

очистки сточных вод активным илом при помощи программы "ЭкоСим" // ВСТ. – 2000. – №12, ч.2. – С.18-19.

10.СНиП 2.04.03-85. Канализация. Нормы проектирования. – М.: Стройиздат. 1985. – 74 с.

11.Levine A.D., Tchobanoglous G. and Asano T. (1985) Characterization of the size distribution of contaminants in wastewater: treatment and reuse implications. J. Wat. Pollut. Control Fed. 57, 805-816.

12.Мешенгиссер Ю.М., Щетинин А.И. Влияние эффективных систем аэрации на качество очистки сточных вод // ВСТ. – 2000. – №12, ч. 2.

13.Щетинин, А.И. (2003). Сопоставительная оценка известных конфигураций аэротенков для удаления азота и фосфора // Сб. докладов «ЭТЭВК-2003», Ялта.

14.Мешенгиссер Ю.М., Щетинин А.И., Галич Р.А., Михайлов В.К. Удаление азота и фосфора при ступенчатой денитрификации и пневматическом перемешивании // ВСТ./ – 2005. – №8.

Получено 26.10.2006

УДК 628.33.61

І.О.АБРАМОВИЧ, Ю.Г.МАРЧЕНКО, кандидати техн. наук,
С.І.АБРАМОВИЧ, А.І.ПІТОВ, І.Л.БОНДАР
УкркомунНДПрогрес, м.Харків

СУЧАСНІ МЕТОДИ ОТРИМАННЯ І УТИЛІЗАЦІЇ БІОГАЗУ З ВИРОБЛЕННЯМ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

Розглядаються питання отримання і утилізації біогазу очисних споруд каналізації у когенераційних установках.

В Україні у зв'язку з різким загостренням енергетичної кризи за умов зростаючого дефіциту викопного органічного палива слід ширше використовувати нетрадиційні поновлювальні джерела енергії у комунальному господарстві, зокрема біогаз, що утворюється на очисних спорудах каналізації при анаеробній обробці осадів стічних вод [1].

У процесі очищення стічних вод тільки технологія анаеробної обробки осадів з отриманням біогазу має позитивний баланс, тобто шляхом утилізації біогазу можливе вироблення більшого обсягу енергії, ніж витрачено на анаеробну обробку осадів [2].

Метанове зброджування або біометаногенез – давно відомий процес перетворення біомаси в джерело енергії. Анаеробний біохімічний метод застосовують також для обробки осадів первинних відстійників і надлишкового активного мулу очисних споруд каналізації. Зброджування називають метановим, тому що воно здійснюється метаноутворюючими бактеріями, а одним з основних кінцевих продуктів розпаду органічних речовин є метан [2, 3].

Основними спорудами при анаеробній обробці осадів стічних вод є метантенки. Метантенк – це ємнісна споруда, яка називається реак-

тором, або резервуаром метантенка, де процеси зброджування інтенсифікуються підігрівом і перемішуванням завантаженого субстрату із зрілим збродженим субстратом. Найбільш характерні форми реакторів – яйцеподібна або циліндрична з конічними верхньою та нижньою частинами.

Технологічна схема анаеробного зброджування осадів стічних вод з енергетичною утилізацією біогазу включає такі споруди [2-6]:

- реактори метантенків з допоміжними спорудами. В реакторах зброджується суміш процідженого осаду первинних відстійників та згущеного надлишкового мулу вологістю не більше 95%;

- теплообмінне устаткування для нагрівання осаду, що завантажується в метантенки, теплоносієм циркуляційної оборотної води є системи рекуперації скидного тепла від когенераційний енергоустановки на біогазі;

- установка проціджування осаду первинних відстійників для видалення грубодисперсних домішок;

- установка згущення надлишкового мулу для підвищення вмісту сухої речовини з 0,4-0,6 до 5%;

- резервуари осаду первинних відстійників, суміші процідженого осаду первинних відстійників і згущеного надлишкового мулу;

- насосні станції, де розташовані насосні агрегати перекачки осаду первинних відстійників, суміші осадів, що завантажуються в метантенки;

