

ПРОБЛЕМИ ТА МЕТОДИ ЇХ ВИРІШЕННЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ БІОГАЗУ У ВОДОГРІЙНОМУ КОТЛІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто роботу водогрійного котла при номінальному режимі на 2-ох видах палива, таких як природний газ та біогаз. Проаналізовані зміни в характеристиках котла. Зроблено висновки про переваги та недоліки роботи котла на альтернативних видах палива порівняно з традиційними (природний газ).

Ключові слова

Біогаз, альтернативні види палива, водогрійний котел.

Abstract

Reviewed the work of the boiler during nominal operation for 2 types of fuel, such as natural gas and biogas. Analyzes changes in the characteristics of the boiler. The conclusions about the advantages and disadvantages of boiler operation on alternative types of fuel compared with conventional (natural gas).

Keywords

Biogas, alternative fuels, hot water boiler.

Вступ

Біоконверсія органічних відходів є одним з прогресивних, економічно ефективних та екологічно прийнятних рішень для запобігання забруднення навколишнього середовища. При цьому є змога раціонально використовувати органічні речовини та звільнювати акумульовану в них енергію. Значне зростання цін на первинні енергоносії вимагає пошуку альтернативних видів палива: одним із перспективних є біогаз. Ефективність та надійність процесу біоконверсії в значній мірі залежить від організації використання біогазу при видобутку теплової енергії у водогрійних котлах. Мета роботи полягає у виявленні недоліків і переваг спалювання біогазу у водогрійному котлі.

Результати досліджень

Дослідження проведені з використанням розрахункового методу[2] проведені порівняльні розрахунки роботи промислового водогрійного котла ВК-22(КСВ-3,15): паспортна потужність котла – 3,15 МВт, температура на вході і на виході відповідно $t'=55^{\circ}\text{C}$ і $t''=105^{\circ}\text{C}$, маса – 6130 кг, об'єм топки складає 2,75 м³, сумарна площа стін топки –11,46 м², конвективний пучок площею поверхні нагріву - 66,8 м², габаритні розміри: довжина –4738мм, ширина – 1452мм, висота – 2600мм. Розрахунок проведено для природного газу складом: $\text{CH}_4=98,3\%$; $\text{C}_2\text{H}_6=0,4\%$; $\text{C}_3\text{H}_8=0,2\%$; $\text{C}_4\text{H}_{10}=0,1\%$; $\text{N}_2=0,9\%$; $\text{CO}_2=0,1\%$; $Q_{\text{нр}}=35747,9$ КДж/м³, при коефіцієнті надлишку повітря $\alpha=1,05$; біогаз – склад : CH_4 –60%; H_2 – 0,02%; H_2S – 0,96%; CO – 0,02%; N_2 – 2%; CO_2 – 37%; і теплота згоряння $Q_{\text{нр}}=25287,16$ КДж/м³, надлишок повітря $\alpha=1,15$. В літературі[1] 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% , також погіршуються екологічні показники котла. Більш низька адиабатна температура згорання біогазу призводить до збільшення викидів в атмосферу СО. У чисельному дослідженні при розрахунках спалювання біогазу задавались різними значеннями відсотку хімічного недопалу і співставляли отриманий при заданих значеннях недопалу ККД котла з ККД цього ж котла на природному газі. При розрахунках було виявлено відсоток хімічного недопалу $q_3=5\%$ при різниці ККД 7,3%, що відповідає діапазону визначеному експериментальним шляхом.

Для підтримання оптимальних характеристик спалювання біогазу потрібно слідкувати за його складом і використовувати ефективні методи його очищення від домішок: CO_2 , H_2S , H_2O . Так при різниці вологості біогазу в 20% середнє зниження адиабатної температури горіння складає 66°C.

Для зниження показника вологості біогазу застосовуються такі методи просушування:

1) Конденсаційне просушування:

Принцип дії цієї технології ґрунтується на відділенні конденсату в результаті охолодження біогазу нижче температури конденсації. Охолодження біогазу найчастіше виконується в газопроводі. При прокладанні газопроводу створюється відповідний перепад висот і конденсат збирається в побудованому в найглибшому місці газопроводу конденсатозбірнику. Якщо газопровід прокладений під землею, охолодження є більш сильним. Умовою для охолодження біогазу в газопроводі, втім, є достатня для охолодження довжина газопроводу. Поряд з водяною парою разом з конденсатом з біогазу видаляються і інші небажані компоненти, такі як розчиняються у воді гази і аерозолі;[3]

2) Адсорбційне просушування:

Значно кращі результати можуть досягатися адсорбційним просушуванням, яке працює на основі цеолітів, силікагелей або оксиду алюмінію. При цьому можлива температура конденсації до -90°C [3, с. 130]. Встановлені на нерухомій станині адсорбер експлуатуються поперемінно при атмосферному тиску і 6-10 бар, вони підходять для маленьких і середніх об'ємних потоків. Регенерація матеріалів адсорбера може проводитися з використанням холоду або тепла.[3]

Висновки

Зниження ККД котлів при переході з природного газу на біогаз пояснюється наявністю у біогазі високого вмісту вуглекислого газу CO_2 . Вважаємо що при горінні він перешкоджає доступу молекул кисню O_2 до молекул метану CH_4 , що впливає на продуктивність спалювання останнього. В результаті сумісного аналізу чисельного і фізичного експерименту встановлена причина зниження ККД промислового водогрійного котла на біогазі. Визначено теплоту згорання біогазу при різних його складах; коефіцієнт корисної дії котла, що дорівнює 89,7 % до встановлення інтенсифікаторів та 91% після їх встановлення; температуру відхідних газів на виході з котла 186°C , до модернізації та 155°C в середньому після неї. Теплосприймання конвективного пучка після встановлення інтенсифікаторів зросло на 3,91%.

При цьому збільшення ККД котла до і після модернізації на всьому діапазоні досліджуваних параметрів становить 0,4-1,7%, а зменшення температури відхідних газів $T_{\text{ВГ}}$ на $21-41^{\circ}\text{C}$

Наукова новизна даної роботи полягає у встановленні причин хімічного недопали при спалюванні біогазу. Вміст CO_2 у паливі затруднює в процесі горіння окиснення метану.

Використання біогазу має переваги не тільки в економії шляхом заміщення природного газу, але і як метод покращення екологічної обстановки та використання незадіяних енергетичних джерел, які, на жаль, перебувають зараз у вигляді сміттєзвалищ і займають площу 7% від загальної території України. Заміщення природного газу складає $2995920 \text{ м}^3/\text{рік}$, що зменшить техногенне навантаження на навколишнє середовище і зменшує залежність від імпортного газу.

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. Друзьянова В.П., Петров Н.В. ЦЕОЛИТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ОЧИСТКЕ БИОГАЗА // Технические науки - от теории к практике: сб. ст. по матер. XVIII междунар. науч.-практ. конф. – Новосибирск: СибАК, 2013.

Ткаченко Станіслав Йосипович, д.т.н., професор, завідувач кафедри теплоенергетики ВНТУ. e-mail: stahit6937@gmail.com
Гижко Андрій Вікторович, студент групи ТЕ-17м, факультет будівництва теплоенергетики та газопостачання, ВНТУ, Вінниця, e-mail: gzhkostr@gmail.com

Stanyslav I. Tkachenko, Doctor of Science (Eng), Professor, Head of the Chair of Power Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: stahit6937@gmail.com

Andriy V. Gizhko — Department of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : gzhkostr@gmail.com