

Titlu DOC: Cercetări numerice și experimentale asupra efectelor adăugării de hidrogen în gazul natural, în camera de ardere a unei turbine cu gaze (abstract română)

În domeniul arderii, o atenție deosebită a fost acordată în ultimul timp, în special pentru căutarea de combustibili noi, mai puțin poluanți și mai eficienți. Printre aceștia, hidrogenul este studiat intens în întreaga lume ca un posibil combustibil alternativ, datorită noilor metode de producere și transport dezvoltate în ultima vreme. Diferite studii încearcă să confirme posibilitatea transportului de hidrogen folosind rețeaua de distribuție a gazelor naturale existente, prin amestecarea celor două gaze. Deoarece proprietățile noului amestec influențează semnificativ parametrii de ardere, utilizarea echipamentelor existente se va confrunta cu noi probleme, cum ar fi riscul de retur de flăcără (flashback), efectele temperaturilor ridicate și modificarea frontului flăcării. Prin urmare, sunt necesare noi soluții.

În acest context, prezenta lucrare aduce în atenție un nou tip de injector inovator, destinat arderii amestecului de combustibil format din hidrogen și metan în diferite proporții. Pe baza caracteristicilor și dimensiunilor unei camere de ardere existente a unei micromotor cu turbină cu gaze (Garret GTP30-67), diferite regimuri au fost simulate și comparate în mod numeric cu CFD pe câteva modele preliminare de injectoare. După analiza rezultatelor, concluziile preliminare au condus la un prim injector cu turbionare, realizat din aliaj de titan. Noul tip de injector turbionar este testat experimental mai întâi pe o instalație ieftină, simplificată, de joasă presiune, pentru validarea preliminară a principalelor caracteristici. Apoi, noul tip de injector este experimentat pe o instalație de presiune joasă, proiectată să aibă dimensiuni similare cu camera de ardere a micromotorului studiat inițial. Combustibilul folosit a fost un amestec de părți volumice de hidrogen 0%, 10%, 20%, 40%, 60% cu restul metan. Prin adăugarea hidrogenului în amestec rezultă limite mai bune de stabilitate, reducerea emisiilor poluante de CO și o ușoară creștere a emisiilor de NOx. Injectorul este testat apoi pe două tipuri de camere de ardere: una cu pereți de cuarț, proiectată pentru observarea frontului flăcării și fără aer de diluție (aerul trece tot prin injector) și o a doua cameră de ardere cu orificii de diluție pentru aerul suplimentar, care va ajuta parametrii flăcării prin continuarea procesului de ardere. Se poate observa că parametrii de ardere sunt îmbunătățiți prin adăugarea aerului de diluție, cu o mai bună stabilitate și valori îmbunătățite ale valorii emisiilor poluante.

Experimentele au arătat rezultate promițătoare în ceea ce privește stabilitatea flăcării, comparativ cu literatura existentă pentru arzătoarele de tip turbionar și au arătat o corelație bună cu rezultatele obținute prin simulările numerice CFD. Mai mult, rezultatele au confirmat posibilitatea dezvoltării și îmbunătățirii noului tip de injector turbionar pentru alte potențiale aplicații industriale.

Title DOC: Numerical And Experimental Research On The Effects Of Hydrogen Mixing With Natural Gas In The Combustion Chamber Of A Gas Turbine (abstract engleză)

In the field of combustion, a special attention was given lately especially to the search for new, greener and more efficient fuels. Among them, hydrogen is intensely studied worldwide as a possible alternative fuel since new ways for producing and transporting it developed lately. Different studies are trying to confirm the possibility of the hydrogen transport using the existing natural gas distribution network, by mixing the two gases. Because the properties of the new mixture have a strong influence on the combustion parameters, using the existing equipment would face new problems, like the risk of flashback, the effects of higher temperatures, and the modification of the flame front. Hence, new solutions are needed.

In this context, this work presents a new innovative type of injector, designated for the combustion of a premixed hydrogen–methane fuel in various proportions. Based on the characteristics and dimensions of an existing combustion chamber of a micro gas turbine (Garret GTP30-67), different regimes for different types of injectors were CFD numerically simulated and compared. After the analysis of the results, the preliminary conclusions lead to a first swirl injector made from titanium alloy. The new type of swirled injector was tested first on a cheap, simplified low pressure rig, for preliminary validation of the main characteristics. Then, the new type of injector is tested on a low pressure rig designed to have similar dimensions to the initial combustion chamber of the initial micro gas turbine. The fuel used was a mixture of volume parts of hydrogen 0%, 10%, 20%, 40%, 60% with the rest as methane. By adding hydrogen in the mixture resulted in larger stability limits, reduction of CO and a slight increase of NOx pollutant emissions. The injector is tested on two types of combustion chambers: one with quartz walls, designed for observation of the flame front and with no dilution air (all the air going through the injector) and another one with dilution holes for supplementary dilution air that will help the flame parameters by continuing the combustion process. It can be noted that the combustion parameters are improved by adding the dilution air, with better stability and better pollutant emissions values.

The experiments showed promising results regarding the flame stability, compared to the existing literature for swirl type combustors and a close correlation with the CFD results. Moreover, the results confirmed the possibility of developing and improving the new type of swirled injector for other industrial combustion applications.