

Streszczenie

Tematyka rozprawy doktorskiej wiąże się z analizą możliwości poprawy procesu spalania paliw stałych w kotłach niskotemperaturowych poprzez dodanie dodatkowego czynnika termodynamicznego do procesu, w postaci pary wodnej. Zrealizowane prace mają charakter poznawczy oraz badawczy, a ich celem jest określenie wpływu dodania pary wodnej, na jakość procesu spalania oraz zbadanie czy zasadne jest stosowanie doprowadzenia pary wodnej do celów ograniczenia ilości emitowanych substancji szkodliwych z kotłów niskotemperaturowych zasilanych paliwami stałymi. W zrealizowanych badaniach pokazano wpływ dodania pary wodnej do procesu spalania węgla kamiennego na zmianę parametrów emisyjnych kotła. Analizując otrzymane z badań wyniki można zobaczyć, że para wodna dodana do procesu spalania węgla kamiennego znacząco wpłynęła na zmianę składu chemicznego spalin: spowodowała obniżenie stężeń masowych emitowanych pyłów (PM) oraz tlenków azotu (NO_x) przy jednoczesnym wzroście stężenia masowego emitowanego tlenku węgla (CO). Badania przeprowadzono na dwóch obiektach: kotle z automatycznym podawaniem paliwa wyposażonym w pojedynczą komorę spalania oraz kotle wyposażonym w komorę spalania wraz z znajdującą się nad nią komorą dopalania. Oprócz pomiaru stężeń masowych emitowanych substancji szkodliwych, mierzono temperaturę panującą w komorze spalania, dopalania, temperaturę spalin i zawartość tlenu w spalinach. Badania przeprowadzono dla kotła w trakcie pracy bez oraz z dodaniem pary wodnej do komory spalania lub dopalania z wydatkiem równym 0,71 kg/h lub 3,60 kg/h dla pracy kotłów z mocą minimalną (30%) i nominalną (100%). Do wytwarzania i wtryskiwania pary wodnej wykorzystano autorską wytwornicę pary o zakresie wytwarzania pary wodnej w zakresie od ok. 0,7 kg/h do ok. 3,6 kg/h. Na podstawie otrzymanych wyników wyliczono sprawność procesu spalania dla poszczególnej konfiguracji pracy danego kotła. Ostatnim aspektem praktycznym zrealizowanej pracy, który jednocześnie jest nowością wynikającą z zrealizowanych badań jest opracowanie algorytmu postępowania dla doprowadzenia pary wodnej do procesu spalania węgla kamiennego w kotle grzewczym do celu zminimalizowania ilości emitowanych substancji szkodliwych. Zrealizowane badania mają charakter aplikacyjny, co pozwala wdrożyć w rozwiązaniach handlowych opracowaną technologię.

Abstract

The subject of the dissertation is related to the analysis of the possibility of improving the process of solid fuel combustion in low-temperature boilers by providing an additional thermodynamic factor to the process in the form of steam. The works carried out are of a cognitive and research character and their aim is to determine the impact of the supplied steam on the quality of the combustion process and to examine whether it is justified to use the supplied steam for the purpose of reducing the amount of harmful substances emitted from low power boilers fired with solid fuels. In the research carried out was shown the effect of introducing superheated steam into the hard coal combustion process on the change of boiler emission parameters. Analyzing the results obtained, it can be seen that the steam supplied to the hard coal combustion process significantly changed the chemical composition of flue gases: it caused a decrease in the mass concentration of emitted dust (PM) and nitrogen oxides (NO_x) with a simultaneous increase in the mass concentration of emitted carbon monoxide (CO). Tests were carried out on two objects: a boiler with automatic fuel feeding equipped with a single combustion chamber and a boiler equipped with a combustion chamber with an afterburning chamber above it. Apart from the measurement of mass concentrations of emitted harmful substances, the temperature prevailing in the combustion chamber, afterburning chamber, flue gas temperature and flue gas oxygen content were measured. Tests were carried out for steam injection into the combustion chambers and afterburning chamber at the rate of 0.7 kg/h and 3.6 kg/h for boiler operation at minimum power (30%) and nominal power (100%). A proprietary steamer with a superheated steam generation range of 0.7 kg/h to 3.6 kg/h was used for steam generation and injection. Based on the results obtained, the efficiency of the combustion process was calculated for each configuration of boiler operation. The last practical aspect of the work, which at the same time is a novelty resulting from the completed research, is the development of a procedure algorithm for the supply of steam to the process of hard coal combustion in a heating boiler in order to minimize the amount of harmful substances emitted. The completed research has an applied character, which allows implementing the developed technology in commercial solutions.