

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА ПОТУЖНІСТЮ 1500 кВт НА СОЛОМІ

Анотація

Показано, що застосування теплогенераторів на альтернативних видах палива, зокрема соломі, є однією з найбільш актуальних задач. Проведені експериментальні дослідження показників роботи теплогенератора на соломі потужністю 1500 кВт. Проаналізовані результати досліджень. Проведено порівняння розрахункових і експериментальних даних по температурі димових газів на виході з топки. Проаналізовано можливість застосування Нормативного методу теплового розрахунку котлоагрегатів під час проектування теплогенераторів на альтернативних видах палива.

Ключові слова: солома, альтернативні види палива, котел, коефіцієнт корисної дії, теплообмін в топці.

Abstract

Shown that the application of heat generators on alternative fuels, including straw, is one of the most pressing problems. Experimental research performance of straw 1500 kW. The results of research. Comparison of the calculated and experimental data on the temperature of flue gas at the outlet of the furnace. The possibility of the statutory method of calculating heat boilers for the design of heat generators for alternative fuels.

Keywords: straw, alternative fuels, boiler efficiency, heat transfer in the furnace.

Вступ

В багатьох європейських державах важливе місце в їх паливно-енергетичному балансі займає солома. Спалювання соломи є раціональним способом отримання теплової енергії. За статистичними даними [1] Україна щорічно споживає близько 180...210 млн. т. умовного палива і належить до енергозалежних країн. Ціни на імпортовані традиційні енергоносії постійно збільшуються. Енергетичною стратегією України [2] до 2035 року планується збільшити використання біомаси для виробництва енергії до 13,1 млн. т. н.е.

В Україні існує обладнання і демонстраційні проекти по ефективному використанню соломи для теплопостачання. Але як зазначено в роботі [3], вітчизняних теплогенераторів широкого типорозмірного ряду для спалювання соломи на ринку опалювального обладнання недостатньо. Для ширшого впровадження технологій спалювання соломи необхідні науково-обґрунтовані методи проектування теплогенераторів. Аналіз вітчизняної літературної інформації показав, що експериментальні дослідження енергетичних та екологічних показників котлів для спалювання соломи практично не проводяться. В літературі [4] наводяться рекомендації по теплотехнічних випробуваннях водогрійних котлів з періодичним спалюванням цілих тюків соломи. Огляд літературної інформації показав також, що у відкритому доступі рекомендацій по проектуванню теплогенераторів на соломі немає.

Метою даної роботи є аналіз та узагальнення результатів експериментальних досліджень показників роботи теплогенератора для спалювання соломи потужністю 1500 кВт.

Основна частина

Котел для спалювання тюків соломи потужністю 1500 кВт розташовано на території зернокомплексу на одному з підприємств Вінниччини. Теплогенератор призначений для

нагрівання повітря, що надходить в сушарку зернокомплексу. На рисунку 1 наведено загальний вигляд теплогенератора.



Рисунок 1 – Загальний вигляд теплогенератора для спалювання соломи

Котел має дві топки і спільний теплообмінник, що розташований над топкою. В топку одночасно завантажують 2 тюка соломи. Спочатку запалюється паливо в одній топці, коли температура повітря на виході з теплообмінника знижується, запалюють солому в другій топці. Охолодження топки водяне. Нагріта в топці вода надходить в оребрений повітрянагрівник, де нагріває повітря, що надходить в теплообмінник котла. Охолоджена в теплообміннику вода надходить в топку для охолодження її поверхні. Маса завантажуваних в топку тюків соломи $300 \text{ kg} \pm 20 \text{ kg}$. Котел обладнаний автоматикою і датчиками. Вимірюються автоматично і виводяться на дисплей пульта управління такі параметри: температура повітря на виході з теплообмінника котла; температура води на виході з сорочки охолодження топки; температура газів на вході в теплообмінник. Останній параметр вимірюється термопарами, розташованими у вихідному вікні топки. Температуру газів на виході з котла під час експерименту вимірювали за допомогою ртутного термометра з ціною поділки $5 \text{ }^\circ\text{C}$. Для визначення витрати повітря на горіння, у коробі, по якому надходило повітря за допомогою термоанемометра виміряно швидкість та температуру. Виміряно також поперечний переріз коробу. Теплообмінник котла виконано кожухотрубним з площею поверхні нагріву 136 m^2 . В топці котла є два ряди отворів для подачі повітря на горіння. Площа поверхні стін топки $23,3 \text{ m}^2$.

