

УДК: 662.767.2:504.062

Максішко Л.М., здобувач ©*Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького*

СПОСІБ ХЕМОСОРБЦІЙНОЇ ОЧИСТКИ БІОГАЗУ

Запропоновано спосіб хемосорбційної очистки біогазу, який забезпечує його очистку з одержанням висококалорійного, з високим вмістом метану горючого біогазу. При досягненні концентрації азоту 16,4-20,5% у воді очисного пристрою, через яку пропускають біогаз, рідину відбирають у герметичні ємності і застосовують для підживлення рослин. Очистка біогазу в першому хемосорбері з 10% водним розчином їдкою натрію здійснюється від вуглекислоти з утворенням соди, очистка в другому хемосорбері за допомогою концентрованої сірчаної кислоти від аміаку з утворенням сульфату амонію з вмістом азоту – 21%, сірки – 24%. При цьому багаторазове пропускання біогазу кількох циклів бродіння через воду, хемосорбенти сприяють збільшенню концентрації корисних елементів у воді, хемосорберах. Для здійснення випробованого способу необхідна герметичність з'єднань між собою елементів біогазової установки та пристрою для очистки біогазу - першого і другого хемосорберу з накопичувальною ємністю.

Ключові слова: біогаз, біометан, парникові гази, хемосорбція.

Постановка проблеми. Загроза потепління на Планеті є найглобальнішою екологічною проблемою, яка може призвести до посилення танення льодовиків, підвищення рівня води в Світовому океані та затоплення великих територій суші. Парниковий ефект, зумовлений нагріванням нижніх шарів атмосфери Землі, впливає на клімат і умови існування живих організмів. Це відбувається внаслідок поглинання інфрачервоного випромінювання, відбитого поверхнею Землі, парниковими газами атмосфери (вуглекислим газом, метаном, закисом азоту та ін.). Протягом останніх ста років, внаслідок технічного прогресу, добування нафти, вугілля, газу, масового вирубування лісів, розорювання цілинних земель, кількість вуглекислого газу зросла від 350 мкл/л до 700 мкл/л. Таке збільшення концентрації цього газу в атмосфері дає змогу прогнозувати стає глобальне потепління на Планеті до 2030 року зі зростанням температури на 1,5-4,5° і підвищенням рівня Світового океану на 17-26 см. Другим за впливом на ефект потепління газом є метан. Його концентрація в атмосфері Землі за останні 200 років зросла більше ніж у два рази [1].

Україна, як і багато інших держав світу, гостро відчуває вплив змін клімату. Країні загрожують різні зміни температурних умов, перетворення степів південного регіону на пустелі, затоплення прибережних районів Чорного

© Науковий керівник - д. б. н., професор Малик О. Г.
Максішко Л.М., 2013

та Азовського морів, гостра нестача питної води у південних та східних областях. Це загрожує економічному розвитку країни вже у наступні десятиліття [2]. Україна за викидами парникових газів входить у двадцятку найбільших забруднювачів планети [2]. Головним зобов'язанням України за Рамковою Конвенцією ООН та Кіотським протоколом є впровадження політики скорочення викидів газів у всіх галузях економіки та формування відповідного законодавства. Тим більше, що розвинуті країни планують до 2050 р. викиди вуглецю зменшити на 80%, що дасть змогу зменшити загальні викиди CO₂ у двічі [2, 3].

За словами доктора Брайана Вінхолда, на сільське господарство припадає приблизно чверть усіх викидів двоокису вуглецю [4]. А саме, при традиційних технологіях зберігання і використання гною, має місце виділення парникових газів: метану, діоксиду вуглецю, оксидів азоту і сірки [5]. Метан, після двоокису вуглецю, який на 50% викликає парниковий ефект, є найбільш поширеним забруднювачем повітря і на 20% викликає це явище. При окисненні метану проходить процес розкладання озону і він цим самим робить свій внесок у збільшення озонної діри в стратосфері. Що стосується викидів окисів азоту, тут сільське господарство є лідером завдяки широкому використанню азотних добрив, половину з яких використовують неефективно [4]. Закис азоту (N₂O) є третім за вагомістю парниковим газом. Екскременти тварин, що залишилися на пасовищах, - одне з основних його джерел.

Свинарство в загальній структурі тваринництва України по об'єму викидів парникових газів, а особливо метану CH₄ і оксиду азоту N₂O, займає друге місце. Екологічна небезпека гною визначається значною концентрацією в ньому токсичних сполук, а зокрема аміаку, сірководню, меркаптану, фенолу, крезолу і інших [6].

