УДК 620.92

ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ З ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ

А. С. Лозовий
магістрант
О. В. Медведський
к.т.н.
Житомирський національний агроекологічний університет

Виконана оцінка ринку енергетичного забезпечення аграрних підприємств. Виявлена значна залежність сільськогосподарських виробників від викопного палива. Оцінено відомі конструкційні схеми біогазових установок. Запропонована для господарств модульна біогазові установка. Встановлені енергетичні параметри роботи обертового реактора.

Ключові слова: біогаз, метантенк, біореактор

Постановка проблеми. Проблема енергетичних джерел постає перед країнами-імпортерами видобувної паливної сировини, якою є й Україна. Не маючи в достатній кількості власних запасів паливно-енергетичних ресурсів країна напряму залежить від імпортерів, які поставляють 75 % необхідного обсягу

природного газу та 85 % нафти й нафтопродуктів а це негативно впливає на енергетичну безпеку країни.

Значними споживачами паливно-енергетичних ресурсів є вітчизняні аграрні підприємства, тому перед ними постає об'єктивна необхідність впровадження інноваційних енергозберігаючих технологій, орієнтованих на виробництво біологічних видів палива, які одержують у результаті переробки біологічної сировини та органічних відходів. Особливе місце в використанні біомаси займає отримання шляхом анаеробного зброджування енергонасиченого біогазу та високоякісних екологічно чистих органічних добрив.

Виробництво біогазу є ефективною та інвестиційно привабливою технологією, що зумовлюється наявністю значного сировинного потенціалу, сприятливими природно-кліматичними умовами та низьким рівнем собівартості даного виду енергії порівняно з виробництвом біоетанолу й біодизеля. Тому, для підвищення енергетичної ефективності сільськогосподарського виробництва необхідна оптимізація технологічних процесів та обґрунтування і вибір раціональних параметрів машин та обладнання, що використовуються у ході виробництва та споживання біопалива.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найбільшого поширенні набули біогазові установки з використанням реакторів об'ємом від 1 тис. $м^3$ [1, 2, 4]. Такі установки забезпечують роботу електричних генераторів потужністю 1-4 МВт. Частина виробленої електроенергії використовується для власних потреб установки та аграрного підприємства (до 35 % виробленої електроенергії), а решта реалізується. Завантаження біомаси проводиться порціями декілька разів на день. Вихід біогазу, який містить близько 50 % CH_4 та 50 % CO_2, становить до 50 тис. $м^3$/добу, а питомий вихід до 1,7 $м^3/м^3$ біогазової установки за добу. Витрати біогазу на виробництво електроенергії, за коефіцієнта корисної дії генератора 30-35%, становлять до 0,5 $м^3$/кВт-год. Термін окупності такої біогазової установки становить не менше десяти років за терміну експлуатації двадцять років. За такого терміну окупності установки щорічний прибуток становить 100-200 тис. євро, а рівень рентабельності

виробництва електроенергії до 35 %. Термін експлуатації когенераційної установки до десяти років [1, 4].

Установки з вертикальними біогазовими реакторами є достатньо ефективними та технологічними. Проте є ряд проблем, що виникають в процесі їх роботи. Одна із проблем, це перемішування субстрату. Він містить пісок, який осідає на дно, а тому реактор через 5-6 років потребує розбирання і очищення, що є надзвичайно трудомісткою операцією. Крім того, вихід на робочі технологічні параметри при їх розгоні метантенків є складним та слабо контрольованим [3]. Також проблемою є зберігання великих об'ємів відпрацьованого субстрату, адже для досягнення параметрів необхідних для внесення в ґрунт відпрацьований субстрат необхідно витримати в спеціальних басейнах тривалий термін.

Мета дослідження – підвищити рівень енергетичної ефективності виробництва біогазу шляхом удосконалення технічних засобів для агропромислового виробництва газоподібного біопалива.

Результати досліджень. Використання горизонтальних модульних біореакторів [3] дозволяє скоротити тривалість процесу виділення метану і виробництва добрив в 2-3 рази. Причому, практично відсутній баласт, забезпечується необхідна рівномірність процесу за всім об'ємом субстрату, спрощується застосування інокуляції органічної маси. Крім того при аварійних ситуаціях кількість токсичної та інфекційно небезпечної біомаси на об'єкті піддається контролю, відсутні великі об'єми збродженої біомаси, що частково вирішує проблему їх зберігання після протікання процесу виділення біогазу.

Потужність, яка споживається привідним електродвигуном із електричної мережі, для приводу обертового реактора становитиме:

$$P = \left(\right) \quad , \quad (1)$$

де P – потужність, яка споживається привідним електродвигуном із електричної мережі, Вт;

ω – кутова швидкість обертання реактора, рад./с;

$P_{ОП}$ – потужність опору підшипникових вузлів, Вт;

$P_{ВТЗ}$ – потужність в'язкого тертя зовнішньої поверхні реактора об рідину, в яку занурений реактор, Вт;

$P_{ВТВ}$ – потужність в'язкого тертя внутрішньої поверхні реактора об рідку біомасу, яка знаходиться в реакторі, Вт;

$P_{ПБ}$ – потужність для забезпечення підйому біомаси в реакторі під час його обертання, Вт;

$P_{ОБ}$ – потужність, потоків опускання біомаси в реакторі під час його обертання, Вт.