Аналіз результатів досліджень

Під час проведення експерименту фіксувались такі показники: температура повітря на виході з теплообмінника котла; температура води на вході та виході з топки; температура димових газів на виході з котла; температура димових газів на виході з топки. Витрата повітря на котел становила 36000 м³/год.

Для теплового розрахунку теплогенератора створено математичну модель, яку реалізовано в Microsoft Excel. Під час побудови математичної моделі, використано рекомендації, розроблені в [8].

Теплогенератор працює в нестационарному режимі. Для забезпечення необхідного рівня температури повітря, що надходить на сушіння, процес горіння відбувається безперервно в обох топках. При цьому в одній з топок догорає залишок соломи, в іншій – горить чергова завантажена порція палива. Завдяки такому конструктивному виконанню топки основні показники котла залишаються на стабільному температурному рівні. Температура повітря змінювалась в межах 118...131 °С. Температура води на виході з топки 87...90 °С. В разі досягнення температури води на виході з топки більше 90 °С, вентилятор подачі повітря на горіння вимикається, з метою запобігання закипання води в котлі.

За допомогою термопар виміряно температуру димових газів на виході з топки. Отримані дані порівняно з розрахунковими. Для розрахунку теплообміну в топці використано рекомендації Нормативного методу теплового розрахунку котлоагрегатів [9] зі спрощеннями та доповненнями запропонованими авторами.

На рисунку 3 наведено порівняння експериментальних і розрахункових даних температури газів на виході з топки.

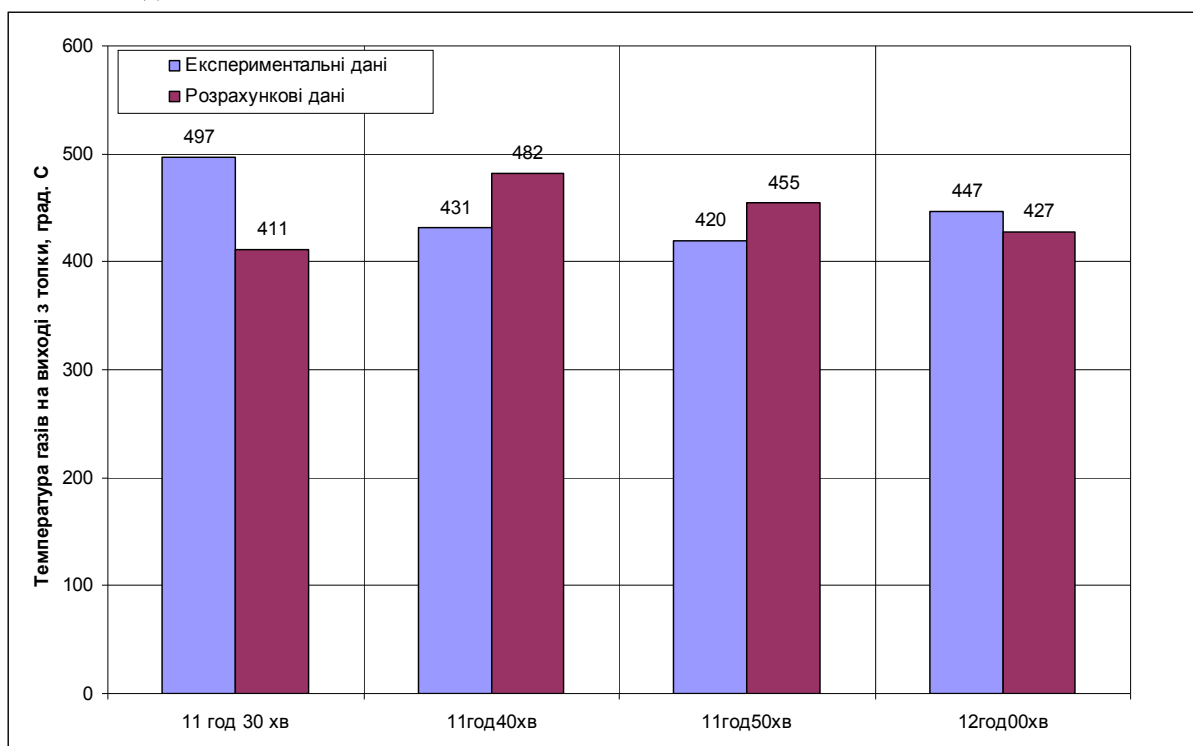


Рисунок 3 – Порівняння експериментальних і розрахункових значень температур димових газів на виході з топки

