

УДК 628.336.098

Тітов Т. С., Іщенко В. А., Петрук В. Г. (Україна, Вінниця)

МЕТАНОВЕ БРОДІННЯ – ЯК ЕФЕКТИВНИЙ СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ БІОГАЗУ ІЗ ЗАБРУДНЕНИХ СТІЧНИХ ВОД

Метанове бродіння є одним із ефективних засобів попереднього очищення висококонцентрованих стічних вод. Перевагами цього методу є можливість зниження концентрації органічних речовин в нерозведній стічній воді, низька енергозастратність (енергоспоживання процесів анаеробного очищення становить ~ 10% від енергоспоживання аеробного очищення), високі навантаження (ХСК = 30 кг/м³·доб при 30 °С, тоді як в аеробних процесах ХСК – 3 кг/м³·доб), одержання метану як енергоносія (на 1 кг ХСК утворюється 0,26-0,34 м³ метану), утворення невеликої кількості надлишкового мулу, невеликі площі для споруд, можливість застосування модулів доочищення. Використання анаеробного передочищення концентрованих стоків вирішує не тільки проблему забруднення навколишнього середовища, а й дозволяє утилізувати продукти забруднень у біогаз як джерело енергії, отримати білково-вітамінний концентрат, збагачений вітамінами групи В для використання в сільському господарстві.

Метантеки, що використовуються для біологічної обробки стічних вод, являють собою споруди у вигляді резервуарів з конічними днищами з фіксованим фільтруючим шаром, в яких мікроорганізми розвиваються на поверхні інертних матеріалів, отримуючи із стічної води необхідні поживні речовини або це можуть бути системи з рухомих рідким шаром (активний мул).

Попереднє очищення висококонцентрованих жировмісних стічних вод включає два ступеня зародження. На першому ступені відбувається біотрансформація складних органічних забруднень, присутніх в стоках, на більш прості сполуки з незначним утворенням біогазу. На другому ступені метанового бродіння відбувається більш глибоке анаеробне очищення стічних вод з утворенням біогазу із більшим вмістом метану.

Смність та кількість метантенків I та II стадій визначається згідно державних будівельних норм ДБН.2.04.03-85 Розділ 6.356 – не менше двох, при цьому вони мають бути робочими. Об'єм метантеку розраховується за формулою:

$$W = (a - b) \frac{Q}{A},$$

де W – об'єм метантеку, м³;

a – БСК_п стічних вод, що поступають, кг/м³ стічних вод;

b – БСК_п стічних вод на виході з метантеку, кг/м³ стічних вод;

A – допустиме навантаження на 1 м³ метантеку по БСК_п, кг;

Q – витрати води, м³/доб.

Тоді об'єм метантеку I ступеня:

$$W_1 = (10,112 - 4,844) \frac{960}{2,6} = 1945,1 \text{ м}^3,$$

а об'єм метантеку II ступеня:

$$W_2 = (4,844 - 1,599) \frac{960}{0,86} = 3622,33 \text{ м}^3.$$

Кількість тепла, що необхідна для нагрівання стічної води:

$$Q_n = V_z \rho_s c_s (t_2 - t_1),$$

Де V_z – об'єм стоків, що підігріваються;

ρ_s – густина субстрату;

c_s – теплоємність субстрату;

t_1, t_2 – початкова та кінцева температури субстрату.

$$Q_n = 40 \times 1200 \times 1 \times (55 - 45) = 480000 \text{ ккал/год.}$$

Витрати тепла на нагрівання стоків з урахуванням втрат у навколишнє середовище в розмірі ~ 2%:

$$Q_p = 1,02 \times 480000 = 489600 \text{ ккал/год.}$$

Більша кількість енергії на експлуатацію метантенків витрачається на підігрівання стічних вод до необхідної температури ведення процесу (до 90%); на компенсацію тепловитрат в середньому йде 7,5% тепла, а на роботу електрообладнання – 2,5%.