- газозбірний пункт, де збирається біогаз від реакторів метантенків і де з нього видаляється сконденсована вода;

- газгольдер з пунктом управління для акумулювання біогазу метантенків;

- газова свіча з пунктом управління (факельна установка), де спалюється зайвий біогаз у аварійній ситуації;

- компресорна для стиснення біогазу до тиску, який має забезпечувати ефективну роботу когенераційної установки;

- енергетична когенераційна установка (двигун-генератори на біогазі з теплоутилізаційним устаткуванням), де утилізується біогаз, виробляється електроенергія та рекуперується скидне тепло від енергоустановки;

- резервуар та насосна станція циркуляційного оборотного водопостачання системи рекуперації скидного тепла та теплообмінного устаткування для нагрівання осаду, що завантажуються в метантенки.

Для стабілізації процесів анаеробного зброджування осадів стічних вод та інтенсифікації роботи метантенків необхідно забезпечити:

➤ попередню підготовку осаду, що включає видалення грубодис-

- персних включень (проціджування осаду) та удосконалення роботи пісколовок для зменшення мінеральної складової осаду первинних відстійників;
- безперервне завантажування-розвантажування попередньо підігрітих осадів, що дасть можливість стабілізувати швидкість анаеробного розкладання органічної складової осаду, що зброджується і забезпечить рівномірне видалення біогазу протягом доби;
 - перемішування осаду в резервуарах метантенків з оптимальною інтенсивністю, що забезпечить ефективне використання всього об'єму резервуару, виключить утворення мертвих зон, розшарування осаду, відкладання мінералізованого осаду та утворення кірки, а також сприятиме вирівнюванню температурного поля, покращенню газоутворення;
 - підтримання оптимальної температури режиму зброджування – слід прийняти мезофільний режим (32-35 °С) як більш економічний і такий, що дозволяє використовувати скидне тепло від двигунів-генераторів на біогазі;
 - нагрівання осаду, що завантажується, проводиться у теплообмінниках „вода-осад” з використанням скидного тепла двигунів-генераторів. Використання пари від котельні в інжекторах для нагріву осаду збільшує експлуатаційні витрати, збільшує вологість зброджуваного осаду, веде до повної втрати конденсату, а висока температура пару (вище 100 °С) негативно впливає на анаеробні мікроорганізми.

Суттєвим пунктом оптимізації анаеробного зброджування осадів є мінімізація кількості осаду для зменшення об'єму реакторів. Це досягається за рахунок зменшення вологості осаду, що завантажується в реактори. Осад первинних відстійників і надлишковий мул слід роздільно відбирати і ущільнювати до вологості не більше 95%. Вологість осаду первинних відстійників може бути зменшена до 95% у відповідним чином розрахованих бункерах для осадів в первинних відстійниках. Надлишковий мул має високу вологість 99,2-99,6%. У разі гравітаційного ущільнення надлишкового мулу можуть бути досягнуті величини вологості 96,5-97,3%, тому слід застосовувати механічне згущення.

Метантенки експлуатуються як повністю прямоточні реактори з перемішуванням, тому завантаження має проводитись за можливістю безперервно та рівномірно протягом доби. Взагалі сирий осад для досягнення рівномірного розподілу субстрату має завантажуватися в метантенки вже попередньо підігрітим і змішаним із збродженим осадом. Співвідношення суміші сирого осаду та збродженого осаду повинно

складати приблизно 1:10.

Безперервне завантаження є суттєвою складовою оптимального режиму зброджування як з точки зору самого процесу, так і з точки зору використання обладнання (об'єм газгольдерів, обладнання нагріву осаду тощо).

Спосіб перемішування має бути розрахованим таким чином, щоб загальний об'єм зброджуваного осаду перемішувався не менш ніж 5 разів на добу.

Під оптимальним анаеробним зброджуванням осадів стічних вод розуміють відповідність таким вимогам:

- завантаження сучасних метантенків сирым осадом з відносно високим вмістом твердої речовини (~ 6-8%) з метою економії об'єму реакторів;
- інтенсивне перемішування внаслідок підвищеного вмісту твердої речовини для можливості роботи у режимі, подібному до реакторного;
- не проводиться відвід мулової води, оскільки через підвищений вміст твердої речовини вже не відбувається розшарування осаду;
- робота метантенків в режимі реакторів, тобто з безперервним завантаженням протягом 24 годин.