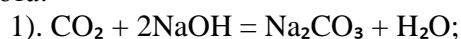
Згідно з даними Європейського Союзу більше 80% аміаку, що забруднює атмосферу і 10% метану, який руйнує озонний шар, надходять із гною при несвоєчасному їх закладанні у ґрунт, при зберіганні у відкритих накопичувачах [7]. Екологи Європи вважають, що основною причиною азотовмісних кислотних дощів є незадовільна робота з гноєм. В ЄС прийняті закони про необхідність зберігання рідкого гною в закритих накопичувачах анаеробного типу і про обов'язкову витримку твердого гною на майданчиках для компостування.

Внаслідок цього для прискорення біохімічних процесів у гної з послідовним виділенням, вловлюванням і утилізацією шкідливих газів потрібно розвивати і удосконалювати біотехнологічні прийоми. Розвиток технологій та технічних засобів виробництва біогазу, спрямований на комплексне вирішення проблем альтернативного енергозабезпечення тваринницьких ферм, виробництва високоякісних органічних добрив для кормовиробництва та утилізації органічних відходів при зниженні рівня емісій шкідливих речовин в оточуюче середовище, є першочерговим завданням сучасної науки [8].

Метою наших досліджень було створення такого способу очистки біогазу при його виробництві, який сприяв би зменшенню енерговитрат на його очистку, а також додатково забезпечував одержання аміачної води з концентрацією в ній амонію 20-25% (із вмістом азоту не менше 16,5 – 20,5%), соди і мінерального добрива – сульфату амонію, при хемосорбції домішок – вуглекислого газу, аміаку і сірководню з біогазу частково водою і хемосорбентами – їдким натрієм та сірчаною кислотою.

Матеріали і методи досліджень. Хімічне дослідження складу біогазу здійснювали на хроматографі Кристал 2000. В процесі дослідження визначали якісний склад біогазу: вміст метану, вуглекислого газу.

Процес бродіння проходив у розробленій нами лабораторній біогазовій установці, сконструйованій і виготовленій для виробництва і очистки біогазу (Патент України № 69130 від 25.04.2012). Для досліду було взято два види біоматеріалів (свинячий гній і курячий послід). Бродіння гною відбувалося в мезофільному температурному режимі при температурі 35°C. Спочатку одночасно і паралельно було закладено один і той самий свинячий гній у два резервуари, а потім курячий, причому біогаз з одного резервуару проходив через воду очисного пристрою (герметична ємність, наповнена водою, через яку пропускають біогаз), а біогаз з другого резервуару через воду очисного пристрою, перший хемосорбер, де хемосорбентом є 10% водний розчин їдкого натрію, а тоді другий хемосорбер, де хемосорбентом є концентрована сірчана кислота:



Після очистки біогаз надходить в накопичувальну ємність для його збору. У воді очисного пристрою біогаз частково звільняється від вуглекислого газу, аміаку і повністю від сірководню, потім надходить у перший хемосорбер, наповнений лугом, який зв'язує вуглекислий газ. Заміну першого хемосорбенту здійснюють при випадінні осаду соди і просвітлінні рідини. Потім по з'єднувальній трубці очищений від вуглекислоти і сірководню біогаз проходив у другий хемосорбер, наповнений сірчаною кислотою, яка зв'язує аміак з утворенням мінерального добрива – сульфату амонію, яке містить 21 % азоту і 24 % сірки. При утворенні цього добрива, яке має нейтральне значення рН, здійснюють заміну другого хемосорбера. Для одержання аміачної води потрібно через контрольну переварену воду очисного пристрою пропускати біогаз стільки разів, щоб концентрація амонію становила 20-25% з вмістом азоту 16,4-20,5 % (Патент України № 77213 від 8.02.2013).

В цьому випадку очисний пристрій (герметичний резервуар з однією і тою самою перевареною водою) використовували у кількох циклах бродіння, що починались із закладання свіжого гною.

Результати досліджень. У таблиці 1 наведено порівняння хімічного складу біогазу свинячого гною до і після очистки його хемосорбентами.

Таблиця 1

Порівняльні показники хімічного складу біогазу свиней до і після очистки

Хімічний склад біогазу	до очистки	після очистки
CH ₄	67 ± 0,2142 ***	97 ± 0,2845
CO ₂	33 ± 0,084 ***	3 ± 0,012

У таблиці 2 наведено порівняння хімічного складу біогазу курячого посліду до і після очистки хемосорбентами.