Тоді загальна кількість витрат енергії на самозабезпечення метантенків складає:

$$Q_m = \frac{90Q_p}{100},$$

$$Q_m = \frac{90 \times 489600}{100} = 440640 \text{ ккал/год.}$$

Проведені дослідження показали, що при вищенаведених параметрах бродіння біогазу, що утворюється з одиниці об'єму завантажених стоків становить 5 об'ємів. Тобто за годину в метантеку синтезується:

$$V_g = Q_1 V_1,$$

де Q_1 – витрати води, м³/год;

V_1 – об'єм біогазу з одиниці об'єму стоків.

$$V_g = 40 \times 5 = 200 \text{ м}^3.$$

Вміст метану в біогазу, що накопичується в результаті анаеробного зброджування жировмісних стічних вод, становить 88,3%. Теплотворна здатність метану становить $q_g = 9000$ ккал.

Тоді кількість тепла, що отримується за годину складає:

$$Q_g = V_g q_g,$$

$$Q_g = 200 \times 9000 = 1800000 \text{ ккал/год.}$$

Частина потенційної енергії, що витрачається на самозабезпечення метантенків становить:

$$Q_{m\%} = \frac{100Q_m}{Q_g},$$

$$Q_{m\%} = \frac{100 \times 440640}{1800000} = 24,5\%.$$

Таким чином, лише ¼ кількості біогазу, який утворюється в результаті анаеробного очищення жировмісних стічних вод, витрачається на енергію для самозабезпечення метантеку.

З економічного погляду метанове бродіння висококонцентрованих стічних вод дає можливість значно знизити екологічні платежі за скиди забруднень у природні водойми або системи каналізації при мінімальному рівні експлуатаційних витрат, а також забезпечує значну частину потреб у теплі. Так, 1м³ біогазу від концентрованих стічних вод молокопереробного заводу дає 1,6-2,3 кВт електроенергії та 3,5 кВт теплової енергії, енергетична цінність 1м³ біогазу, який містить 60% метану, складає 22-24 МДж і є еквівалентним 0,65-0,7 л умовного палива, а об'ємна теплота згоряння біогазу, одержаного при розкладанні стоків оброблення картоплі, становить 80% порівняно з природним газом. Крім того, вартість анаеробного очищення становить суму в 13 разів меншу, ніж аеробного.

На прикладі застосування анаеробного зародження з метою очищення стоків комунального господарства, цей засіб набув поширення в практиці очищення висококонцентрованих стоків промислових підприємств різних галузей. Метанове бродіння за кордоном використовують для очищення висококонцентрованих стічних вод підприємств по виробництву пальмової олії.

Крім того, анаеробне передочищення жировмісних стічних вод коштує в 8,3 рази менше, ніж обробка електричним струмом, як одного з найбільш ефективних засобів очищення стічних вод даної категорії. Річний економічний ефект від впровадження технології передочищення жировмісних вод в метантеку становить приблизно 7,5 млн грн. Загальний економічний ефект від впровадження технології очищення стоків в метантеку та з їх подальшим доочищенням в симбіотенку (тобто із використанням анаеробно-аеробної очистки) становить близько 12 млн. грн. Застосування аеробного доочищення жировмісних стічних вод було пов'язано з тим, що існує велика різниця по відношенню до змін в системах аеробного та анаеробного розкладання жирів, яка заключається в більшому окисненні жирів в аеробному режимі обробки стоків (прибл. втричі), ніж в анаеробному, так як в першому протікає особливий синтез лінолевої кислоти.

Висновки

Отже, використання енергії біогазу, який утворюється в метантенках при анаеробному очищенні стічних вод, є цілком реальним, про що свідчить значний економічний ефект при застосуванні даної технології. Крім того, також перспективним є отримання енергії біогазу при використанні симбіотенків для доочищення стічних вод.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дослідно-промисловий регламент комплексного технологічного очищення стічних вод Вінницького олійножирового комбінату. – Київ, 2001 р.
2. Мачигін В.С., Щербаков Л.М. Очистка стічних вод підприємств олійножирової промисловості. – Харків: Вища школа, 1999 р.