

О.І. Запорожець, д-р техн. наук
В.І. Савченко, канд. техн. наук
Г.П. Карабцов, канд. техн. наук
С.В. Карпенко

ТЕХНОЛОГІЇ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ СМОЛИСТИХ РЕЧОВИН У БІОГАЗІ

НАУ, кафедра безпеки життєдіяльності, e-mail: zap@nau.edu.ua

Наведено результати досліджень нових технологій та обладнання для очищення біогазу. Розглянуто технології перспективні для традиційних і нетрадиційних видів енергетики.



Рис. 1. Загальний вигляд устаткування для вироблення біогазу



Рис. 2. Біомаси для вироблення біогазу

Вступ

Отримання біогазу (газу, що утворюється з біомаси) і його використання як альтернативного палива є однією з пріоритетних задач сучасної енергетики [1; 2]. У світі достатньо велика кількість наукових установ, що працюють над проблемами отримання біогазу і його використання в промислових масштабах. Інститут енергетичної техніки Дрезденського технічного університету проводить інтенсивні дослідження з розробки устаткування для отримання біогазу з деревини. Наприклад, в Дрезденському технічному університеті розроблено метод отримання біогазу шляхом згоряння деревини в спеціальному реакторі [2].

Однією з проблем використання біогазу, отриманого з деревини, є наявність в його складі смолистих компонентів, що призводить до забивання робочих каналів агрегатів, наприклад, при використанні біогазу як пального для двигунів. Так, концентрація смолистих компонентів у біогазі, отриманого за допомогою установки IGEL в лабораторії Інституту енергетичної техніки Дрезденського технічного університету, досягає 7 г/м^3 .

За нормативними вимогами використання його як пального для газотурбінних установок концентрація забрудненості біогазу смолистими сполуками не повинна перевищувати $0,07 \text{ г/м}^3$.

Об'єкт дослідження

Роботи проводилися на установці IGEL в лабораторії Інституту енергетичного устаткування Дрезденського технічного університету (рис. 1).

Хімічна потужність установки IGEL дорівнює 75 кВт, висота – 5,5 м, переріз робочої частини – $1,5 \times 1,5$ м. Пальним чи джерелом утворення біогазу служить, як правило, деревина (рис. 2).

Усі процеси згоряння деревини знаходяться під автоматизованим контролем.

Фахівцями Національного авіаційного університету було запропоновано випробувати два варіанти систем уловлювання смолистих сполук з біогазу.

Дослідження електрогазодинамічних технологій видалення забруднення

Для перевірки можливості уловлювання смолистих сполук за допомогою іонного електрогазодинамічного (ІЕГД) джерела впливали на біогаз коронним розрядом.

У результаті такої дії відбувалася зарядка газових іонів і частинок у біогазі. Потім біогаз поступав у спеціальну ємність, де на заздалегідь заряджений біогаз впливали аерозольним електрогазодинамічним (АЕГД) потоком.

Аерозольний електрогазодинамічний потік утворюється за допомогою АЕГД форсунки, в якій відбувається дроблення рідини (у даному випадку води) на аерозольні частинки малого розміру (15 – 25 мкм) і зарядження аерозольних частинок позитивним або негативним зарядом.

У результаті дії на заздалегідь заряджені частинки біогазу зарядженими протилежним знаком аерозольними частинками рідини можливо інтенсифікувати процес осадження смолистих сполук із біогазу на аерозольні частинки рідини, уловлювання яких на відміну від смолистих сполук не становить особливої складності.

З метою експериментальної перевірки запропонованого варіанта очищення біогазу було розроблено, спроектовано і виготовлено експериментальне устаткування, яке містить металеву ємність з внутрішніми перегородками, а також з входом і виходом для біогазу – ІЕГД і АЕГД джерела заряджених частинок розташовані так, щоб взаємодія заряджених ІЕГД і АЕГД потоків відбувалася в перпендикулярній площині.

Як робочий газ в АЕГД форсунці використовувався азот. Для подачі високої напруги до АЕГД і ІЕГД джерел заряджених частинок було розроблено і виготовлено регульоване біполярне джерело високої напруги з діапазоном зміни напруги від 0 до 5000 В.

Монтаж і налагодження дослідного устаткування в лабораторії Інституту енергетичної техніки Дрезденського технічного університету були виконані фахівцями Національного авіаційного університету (рис. 3).

Експериментальні дослідження проводилися при таких робочих параметрах устаткування:

- витрата біогазу через очисну систему 18,20 м³/год;
- тиск азоту на вході в АЕГД форсунку 0,026 МПа;
- витрата азоту 16 м³/год;
- витрата води 3,6 л/год;
- розбавлення азотом біля 1:10.

Змінні робочі параметри (струм заряджених аерозольних частинок струму іонної зарядки біогазу) і результати вимірювань наведено в таблиці.

Результати видалення смолистих компонентів з біогазу показано на рис. 3, 2.

Ефект досягнутий у результаті осадження смолистих речовин на поверхні ємності устаткування, в т. ч. за рахунок попередньо заряджених частинок біогазу з використанням генераторів заряду (рис. 3).

