

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА БІОГАЗУ

Голуб Г.А., доктор технічних наук, професор

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Кухарець С.М., доктор технічних наук, професор

Житомирський національний агроекологічний університет

Встановлено залежності які дозволяють оцінити потенціал отримання енергії при прямому спалюванні біомаси рослинного походження та за умови використання рослинної біомаси в якості субстратів для виробництва біогазу [1, 2, 3, 4]. Визначено, що з огляду на ефективність отримання енергії, рослинну біомасу доречно, використовувати як сировину для прямого спалювання. Таким чином, для виробництва біогазу в умовах сільськогосподарського підприємства, доречно використовувати біомасу галузі тваринництва та птахівництва, а саме гній та послід. Орієнтовна кількість енергії, що можна отримати із біогазу на основі біомаси галузі тваринництва [1, 5, 6, 7] складає від 500 до 800 ГДж на гектар ріллі в залежності від спеціалізації сільськогосподарського виробництва.

Мета досліджень. Встановлення залежностей для визначення потенціалу виробництва біогазу, виробничої собівартості біогазу та собівартості отриманої електроенергії.

Результати досліджень. Потенціал виробництва біогазу при використанні рослинної біомаси та використанні гною та посліду можна визначати за наступною залежністю:

$$B = B_p + B_T = k_{БГР} k_{BP} \sum_{i=1}^n S_i 100 Y_i (k_{Bi} - k_{zi}) + k_{БГТ} k_{BT} \sum_{j=1}^m N_j T_j (m_{Ej} + m_{Bj}) k_{Гj}, \quad (1)$$

де B – потенціал виробництва біогазу при зброджуванні рослинної біомаси та гноївки, м^3 ; B_p – вихід біогазу при зброджуванні рослинної біомаси, м^3 ; B_T – вихід біогазу при зброджуванні гноївки, м^3 ; $k_{БГР}$, $k_{БГТ}$ – питомий вихід біогазу при анаеробному зброджуванні відповідно рослинної біомаси та гноївки, $\text{м}^3/\text{кг}$; k_{BP} , k_{BT} – коефіцієнт використання відповідно рослинної біомаси та гноївки в біогазових установках, відн. од.; n – кількість культур в сівозміні, які використовуються для виробництва рослинної біомаси; S_i – площа вирощування i -ї культури, га; Y_i – урожайність i -ї культури, ц/га; k_{Bi} – коефіцієнт виходу біомаси i -ї культури, відн. од.; k_{zi} – коефіцієнт втрат біомаси i -ї культури під час збирання, відн. од.; m – кількість груп тварин та птиці; N_j – поголів'я тварин та птиці j -го виду, гол.; T_j – стійловий період поголів'я тварин та птиці j -го виду, дів; m_{Ej} – маса екскрементів j -го виду тварин та птиці, кг/гол. за добу; m_{Bj} – маса води, що надходить в екскременти j -го виду тварин та птиці, кг/гол. за добу $k_{Гj}$ – коефіцієнт виходу гноївки придатної для рідкофазного зброджування, відн. од.

Коефіцієнти використання рослинної біомаси та гноївки в біогазових установках, виходу біомаси i -ї культури та її втрат під час збирання, виходу гноївки придатної для рідкофазного зброджування, а також кількість культур в сівозміні, які використовуються для виробництва рослинної біомаси, площа

вирушення та урожайність i -ї культури, кількість груп тварин та птиці, поголів'я та стійловий період тварин та птиці j -го виду, маса екскрементів та маса води, що надходить в екскременти j -го виду тварин та птиці встановлюється для кожного сільськогосподарського підприємства на основі конкретних моделей функціонування агроєкосистем [7, 8, 9].

Враховуючи, що на підігрівання субстрату можна отримати енергію прямого спалювання біомаси рослинництва, а для перемішування та перекачування субстрату використати частку електроенергії виробленої в результаті використання біогазу, виробнича собівартість біометану становитиме:

$$C_{БМ} = \frac{\rho_{ПБ}}{k_{БМ} \tau_{ЗБ}} C_{БМ} (1 - k_{Д}) + (1 + k_{ЗВ} + k_{ЗГ})(ТОР_{БМ} + ЕЛ_{БМ} + ЗП_{БМ}), \quad (2)$$

де $C_{БМ}$ – виробнича собівартість біометану, грн/м³; $\rho_{ПБ}$ – густина переробленої у біогазовому реакторі біомаси, т/м³; $k_{БМ}$ – вихід біометану за добу із розрахунку на одиницю об'єму біогазового реактора, м³/м³ добу; $\tau_{ЗБ}$ – час утримання біомаси в реакторі під час зброджування, діб; $C_{БМ}$ – вартість біомаси, яка надходить на переробку в біогазову установку, грн/т; $k_{Д}$ – коефіцієнт збільшення вартості органічних добрив після анаеробного зброджування біомаси, відн. од.; $k_{ЗВ}$ – коефіцієнт, що враховує загальновиробничі витрати, відн. од.; $k_{ЗГ}$ – коефіцієнт, що враховує загальногосподарські витрати, відн. од.; $ТОР_{БМ}$ – відрахування на технічне обслуговування і ремонт біогазової установки з виробництвом біометану, грн/м³; $ЕЛ_{БМ}$ – вартість витраченої електричної енергії при виробництві біометану, грн/м³; $ЗП_{БМ}$ – фонд заробітної плати з нарахуваннями при виробництві біометану, грн/м³.

