

ЕФЕКТИВНІСТЬ ОЧИЩЕННЯ БІОГАЗУ АНАЕРОБНОЇ БІОФЕРМЕНТАЦІЇ ВІДХОДІВ ТВАРИННИЦЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

М.О. Захаренко, доктор біологічних наук, професор

В.О. Коваленко, зав. лабораторією

Національний університет біоресурсів

і природокористування України

О.С. Яремчук, доктор сільськогосподарських наук, професор

Вінницький національний аграрний університет

Вивчена ефективність використання лужних розчинів у системах очищення біогазу відходів тваринницьких об'єктів за різної швидкості його потоку через поглиначі CO₂. Встановлено, що найвища ефективність процесу поглинання CO₂ із біогазу, утвореного у ході анаеробної ферментації відходів тваринництва, спостерігається за концентрації луку в середовищі 10 - 20 % і швидкості потоку газу 88 мл/хв.

Біогаз, очищення, метан, вуглекислий газ.

Метаногенез є найбільш енергетично вигідним процесом анаеробної біоферментації відходів тваринництва. За цих умов відбувається перетворення ОР відходів, а утворений біогаз може використовуватись як джерело енергії.

Здатність метаноутворюючих мікроорганізмів перетворювати органічні речовини екскрементів тварин за анаеробних умов на метан та ряд інших кінцевих сполук залежить від вмісту сухої речовини у біомасі, реакції середовища, співвідношення деяких компонентів, їх елементарного складу та температурного чинника [2-5]. Наведені параметри впливають також і на швидкість утворення та загальну кількість біогазу, співвідношення метану і вуглекислого газу основних кінцевих продуктів біоферментації [3, 5]. Наявність в біогазі CO₂, який утворюється паралельно із метаном, знижує енергетичний потенціал процесу. Тому актуальними залишаються дослідження із пошуку ефективних способів зменшення кількості CO₂ завдяки застосуванню різних поглиначів [1].

Мета дослідження – дослідити ефективність поглинання CO₂ із біогазу, одержаного при біоферментації відходів тваринництва розчином луку, та встановити основні параметри процесу вилучення домішок із газової суміші.

Матеріали та методи дослідження. Біогаз для досліджень отримували у лабораторних умовах, внаслідок анаеробної біоферментації відходів тваринництва, а як поглиначі CO₂ використовували

відпрацьовані регенеруючі лужні розчини від ОН-іонітових фільтрів процесу очистки води ТЕЦ. Для експериментів використовували лабораторний стенд, який складався із поглинальних пристроїв (бутилі), які містили по 4,0 л розчину NaOH з концентрацією 10, 20, 30 %. Одержаний біогаз пропускали через розчин лугу внаслідок витиснення його водою, витрати якої контролювали спеціальним пристроєм. Очищену в такий спосіб газову суміш збирали у окремі газозбірники та використовували для досліджень.

Проведено три серії експериментів. У першій серії досліджень для очищення біогазу використовували розчин NaOH з концентрацією 10 %, а у другій і третій серіях 20 і 30 % відповідно. У першій серії експерименту досліджували також вплив швидкості пропускання біогазу через регенераційні розчини на ефективність його очищення. Час пропускання біогазу через регенераційний розчин у всіх дослідках становив 25 хв, а його температура – 20 °С.

Аналіз хімічного складу газів проводили за допомогою хроматографа ЛХН-72 з двома колонками завдовжки 2 м і внутрішнім діаметром 4 мм. Одну з колонок наповнювали полісорбом – 1, з розміром часток 0,25–0,5 мм, а у другу – поміщали молекулярне сито (5Å). Навантаження на детектор-катарометр становило – 160 ма. Як газ-носії використовували гелій. Розділяли суміш газів на складові компоненти метан, двоокис вуглецю, Кисень і Азот на першій колонці. На другій колонці розділяли гази, які виходили одним піком. Одержані хроматограми обробляли методом внутрішнього нормування за площею піків.

Результати досліджень оброблено методом варіаційної статистики з використанням програмного забезпечення у M. Excel.