$\eta_{ЕЛ}$ – коефіцієнт корисної дії електродвигуна, відн. од.;

$\eta_{П}$ – коефіцієнт корисної дії приводу, відн. од.;

$cos\varphi$ – частка активної потужності у повній потужності електродвигуна, відн. од.

Аналізуючи даний вираз, який по суті є енергетичним балансом приводу обертового реактора, можна сказати, що постійне значення споживаної потужності буде лише при повному заповненні внутрішнього об'єму метантенка. Зважаючи на специфіку роботи реактора, коли частина його об'єму завжди буде заповнена біогазом, можна зробити висновок про те, що внутрішні перетоки рідини в реакторі призведуть до циклічних поштовхів, які будуть порушувати статичну рівновагу обертового реактора і призводити до циклічної зміни навантаження. Середнє значення споживаної потужності необхідної для приводу обертового реактора в залежності від його коефіцієнта занурення приведена на рис. 1.

Аналіз показує, що при збільшенні коефіцієнта занурення обертового реактора в рідину, середнє значення споживаної потужності зменшується до досягнення мінімального значення, що обумовлено зменшенням витрат на опір у підшипникових вузлах. При подальшому збільшенні коефіцієнта занурення обертового реактора середнє значення споживаної потужності дещо збільшується за рахунок збільшення в'язкого тертя зовнішньої поверхні реактора об рідину, в яку занурений реактор.

Висновки. Основним напрямком інтенсифікації процесу зброджування гною є підвищення рівня розкладу органічної маси за рахунок створення відповідних умов для розвитку анаеробної мікрофлори. Це може бути забезпечено за рахунок створення стабільних заданих температурних умов зброджування та

забезпеченням якісного перемішування біомаси, яке з одної сторони не повинно порушувати симбіоз ацетогенних та метаногенних бактерій, а з іншої не допускати розшарування біомаси в реакторі на мінеральний осад та плаваючий органічний шар.

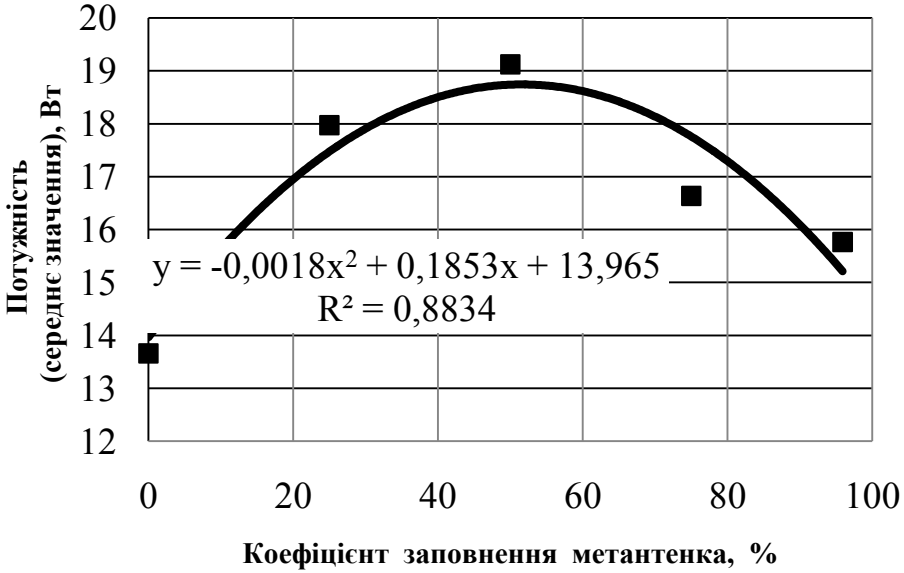

Рис. 1. **Вплив коефіцієнта заповнення обертового реактора на потужність приводного механізму**

За результатами досліджень встановлено, що заповнений на 96 % обертовий реактор з внутрішнім об'ємом 75,55 л (діаметр 0,4 м) потребує мінімальної потужності для приводу близько 13 Вт при його зануренні у рідину на величину від 75 до 77 %. При цьому питома потужність приводного механізму в розрахунку на об'єм біомаси в реакторі становитиме 0,179 кВт/м^3.

Список використаних джерел

1. Биогаз на основе возобновляемого сырья. Сравнительный анализ шестидесяти одной установки по производству биогаза в Германии / [Геммеке Бурга, Крисста Ригер, Войланд Петер и др.]. – Гюльцов: FNR, 2010. – 118 с.

2. Кухарец С. Н. Обеспечение рационального использования сырья для получения биотоплив в агропромышленном комплексе / С. Н. Кухарец, Г. А. Голуб, С. В. Драгнев // Motrol. Commission of motorization and energetics in agriculture. – 2013. – Vol. 15, № 4. – P. 69–75.
3. Кухарець С. М. Ефективність виробництва біогазу / С. М. Кухарець, В. В. Кухарець // Аграрна наука, освіта, виробництво: європейський досвід для України: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 17–18 листоп. 2015 р. – Житомир: ЖНАЕУ, 2015. – С. 452– 456.
4. Мовсесов Г.Є. Основні положення технології біогазового (анаеробного метанового) зброджування органічних відходів / Мовсесов Г. Є., Ляшенко О. О. // Рекомендації Інститут механізації тваринництва НААН України. – Запоріжжя: ІМТ НААН України, 2010. – 29 с.