

МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ПАРОГЕНЕРАТОРА VIETOMAX 200 HS ПРИ СПАЛЮВАННІ СУМІШІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ І БІОГАЗУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Наведено актуальність впровадження біогазових технологій переробки органічних відходів та пошуку шляхів ефективного використання біогазу на промислових підприємствах. Проаналізовано розрахункові показники роботи парового котла Viessman Vitomax 200 HS паропродуктивністю 10 т/год, що працює суміші природного газу та біогазу.

Ключові слова: промисловий парогенератор, суміш біогазу та природного газу, ККД котла

Abstract

The relevance of the introduction of biogas technologies for processing organic waste and the search for ways of effective use of biogas at industrial enterprises is shown. The calculated performance indicators of the Viessman Vitomax 200 HS steam boiler with a steam productivity of 10 t/h, operating on a mixture of natural gas and biogas, were analyzed.

Keywords: industrial steam generator, mixture of biogas and natural gas, boiler efficiency

Вступ. Постановка задачі

Харчова та переробна промисловість генерує значну кількість органічних відходів. Найбільш раціональним способом їх переробки є біогазова технологія анаеробної ферментації [1].

Утилізація виробленого біогазу може відбуватись різними шляхами: спалювання в когенераційній установці, перетворення в біометан шляхом очищення від вуглекислоти, спалювання в водогрійних та парових котлах [2].

В умовах промислових підприємств харчової та переробної промисловості найчастіше присутня парова котельня або ТЕЦ. В такому випадку найбільш доцільним варіантом є використання виробленого біогазу в промислових котлах або шляхом переведення їх на спалювання біогазу або на спалювання суміші природного газу та біогазу. Домішування біогазу в пальникових пристроях призведе до змін у показниках роботи котла.

Мета роботи – визначення теплотехнічних характеристик парового котла паропродуктивністю 10 т/год, що працює на природному газі та оцінка зміни цих показників при спалюванні біогазу та суміші природного газу та біогазу.

Результати досліджень

Для проведення моделювання показників парогенератора при спалюванні в ньому суміші природного газу та біогазу використаний парогенератор Viessman Vitomax 200 HS паропродуктивністю 10 т/год. Під час моделювання використаний такий елементарний склад біогазу: $\text{CH}_4^p = 60\%$; $\text{N}^p = 3\%$; $\text{CO}_2^p = 37\%$. Математичний опис моделі побудований на рівняннях Нормативного методу [3, 4].

Числові дослідження проведені для таких варіантів підготовки палива:

- 100 % природного газу;
- 80% природного газу + 20 % біогазу;
- 60% природного газу + 40 % біогазу;
- 50% природного газу + 50 % біогазу;
- 40% природного газу + 60 % біогазу;
- 20% природного газу + 80 % біогазу;
- 100 % біогазу.

Результати досліджень показані на рис. 1 – 2.