Результати дослідження. Проведеними експериментами встановлено, що ефективність очищення біогазу, одержаного внаслідок анаеробного бродіння біомаси відходів тваринницьких підприємств залежить від концентрації лугу в регенеруючому розчині та швидкості пропускання газу через його об'єм (табл. 1, 2).

Так, застосування для очищення біогазу розчину лугу з концентрацією 10 % і густиною 1,109 г/л, за швидкості пропускання біогазу 88,4 мл/хв, знижувало вміст вуглекислого газу у суміші на 36,5% (табл. 1). Одночасно спостерігали підвищення кількості метану на 36,1 % в одержаній газовій суміші порівняно з аналогічними даними до очищення біогазу (табл. 2).

Збільшення швидкості пропускання біогазу через регенеруючий розчин лугу у 2 рази (до 176,2 мл/хв) не впливало на вміст та співвідношення CH_4 і CO_2 у суміші порівняно з даними, одержаними в експерименті за швидкості пропускання 88,4 мл/хв (табл. 1, 2). Абсолютні значення показників вмісту CO_2 і CH_4 у біогазі після його пропускання через поглинаючий розчин залишалися на тому ж рівні, як і у першій серії досліджень. Подальше збільшення швидкості пропускання біогазу через розчин лугу до 304,1 мл/хв, також не впливало на ці показники. За даних

умов, вміст CH_4 у суміші газів становив 95,4, а CO_2 – 4,4 %. Незначну різницю у вмісті CH_4 в суміші газів за різних швидкостей пропускання біогазу через регенеруючий розчин лугу можна пояснити відсутністю залежності між поглинанням CO_2 і швидкістю його пропускання.

1. Вміст вуглекислого газу у суміші газів до та після очистки за різних швидкостей пропускання біогазу та концентрації лугу у регенеруючому розчині, %

Концентрація лугу, %	Швидкість пропускання біогазу, мл/хв.	Вміст CO_2 у біогазі	
		до очистки	після очистки
10,0	88,4	$37,9 \pm 3,5$	$1,4 \pm 0,02^*$
	176,2	$37,9 \pm 3,5$	$1,99 \pm 0,09^*$
	304,1	$37,8 \pm 2,4$	$4,40 \pm 0,90^*$
20,0	88,4	$39,3 \pm 2,1$	$0,81 \pm 0,02^*$
	176,2	$37,05 \pm 1,81$	$1,4 \pm 0,05^*$
	304,1	$36,2 \pm 1,4$	$3,3 \pm 0,84^*$
30,0	88,4	$38,9 \pm 3,16$	$14,5 \pm 1,3^*$
	176,2	$36,7 \pm 1,12$	$16,5 \pm 2,1^*$
	304,1	$37,4 \pm 1,89$	$18,7 \pm 2,4^*$

* - вірогідна різниця ($p \leq 0,05$) порівняно з показниками до очистки біогазу

2. Вміст метану у суміші газів до та після очистки за різних швидкостей пропускання біогазу та різної концентрації лугу у регенеруючому розчині, % $M \pm m$, $n = 3$

Концентрація лугу, %	Швидкість пропускання біогазу, мл/хв.	Вміст CH_4 у біогазі	
		до очистки	після очистки
10,0	88,4	$62,4 \pm 1,25$	$98,5 \pm 3,18^*$
	176,2	$62,4 \pm 1,25$	$98,0 \pm 3,4^*$
	304,1	$63,1 \pm 2,01$	$95,4 \pm 2,7^*$
20,0	88,4	$60,5 \pm 3,4$	$99,1 \pm 2,9^*$
	176,2	$62,8 \pm 0,9$	$98,5 \pm 2,4^*$
	304,1	$63,4 \pm 3,8$	$96,4 \pm 2,3^*$
30,0	88,4	$60,8 \pm 2,4$	$85,4 \pm 3,21^*$
	176,2	$63,1 \pm 3,8$	$83,4 \pm 3,5^*$
	304,1	$62,4 \pm 2,1$	$81,2 \pm 1,4^*$

* - вірогідна різниця ($p \leq 0,05$) порівняно з показниками до очистки біогазу

Наведений висновок узгоджується із даними щодо вмісту CH_4 у газовій суміші, після її очистки 20 %-м розчином лугу за різної швидкості пропускання біогазу (див. табл. 2). Показано, що за цієї концентрації лугу та швидкості пропускання біогазу 88,4 мл/хв рівень CH_4 у пробі після очистки становив 99,1 %, а вміст CO_2 знизився до 0,81 %. Тобто рівень CH_4 у суміші газів після очистки зріс на 38,6 %, а CO_2 знизився – на 37,5 % ніж їх вміст у біогазі до очистки. Підвищення швидкості пропускання біогазу через поглинач розчину до 176,2 мл/хв не впливало, а до 304,1

мл/хв навіть знижувало, хоча і незначною мірою ефективність зв'язування CO_2 .