Дослідження очищення біогазу електричним очищувачем

Очищення неоднорідним електричним полем – це одна технологія очищення біогазу, що була запропонована при дослідженнях. До переваг запропонованої технології і конструкції слід віднести:

- високу чистоту очищення (не гірше за 4–5 клас за ГОСТ 17216-71);
- велику грязеємність (30–40% внутрішнього об'єму очищувача);
- можливість регенерації електричного очищувача без його демонтажу і розбирання агрегату;
- низьку собівартість процесу очищення;
- відсутність змінних, дорогих грязенакопичувальних картриджів і вставок;
- великий міжремонтний і амортизаційний ресурс;
- низьку енергоємність процесу очищення.

Робочі параметри і результати вимірювань під час тестування технології очищення аерозольним електрогазодинамічним потоком

Номер експерименту	Струм заряджених аерозольних частинок, мкА	Струм іонного зарядження біогазу, мкА	Номер фільтру	Об'єм газової проби, л	Різниця ваги, г	Вміст смоли, г/л
1	10	6	5n	99	0,05	0,51
2	6–8	2–3	16n	90	0,05	0,56
3	6–8	0	17n	96	0,04	0,42
4*	0	0	22n	102	0,05	0,49

* Подавався тільки біогаз. Тиск азоту на вході в АЕГД форсунку; витрата азоту, витрата води дорівнювали нулю



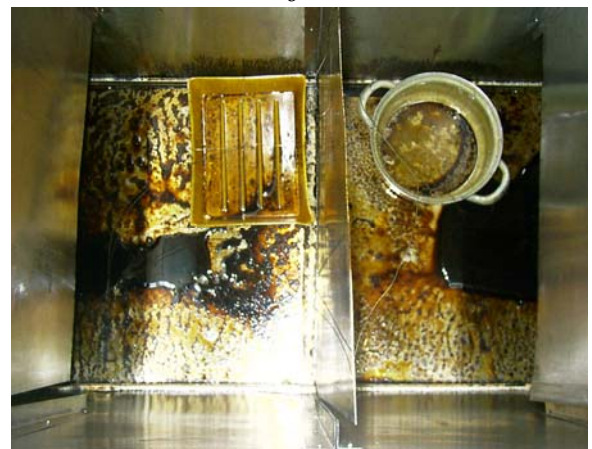
а



б



в



г

Рис. 3. Монтаж і налагодження устаткування для очищення біогазу:

а – загальний вигляд; б – розміщення АЕГД джерела заряджених частинок; в – кварцові трубки з ІЕГД джерелами; г – осадження смолистих речовин на поверхні ємності устаткування для очищення біогазу



Рис. 4. Випробування електричного очищувача для видалення смолистих речовин із біогазу

Розроблений електричний очищувач зображений на рис. 4.

Конструкція пристрою виконана таким чином, що на частинки забруднення в газі діють сили неоднорідного електричного поля високої напруги в певному напрямі і концентрують їх в спеціальних пастках – накопичувачах, які після накопичення в них забруднення, самоочищаються в режимі регенерації.

У режимі регенерації немає необхідності демонтувати і розбирати самі пристрої.

Енергетичні витрати є дуже незначними, оскільки робота електричного поля витрачається тільки на переміщення мікроскопічних частинок.

При цьому коефіцієнт відсіву частинок забруднення досягає 95–98 %.

Отриманий в реакторі біогаз надходить на вхід електричного очищувача з великою кількістю осередків-накопичувачів забруднення, в яких нагромаджуються видалені з біогазу смолисті речовини (рис. 4).

Видалення смолистих сполук (параметр очищення) залежно від напруги на пластинах очищувача (0,4 – 1,2 кВ) становило 65 – 80 % (відносно до їх кількості на вході).

Тобто на попередніх тестуваннях доведена достатньо висока ефективність запропонованої технології.

Висновок

Для вирішення задач, пов'язаних зі зниженням рівнів забрудненості біогазу смолистими речовинами, між Дрезденським технічним університетом і Національним авіаційним університетом укладений контракт № UKR 02/012 ВМБФ (Міністерство науки Німеччини) «Електрогазодина-

мічне очищення газифікованого біогазу» на проведення сумісних досліджень у рамках указаної проблеми.

Аналіз результатів попереднього тестування дозволяє обґрунтувати удосконалення технології з метою більш енергоємного та більш глибокого очищення газифікованого біогазу.

Література

1. *Beschreibung Modellvergaser „IGEL“*. Institut Energietechnik Lehrstuhl Kraftwerkstechnik, DTU, 2004.
2. *Енергетика світу та України. Цифри та факти* / Г.К. Вороновський, С.П. Денисюк, О.В. Кириленко та ін. – К.: Укр. енцикл. знання, 2005. – 404 с.

Стаття надійшла до редакції 01.02.06.

А.И. Запорожец, В.И. Савченко, Г.П. Карабцов, С.В. Карпенко

Технологии и оборудование для снижения концентрации смолистых веществ в биогазе

Приведены результаты исследований новых технологий и оборудования для очистки биогаза. Рассмотрены технологии, перспективные для традиционных и нетрадиционных видов энергетики.

O.I. Zaporozhets, V.I. Savchenko, G.P. Karabtsov, S.B. Karpenko

Technologies and equipment for reduction of mud and tar concentrations in biogas

Preliminary investigations of new technologies and equipment for cleaning of biomass gasification gas are analysed. Technologies are perspective for traditional and non-traditional types of energetics.