

ОСОБЛИВОСТІ СПАЛЮВАННЯ БІОГАЗУ У ВОДОГРІЙНОМУ КОТЛІ

Ткаченко Станіслав, д.т.н., проф. кафедри теплоенергетики,
Денесяк Дмитро, аспірант кафедри теплоенергетики,
Гижко Андрій, студент групи ТЕ-13,
Вінницький національний технічний університет, Україна

Значне зростання цін на первинні енергоносії вимагає пошуку альтернативних джерел енергії. Одним із найбільш перспективних серед них є біогаз, отриманий під час анаеробної ферментації органічних речовин. Аналіз літературних джерел показує [1-3], що недостатньо дослідженим є проблема ефективного використання отриманого біогазу. Відсутні детальні дослідження щодо енергетичної ефективності і екологічної чистоти теплоенергетичного обладнання, що працює на біогазі, особливо, в діапазоні невеликих потужностей [1]. Тому дослідження процесів спалювання біогазу в малих промислових та побутових котлах є актуальним.

Мета роботи полягає у дослідженні роботи водогрійного котла на біогазі різного хімічного складу методом числового експерименту.

В якості об'єкта дослідження було вибрано водогрійний котел ВК-22(КСВ-3,15), паспортна потужність котла – 3,15 МВт.

Розрахунок проведено для природного газу складом: $\text{CH}_4=98,3\%$; $\text{C}_2\text{H}_6=0,4\%$; $\text{C}_3\text{H}_8=0,2\%$; $\text{C}_4\text{H}_{10}=0,1\%$; $\text{N}_2=0,9\%$; $\text{CO}_2=0,1\%$; $Q_{\text{H}}^{\text{P}}=35747,9$ КДж/м³, при коефіцієнті надлишку повітря $\alpha=1,05$. Біогаз досліджувався із змінним складом хімічних елементів, а саме: CH_4 –60...70%; H_2 – 0,02%; H_2S – 0,96%; CO – 0,02%; N_2 – 2%; CO_2 – 37...27%; і теплота згоряння $Q_{\text{H}}^{\text{P}}=21707...25287$ КДж/м³, надлишок повітря $\alpha=1,15$.

В літературі [1, 4] вказується, що заміна природного газу на біогаз має як очевидні переваги – дешевша ціна, так і недоліки – зменшення продуктивності котла. Так, ККД промислового котла потужністю більше 730 кВт знижується на 6...7,5% [2], також погіршуються екологічні показники котла. Більш низька адіабатна температура згорання біогазу призводить до збільшення викидів в атмосферу СО.

У роботі [4] автори виявили, що відсоток хімічного недопалу за умов спалюванні біогазу склав $q_3=5\%$, а різниця ККД за умов спалювання природного газу і біогазу складає 7,3%, що відповідає діапазону визначеному експериментальним шляхом.

Виконані подальші дослідження спалювання біогазу у водогрійному котлі, при цьому варіювалась вологість біогазу та вміст вуглекислого газу. Це дало змогу отримати сімейство кривих (рис. 1).

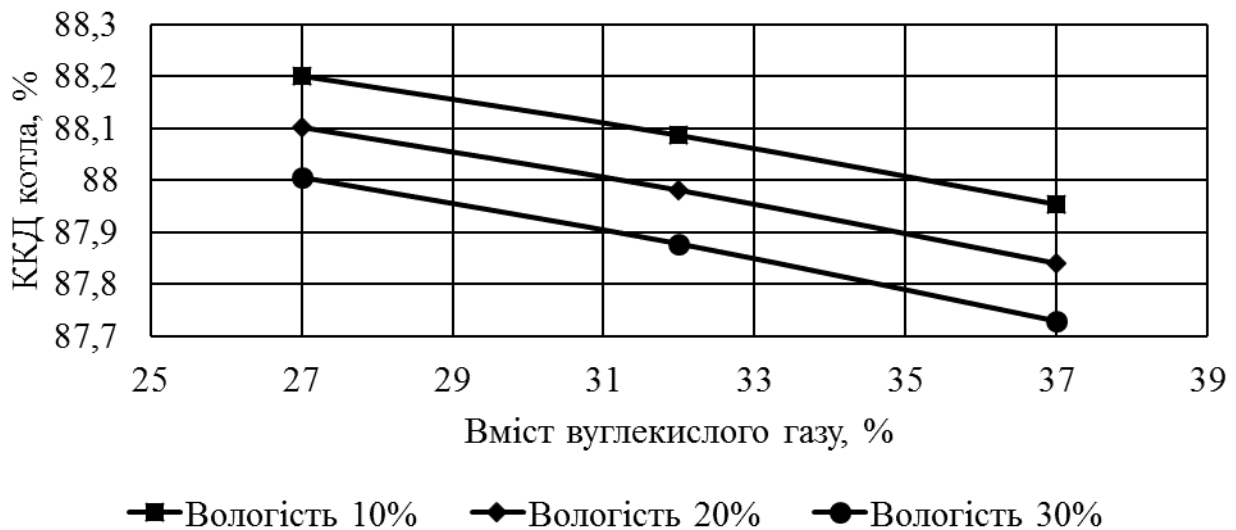


Рисунок 1 – Розрахункові залежності

Отримані криві показують, що попереднє осушування біогазу з вологості 30 % до вологості 20 %, при тому ж вмісті CO_2 , дає приріст ККД на 0,25...0,3 %. Разом з тим запровадження методів очистки біогазу від вуглекислого газу може дати позитивний приріст ККД на 0,25 %, що в загальному призведе до підвищення ККД котла на 0,5...0,55%.

У роботі [1] експериментально доведено зниження ККД котельної установки при спалюванні біогазу. Отримані нами за результатами чисельного аналізу такі ж результати дозволили пояснити дане явище наявністю в біогазі високого вмісту CO_2 . Вважаємо, що при горінні він перешкоджає доступу молекул кисню O_2 до молекул метану CH_4 . Цей бар'єр з молекул CO_2 спричиняє підвищений хімічний недопал та зниження ККД котла.

Список використаної літератури

1. Куріс Ю.В. Підвищення теплотехнічних і екологічних показників спалювання біогазу в теплогенеруючому обладнанні/ Куріс Ю.В. //Київ. – 2007. – 19 с.
2. Тепловой расчет котлов (нормативный метод) //Санкт-Петербург. – 1998. –259с.
3. Ткаченко С.Й. Методи оцінки екологічної ефективності водогрійних котлів малої потужності з врахуванням життєвого циклу/ С.Й.Ткаченко, Д. В.Степанов, Л. А.Боднар//Вісник Хмельницького національного університету. – № 6. – 2008. – С.80–84.
4. Ткаченко С.Й. Особливості спалювання біогазу у водогрійному котлі / XLVI Науково-технічна конференція факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання (2017) // С.Й. Ткаченко, А. В. Гижко [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2017/paper/view/3195/2551>