Підвищення концентрації луку регенеруючого розчину до 30 % у третій серії досліджень за різної швидкості пропускання біогазу виявилось найменш ефективним прийомом його очищення від CO_2 . Так, пропускання біогазу через поглинач із швидкістю 88,4 мл/хв вміст CO_2 у суміші газів зменшився тільки на 24,4 %, при 176,2 мл/хв – на 20,2 % і при 304,1 мл/хв – на 18,7 % в абсолютних значеннях порівняно з його рівнем до очищення біогазу (див. табл. 1). Порівнюючи ефективність зв'язування CO_2 розчином луку, слід зазначити, що за 20 % концентрації вона була найвищою і коливалась у середньому у межах від 96,4 до 99,1 %. Зменшення концентрації розчину луку до 10 % не знижувало ефективність процесу зв'язування CO_2 при пропусканні біогазу. За таких умов ця величина становила близько 93 % тоді як підвищення концентрації луку у розчині до 30 % знижувало ефективність очистки біогазу до 56 %.

Отже, регенеруючі розчини луку можуть бути використані у системах очистки біогазу, одержаного у ході анаеробної ферментації відходів тваринництва, що сприятиме підвищенню ефективності його використання на енергетичні потреби.

Висновки

1. Встановлено, що найбільший ефект щодо поглинання діоксиду вуглецю із біогазу відходів тваринництва регенеруючими розчинами луку досягаються за концентрації 10–20 % діючої речовини.

2. Оптимальною швидкістю пропускання біогазу через регенеруючі розчини луку у ході його очистки від CO_2 є 88,4 мл/хв.

Список літератури

1. Бойко В.И. Конвективно-гидродинамическая модель газообмена в начальной стадии биоферментации компостного субстрата / В.И. Бойко // Техника в сельском хозяйстве. – 2006. – № 3. – С. 9 – 13.

2. Волошин М.Д. Дослідження процесів виділення біогазу з осадів стічних вод і свинячого гною / М.Д. Волошин, К.О. Клевцов, Н.В. Клевцова // Вопросы химии и химической технологии – 2006. – № 5. – С.117–120.

3. Громозова Е.Н. Микрофлора сточных вод свиноводческого комплекса в процессе их очистки / Е.Н. Громозова, Н.В. Голуб, Р.В. Захарчук // Микробиологический журнал – 1982. – № 1. – Т. 44. – С. 34–37.

4. Евилевич А.З. Утилизация осадков сточных вод / А.З. Евилевич, М.А. Евилевич. – Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1983. – 185 с.

5. Яковлев С.В. Биохимические процессы в очистке сточных вод / Яковлев С.В. – М.: Стройиздат, 1980. – 200 с.

Изучена эффективность использования щелочных растворов, полученных из ОН-ионитовых фильтров на ТЭЦ в системах очистки биогаза, образуемого в реакциях анаеробной ферментации отходов животноводства при различных скоростях потока газа через поглощающую среду. Показано, что наиболее эффективно процесс поглощения CO_2 из биогаза протекает при концентрации щелочи в растворе 10–20 % и скорости потока 88 мл/м.

Биогаз, очистка, метан, углекислый газ.

The efficiency of the use of alkaline solutions, obtained from the OH-ionized water filters at power plants in the cleaning system of biogas formed in the reactions of anaerobic fermentation of animal waste at various flow rates of gas through an absorbing medium. It is shown that the most effective process of swallowing CO₂ from biogas flowing at a final concentration of alkali in a solution of 10 – 20 % and a flow rate of 88 mm for minute.

Biogas purification, methane, carbon dioxide.