Таблиця 2

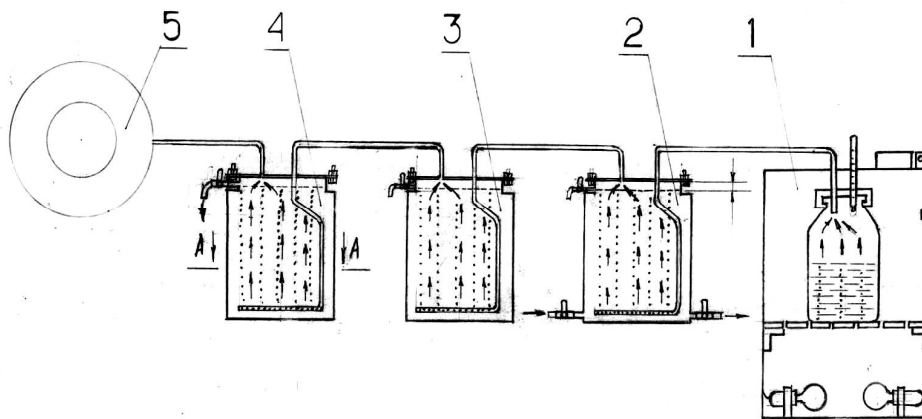
Порівняльні показники хімічного складу біогазу з посліду курей до і після очистки

Хімічний склад біогазу	до очистки	після очистки
CH ₄	60 ± 0,1211 ***	95 ± 0,5662
CO ₂	40 ± 0,0871 ***	5 ± 0,0025

Примітка: *** - $p < 0,001$

З даних таблиці 1 і 2 видно, що після хемосорбційної очистки біогазу залишається майже чистий метан – біометан з незначними домішками вуглекислого газу.

Схема очистки біогазу з використанням хемосорбентів подано на рисунку 1.

**Рис. 1. Схема хемосорбційної очистки біогазу:**

- 1 – лабораторна установка для отримання біогазу;
- 2 – пристрій для одержання і очищення біогазу з утворенням рідкого мінерального добрива, заповнений перевареною охолодженою водою;
- 3 – перший хемосорбер, що містить хемосорбент – 10% водний розчин їдкого натрію;
- 4 – другий хемосорбер, що містить концентровану сірчану кислоту;
- 5 – накопичувальна ємність для збору біогазу.



Фото 1. Горіння біогазу.

Висновки: Поданий спосіб хемосорбційної очистки біогазу забезпечує не тільки одержання біогазу, очищеного від сірководню, аміаку та вуглекислоти, але й додаткове отримання корисних продуктів: мінерального добрива – води з

концентрацією в ній амонію 20 - 25% (із вмістом азоту не менше 16,5 - 20,5%), сульфату амонію і соди.

Література

1. Сологуб Л.І., Антоняк Г.Л., Богданов Г.О. Метан і парниковий ефект атмосфери (екологічні, біохімічні та мікробіологічні аспекти). – Львів: ПАІС, 2008. – 276 с.
2. Калетник Г. М. Вплив біоенергетики на екологічний стан навколишнього середовища України // Вісник аграрної науки. Жовтень, 2009. С.–53–57.
3. Кіотський протокол, прийнятий у м. Кіото (Японія) у грудні 1997 р. як доповнення до Рамкової Конвенції ООН.
4. Михайлов Ю. Нові технології проти глобального потепління // Пропозиція № 2, 2011. С. – 24 – 26.
5. Семененко И. В. Оборудование и процессы метанового сбраживания органических отходов: пособ. [для студентов, аспирантов, специалистов в области экологии и нетрадиционной энергетики] / И. В. Семененко, М. Г. Зинченко. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2012.-272с.
6. Доповідь «Про збереження навколишнього природного середовища Російської Федерації в 2000-2010 роки» // Зелений світ. -2000. - № 25. –С. 9.
7. Відходи виробництва і споживання та їх вплив на ґрунти і природні води: [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / [Савицький В. М., Хільчевський В. К., Чунар'ов О. В., Яцюк М. В.] – К.: ВПЦ «Київський університет», 2007. – 152с.
8. [http // www. NOVOSTIMIRA.COM](http://www.NOVOSTIMIRA.COM) неділя, 19 Августа 2012 року

Summary

Maksishko L. M., receiver

METHOD OF HEMOSORPTIONS WASTEWATER BIOLOGICAL GAS.

The proposed method of hemosorption wastewater biogas, which provides its cleaning with the receipt of caloric alimentation, with high content of combustible methane biogas. When the concentration of nitrogen 16.4-20,5% in water treatment device, through which pass the biogas, water only in sealed containers and is used for fertilizing plants. Cleaning of biogas in the first hemosorber, where hemosorbents is a 10% aqueous solution of caustic sodium is made by carbonic acid with the formation of soda, the second hemosorber, where hemosorbent is the concentrated sulfuric acid made from ammonia to form ammonium nitrogen content – 21%, sulfur-24%. The repeated transmission of biogas fermentation several cycles through the water, hemosorbents contribute to the increase of the concentration of mineral elements in water, hemosorbents. For the implementation of the Declaration of a method in needed tightness of connections between the elements of biogas installation and device for purification of biogas-first and second hemosorber with accumulation capacity.

Рецензент – д.вет.н., професор Завірюха В.І.