Собівартість виробництва електроенергії на основі біометану можна визначити на основі виразу:

$$C_{ЕЛ} = \frac{3,6 \rho_{ПБ}}{k_{БМ} q_{БМ} \eta_{Г} \tau_{ЗБ}} C_{БМ} (1 - k_{Д}) + (1 + k_{ЗВ} + k_{ЗГ})(ТОР_{ЕЛ} + ЕЛ_{ЕЛ} + ЗП_{ЕЛ}), \quad (3)$$

де $C_{ЕЛ}$ – виробнича собівартість електроенергії, грн/кВт год.; $q_{БМ}$ – теплотворна здатність біометану, МДж/м³; $\eta_{Г}$ – коефіцієнт корисної дії дизель-генератора при отриманні електроенергії, відн. од.; 3,6 – коефіцієнт перерахунку, МДж/кВт год.; $ТОР_{ЕЛ}$ – відрахування на технічне обслуговування і ремонт біогазової установки з виробництвом електроенергії, грн/кВт год.; $ЕЛ_{ЕЛ}$ – вартість витраченої електричної енергії при виробництві електроенергії на основі біометану, грн/кВт год.; $ЗП_{ЕЛ}$ – фонд заробітної плати з нарахуваннями при виробництві електроенергії на основі біометану, грн/кВт год.

На основі представлених формул встановлено, що для сільськогосподарських підприємств із площею ріллі понад 1000 га собівартість виробництва електроенергії на основі біогазу стабілізується на рівні від 0,34 до 0,44 грн/кВт год.

Висновок. Вихід біометану за добу із розрахунку на одиницю об'єму біогазового реактора для підприємств із зерно-молочною спеціалізацією становить від 0,72 м³/м³ добу до 0,81 м³/м³ добу, а собівартість виробленої на його основі електроенергії із використанням біогазових реакторів обертового типу становить від 0,44 грн/кВт год. до 0,85 грн/кВт год., для підприємств із

зерно-свинарською спеціалізацією відповідно від $0,98 \text{ м}^3/\text{м}^3$ добу до $1,12 \text{ м}^3/\text{м}^3$ добу та від $0,38 \text{ грн/кВт год.}$ до $0,85 \text{ грн/кВт год.}$ та для підприємств із зерно-птахівничою спеціалізацією – від $1,18 \text{ м}^3/\text{м}^3$ добу до $1,34 \text{ м}^3/\text{м}^3$ добу та від $0,30 \text{ грн/кВт год.}$ до $0,72 \text{ грн/кВт год.}$ Причому менші значення виходу біометану та вищі значення собівартості електроенергії будуть мати місце при площі ріллі 100 га, а менші – при площі ріллі 1000 га.

Література.

1. Технологія переробки біологічних відходів у біогазових установках з обертовими реакторами / [Г.А. Голуб, О.В. Сидорчук, С.М. Кухарець та ін.; за ред. Г.А. Голуба] – К.:НУБіП України, 2014. – 106 с.
2. Голуб Г. А. Ефективність функціонування багатопрофільного сільськогосподарського підприємства / Г. А. Голуб, С. М. Кухарець // Наук. вісн. НУБіП України. Сер. Техніка та енергетика АПК. – 2015. – Вип. 212, ч. 2. – С. 35–44.
3. Кухарець В. В. Формування стратегії управління конверсії біосировини у сільськогосподарських підприємствах / В. В. Кухарець, С. М. Кухарець // Збірник наук. пр. Вінницького нац. аграр. ун-ту. Сер. Екон. науки. – 2012. – Вип. 1, т. 1. – С. 87–90.
4. Кухарець С. М. Забезпечення енергетичної автономності агроєкосистем на основі виробництва біопалива / С. М. Кухарець, Г. А. Голуб // Вісник ЖНАЕУ. – 2012. – № 1, т. 1. – С. 345–352.
5. Handreichung. Biogasgewinnung und – nutzung. / [Amon Tomas, fon Bredov Hartvig, Doeler Helmut ets.]. – Gulzow: FNR, 2010. – 234 p.
6. Tasneem Abbasi. Biogas Energy. / T Abbasi, S. Tauseet, S. Abbasi // New York: Springer, 2012. – 169 p.
7. Кухарець С. М. Сировинна база та ефективність виробництва біогазу / С. М. Кухарець, Г. А. Голуб // Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. Сер. Техніка та енергетика АПК. – 2015. – Вип. 212, ч. 1. – С. 11–20.
8. 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.
9. Технічні та технологічні пропозиції отримання енергії із сировини сільськогосподарського походження / С. М. Кухарець, Г. А. Голуб, О. В. Скидан, О. Ю. Осипчук // Вісник ЖНАЕУ. – 2015. – Вип. №2 (50), Т. 1. – С. 369-384.