Як видно з рисунку 3, розходження між експериментальними і розрахунковими значеннями становить -11,9%...17,34%. Такі розбіжності, на нашу думку, пов'язані з недостатністю початкових даних для розрахунку (складу палива), а також нормативної документації для теплового розрахунку теплогенераторів на альтернативних видах палива. На даному етапі досліджень для інженерних розрахунків пропонується користуватись НМ, але з адаптацією до особливостей конструкцій котлів.

ВИСНОВКИ

Показано, що застосування теплогенераторів на альтернативних видах палива, зокрема соломі, є однією з найбільш актуальних задач. Проведено експериментальні дослідження показників роботи теплогенератора потужністю 1500 кВт для спалювання тюків соломи. Проведено порівняння розрахункових і експериментальних даних по температурі димових газів на виході з топки. Розходження між експериментальними і розрахунковими значеннями становить - 11,9%...17,34%. Такі розбіжності пов'язані з недостатністю початкових даних для розрахунку (складу палива), а також нормативної документації для теплового розрахунку теплогенераторів на альтернативних видах палива. Проаналізовано можливість застосування Нормативного методу до розрахунку теплообміну в топці теплогенераторів на альтернативних видах палива.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Баштовой А. И. Использование соломы для производства тепловой энергии в отопительных котельных Донецкой области/ А. И. Баштовой, Н. М. Жовмир, С. В. Радченко, С. М. Чаплыгин// Промышленная теплотехника. – 2008. – №3. – С.54 – 59.
2. Енергетична стратегія України до 2030 року [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.niss.gov.ua/public/File/2014_nauk_an_rozrobku/Energy%20Strategy%202035.pdf
3. Боднар Л. А. Технічні та екологічні показники водогрійних котлів потужністю до 1 МВт для спалювання соломи /Л. А. Боднар, О. В. Дахновська, Р. Е Бойчук// Науково-технічний збірник "Сучасні технології матеріали і конструкції в будівництві". – 2015. – №2 – С. 115 – 120.
4. Гелетуха Г. Г. Особливості теплотехнічних випробувань водогрійних котлів з періодичним спалюванням цілих тюків соломи / Г. Г. Гелетуха// Промышленная теплотехника. – 2010. – №6. – С. 45-50.
5. Звіт про дослідження якості соломи як твердого біопалива. Інститут місцевого розвитку. – 2014. – 13 с [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://myrgorod.pl.ua/files/images/Madem/7.pdf>.
6. Rene M. Corn Stover and Wheat Straw Combustion in a 176 kW boiler adapted for round bales/ Rene Morissette, Philippe Savoie, Joey Villeneuve// Energies. – 2013. – р. 5760 – 5774 [Електронний ресурс] Режим доступу: www.mdpi.com/journal/energies.
7. Repić B. Development of a boiler for small straw bales combustoin/Branislav S. Repić, Dragoljub V. Dakić, Aleksandar M. Erić, Dejan M. Đurović, Stevan D. J. Nemoda//[Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.intechopen.com/books/sustainable-energy-recent-studies/development-of-the-technology-for-combined-heat-and-power-generation-utilizing-local-biomass>
8. Степанов Д. В. Енергетична та екологічна ефективність водогрійних котлів малої потужності. Монографія / Д. В. Степанов, Л. А. Боднар. – Вінниця: ВНТУ, 2011 – 151
9. Тепловой расчет котлоагрегатов (нормативный метод). Санкт-Петербург: НПО ЦКТИ, 1998.

Боднар Лілія Анатоліївна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики Вінницького національного технічного університету, тел.598339, Bodnar06@ukr.net.

Степанов Дмитро Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики Вінницького національного технічного університету, тел.598339, StepanovDV@mail.ru

Сливко Роман Володимирович, інженер теплоенергетик.

Bodnar L. A., Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Bodnar06@ukr.net.

Stepanov D. V., Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of power engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: StepanovDV@mail.ru.

Slivko R. V., thermal power engineer.