Для усунення нерівномірності виходу біогазу з метантенків, його акумулявання, вирівнювання тиску і складу газу застосовують газгольдери, місткість яких встановлюють відповідно до графіка виходу і споживання біогазу. Газгольдери в значній мірі впливають на вартість всієї біогазової установки. Можна розробити надійну схему біогазопостачання газгольдерів за таких умов:

- ◆ забезпечити стійкий процес анаеробного зброджування з рівномірним безперервним завантаженням і вивантаженням осадів;
- ◆ раціонально підібрати установки і технології використання біогазу для більш рівномірного його споживання (при заздалегідь розрахованих кривих очікуваного споживання);
- ◆ передбачити можливість автоматичного переключення установок утилізації біогазу з біогазу на природний газ і зворотно.

Когенераційні установки (міні-ТЕЦ) – це установки, де комбіновано виробляється електрична і теплова енергія. Когенераційна установка складається з двигуна і генератора, змонтованих на загальній рамі, теплообмінників для утилізації тепла системи охолодження і відпрацьованих газів, а також засобів автоматики та контролю. Технологічне устаткування для утилізації тепла складається з котлів-утилізаторів відпрацьованих газів, радіаторів, теплообмінників і катализаторів.

Когенераційні установки мають електричний ККД майже 40%, а загальний коефіцієнт використання палива досягає 90%.

Таким чином, проведені дослідження дозволили виділити такі напрями удосконалення процесів отримання і утилізації біогазу:

- більш повне попереднє видалення грубодисперсних включень;
- стабілізація і підвищення ефективності процесів анаеробного зброджування осадів;
- забезпечення використання раціональних установок і технологій отримання і використання біогазу.

За виділеними напрямами інститутом „УкркомунНДПрогрес” реалізуються такі науково-дослідні роботи:

- «Розробка і введення в дослідно-промислову експлуатацію на комунальних очисних спорудах технології отримання електричної і теплової енергії на основі біогазу» (тема №П. 04.04.87);
- «Розробка комплексної програми отримання і утилізації біогазу комунальних очисних споруд і створення технологічних і нормативних документів» (тема №442-93);
- «Визначення пріоритетних енергозберігаючих технологій та обладнання анаеробного зброджування осадів стічних вод та утилізації біогазу» (тема №ВК 5-41-04);
- виконується НДР «Розроблення пілотного проекту отримання та утилізації біогазу станції очистки стічних вод» (тема №6.05.11).

1. Про комбіноване виробництво теплової та електричної енергії (когенерацію) та використання скидного енергопотенціалу: Закон України №2509-15 від 05.04.2005 р. – 8 с.

2. Крупский К.Н., Андреев Е.Н., Ютина А.С. Использование биогаза в качестве источника энергии: Обзорная информация. – М. ЦБНТИ Минжилкомхоза РСФСР, 1988. – 43 с.

3. Гюнтер Л.И., Гольдфарб Л.Л. Метантенки. – М.: Стройиздат, 1991. – 128 с.

4. Титов А.И., Ютина А.С., Андреев Е.Н. К вопросу утилизации биогаза метантенков канализационных очистных сооружений городов Украины // Сборник докладов международного конгресса «ЕТЕВК - 97». – Ялта, 1997. – С.189-191.

5. Козловская С.Б. Комплекс сооружений по получению и утилизации биогаза на очистных сооружениях канализации // Сборник докладов международного конгресса «ЕТЕВК - 99». – Ялта, 1999. – С.106-107.

6. Абрамович И.А., Бондарь И.Л., Ютина А.С., Титов А.И. Производство и утилизация биогаза в Украине – современное состояние и перспективы // Сборник докладов международного конгресса «ЕТЕВК – 2001». – Ялта, 2001. – С.162-164.

Отримано 06.11.2006