене через значні енергетичні витрати на експлуатацію обладнання, при цьому основні витрати пов'язані з роботою метантенка – ключового апарату в технологічній схемі. Значний потенціал для підвищення енергетичної ефективності біогазових технологій полягає у впровадженні різних методів інтенсифікації анаеробного зброджування [1].

Конструкція апаратного забезпечення технології метанового бродіння формується залежно від температурного режиму, вологості зброджуваного субстрату, обсягу оброблюваної сировини та економічної доцільності [2,3,4].

1. За температурним режимом. Технології метанового бродіння класифікують за наступними режимами:

- о з психрофільним режимом (0–25 °С);
- о з мезофільним режимом (25–40 °С);
- о з термофільним режимом (40–60 °С).

2. За вмістом води субстрату. Залежно від вологості, технології поділяють на:

о твердофазну метаногенерацію. Ця технологія застосовується для обробки стоків свиноферм із попереднім розподілом субстрату на рідку і тверду фази.

о ферментацію рідких органічних відходів (85–98% вологості) – найпоширеніший варіант метанового бродіння.

о ферментацію «супержидких» органічних відходів (98–99% вологості), що зустрічається у різних галузях переробної промисловості (молочній, цукровій, паперовій, шкіряній, консервній, текстильній тощо).

3. За походженням біомаси. Виділяють три групи біогазових технологій: технології агрохарчової промисловості; технології нехарчової промисловості; непромислові технології.

4. За конструктивними особливостями метантенка. Розподіл технологій метанового бродіння може здійснюватися за такими ознаками: обсяг метантенка; організація технологічного процесу (гідродинамічний режим); метод перемішування; система підтримки температурного режиму; конструкція метантенка та газгольдера; поділ процесу на стадії (зони бродіння); спосіб утримання мікроорганізмів [3].

4.1. За об'ємом метантенка. Технології поділяють на:

- о установки малої потужності (5–20 м³, для фермерських господарств);
- о установки середньої потужності (20–1000 м³, для тваринницьких комплексів);
- о установки великої потужності (1000–10000 м³, типові для промислових підприємств).

4.2. За гідродинамічним режимом. Розрізняють:

- о біогазові установки (БГУ) з проточною системою анаеробного зброджування;
- о біоенергетичні установки (БЕУ) з цикловою системою;
- о БЕУ з акумулятивною системою анаеробного зброджування.

4.3. За методом перемішування. У метантенках БГУ застосовують [4]:

о Механічне перемішування. Механічні мішалки (рамні, гвинтові, лопатеві тощо) ефективно працюють із важкими субстратами, де вміст сухої речовини не перевищує 20%. Пристрої зазвичай складаються з валу (горизонтально або вертикально розташованого) з прикріпленими елементами для пересування маси.

о Гідравлічне перемішування. Під час такого перемішування сировину перекачують із однієї зони апарату в іншу, що підходить для легкотекучих субстратів.

о Пневматичне перемішування. При цьому частину виробленого біогазу відкачують,

стискають компресором і знову нагнітають в апарат через дно, бічну стінку або купол.

4.4. Методи підігріву сировини. Для підвищення виробництва біогазу та біодобрив, а також для поліпшення знезараження сировини, застосовують два підходи:

- о Прямий підігрів (за допомогою пари або змішування сировини з гарячою водою);
- о Непрямий підігрів через теплообмінник. Теплообмінники можуть бути інтегрованими, виносними або у вигляді сорочки на метантенку. Найчастіше використовується зовнішня система підігріву з водогрійним котлом (на біогазі, електриці або твердому паливі) із застосуванням нагрівальних елементів типу змієвиков, секцій радіаторів або паралельно зварених труб, де теплоносієм є гаряча вода з температурою близько 60 °С.

4.5. Конструкція біореактора та газгольдера. Дані апарати можуть існувати як окремо, так і бути інтегрованими в один комплекс.

4.6. Поділ за стадіями бродження. Біогазові технології класифікують за кількістю стадій: без поділу, двостадійні або тристадійні.

4.7. Типи біореакторів. Технології анаеробного зброджування використовують два основні типи реакторів:

- о з нефіксованими мікроорганізмами (наприклад, реактори з повним перемішуванням, контактні реактори, реактори висхідного потоку з активним шаром мулу);
- о з мікроорганізмами, зафіксованими на носіях (біоплівки). До останніх відносяться реактори з анаеробними фільтрами, з рухомими біодисками, з рециркуляцією активного мулу на інертних носіях малих розмірів, а також реактори зі зваженим або киплячим шаром активного мулу, закріпленим на інертних носіях.

4.8. Напрями використання енергії біогазу. Технології анаеробного зброджування можуть орієнтуватися на:

- о повну передачу біогазу в традиційну енергосистему (наприклад, ТЕЦ або котельню), коли енергопотреби установки покриваються зовнішнім постачанням;
- о автономне виробництво з аварійним режимом;
- о часткове енергозабезпечення.

5. За способом зберігання шламу. Біогазові технології поділяють на: технології з рідким зберіганням шламу; технології з висушуванням шламу; технології компостування шламу.

На сьогодні у світі функціонує кілька тисяч великих промислових установок для переробки органічних відходів у біогаз. В Україні технології метанового бродіння поки не здобули широкого поширення, за винятком кількох дослідно-промислових установок, розроблених у рамках державних програм. Загалом, впровадження біогазових технологій перебуває на стадії науково-технічних розробок, малих дослідних серій та демонстраційних виробничих центрів.

Список використаних джерел.

1. Скляр Р.В. Методи інтенсифікації процесів метанового зброджування. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2014. Вип. 4, т. 1. С. 3-9. URL: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/pdf4t1/3.pdf>

2. Болтянський Б. В. Аспекти вдосконалення технології виробництва біогазу. *Праці ТДАТУ: наукове фахове видання*. Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. Вип. 24. Т. 1. С. 89–100. <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-1-6>

3. Комар А. С. Шляхи підвищення якості виробництва біодобрив. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*, 2024, 14(2). <https://doi.org/10.32782/2220-8674-2024-24-2-2>

4. Скляр О. Г., Комар А. С. Теоретичні аспекти моделювання машинної технології утилізації органічних відходів. *Праці ТДАТУ: наукове фахове видання*. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. Вип. 23, т. 1. С. 104 – 114. <https://doi.org/10.31388/2078-0877-2023-23-1-104-115>.

Науковий керівник: Скляр О.Г., к.т.н., проф.