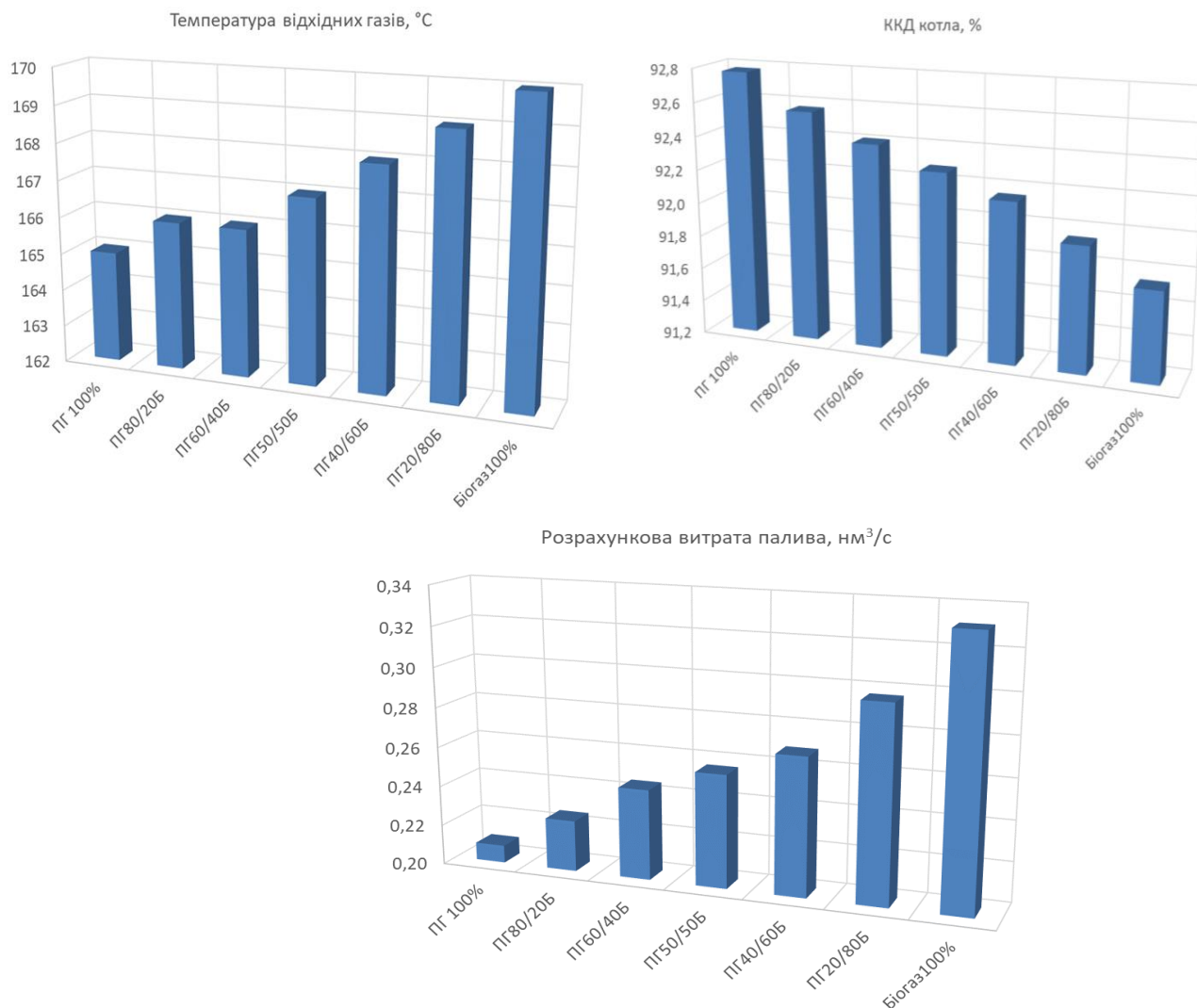


Рисунок 1 – Розрахункові значення температури відхідних газів, ККД котла та витрати палива в залежності від складу суміші природного газу та біогазу

Як видно з рис. 1, мінімальна температура відхідних газів 165 °C спостерігається при спалюванні чистого природного газу, а найбільша температура відхідних газів 170 °C – при спалюванні в котлі біогазу.

При спалюванні природного газу в паровому котлі Viessmann Vitomax 200 HS з економайзером [5] досягається ККД 92,77%. В той же час при спалюванні біогазу такий ККД незначно понижується до 91,74 %.

Така невелика різниця пояснюється на нашу думку тим, що в розрахунку прийнята невелика різниця коефіцієнтів надлишку повітря: 1,1 взято для спалювання природного газу і 1,25 – для спалювання біогазу.

З рис. 1 видно одночасний вплив зменшення ККД котла (на 1%) та зменшення теплоти згорання (на 56%) при спалюванні біогазу. Проміжні значення витрати палива 0,226 ... 0,297 нм³/с відповідають різним пропорціям суміші природного газу та біогазу.

Як видно з розрахунків, при спалюванні сумішей природного газу та біогазу, особливо із зростанням частки біогазу значно (на 15%) зростає швидкість газів в елементах котла. Це може призвести до суттєвого зростання (на 30 % і більше) аеродинамічного опору котла і неможливості виведення продуктів згорання для забезпечення заданої витрати палива і необхідної паровидатності котла.

Висновки

Вказано на необхідність впровадження біогазових технологій на харчових та переробних підприємства. Зауважено, що спалювання виробленого біогазу – раціональний шлях його утилізації.

Виконано дослідження впливу різних складів суміші природного газу та біогазу на показники роботи парогенератора Viessmann Vitomax 200 HS паровидатністю 10 т/год.

Розрахунки показали, що ККД котла з економайзером при спалюванні природного газу складає 92,77%, а при спалюванні біогазу понижується до 91,74 %. Температура відхідних газів для різних складів сумішей змінюється в межах 165 – 170 °С.

Витрата природного газу на котел складає 0,209 м³/с, для суміші природного газу і біогазу 50%/50% витрата суміші 0,256 м³/с, а при спалюванні чистого біогазу – 0,331 м³/с.

Виявлено, що при спалюванні сумішей природного газу та біогазу, особливо із зростанням частки біогазу, значно (на 15%) зростає швидкість газів в елементах котла. Це може призвести до суттєвого зростання (на 30 % і більше) аеродинамічного опору котла і неможливості виведення продуктів згорання для забезпечення заданої витрати палива і необхідної паровидатності котла.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гелетуха Г.Г. Перспективи виробництва та використання біогазу в Україні // Г.Г. Гелетуха, П.П. Кучерук, Ю.Б. Матвеев // Аналітична записка БАУ № 4. – 2013. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-4-ua.pdf> (дата звернення 25.03.2023).
2. Панчук М.В., Шлапак Л.С. Аналіз перспектив розвитку виробництва та використання біогазу в Україні //Актуальні питання нафтогазової галузі. №3, 2016, с. 26 – 33.
3. Степанов Д. В. Котельні установки промислових підприємств : навчальний посібник / Д. В. Степанов, Є. С. Корженко, Л. А. Боднар – Вінниця: ВНТУ, 2010. - 117 с.
4. Чепурний М. М. Теплові розрахунки парогенераторів. [Навчальний посібник] / М. М. Чепурний, Д. В. Степанов, Є. С. Корженко. – Вінниця: ВНТУ, 2006. - 155 с.
5. Технічний паспорт котла VITOMAX HS. URL: https://viessmann.academy/disk/content/vitomax_200-HS_m73A.html/ (дата звернення 12.02.2023) (дата звернення 25.03.2023).

Степанов Дмитро Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovdv@ukr.net

Скородзієвська Лариса Василівна, викладач вищої категорії, комісія тепло- та електроенергетичних дисциплін, відокремлений структурний підрозділ «Вінницький фаховий коледж Національного університету харчових технологій», м. Вінниця, e-mail: lora050876@gmail.com

Білик Сергій Олександрович, студент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет

Stepanov Dmitro, candidate of technical Sciences, associate Professor, Department of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Stepanovdv@ukr.net

Skorodziyevska Larisa, teacher of the highest category, commission of heat and electric power disciplines, separate structural subdivision «Vinnytsia professional college of National university food technologies ».

Bilyk Sergii, student on Department of thermal power engineering, Vinnytsia National Technical University