

NUMERIČKA ANALIZA MOGUĆNOSTI FLEŠBEKA U SLUČAJU PRETHODNO MEŠANOG SAGOREVANJA VODONIK–VAZDUH

NUMERICAL ANALYSIS OF FLASHBACK POSSIBILITY IN CASE OF PREMIXED HYDROGEN–AIR COMBUSTION

Filip Kokalj*, Marc Jaeger, Matjaž Hriberšek, Niko Samec

Univerza v Mariboru, Katedra za energetsko, procesno in okoljsko inženirstvo,
Maribor, Slovenija

Skoro 90% toplotnih uređaja koji su danas instalirani u EU i dalje rade na fosilna goriva od kojih se oko dve trećine napaja prirodnim ili tečnim gasom. Dakle, postoji velika šansa da se u ovom sektoru pređe na goriva bez ugljenika.

Cilj ove studije je sistematska numerička analiza stabilnosti plamena prethodno mešanog sagorevanja vodonik-vazduh, stabilizovanog iza perforiranog držača plamena. Konkretno, primećena je grupa plamena, koja se veoma približila perforiranoj površini gorionika.

ANSIS Fluent je korišćen u ovoj studiji da simulira sagorevanje prethodno mešano vodonika i vazduha korišćenjem perforiranog gorionika sa više otvora u slučaju gasnog kondenzacionog kotla. Da bi se smanjili računski zahtevi modela, simulacije razmatraju deo modela punih razmera koji je povezan sa ulaznim uslovima iz izotermne simulacije faze prethodnog mešanja koristeći hibridni RANS-LES pristup. Simulacija se izvodi kao 2D simulacija da bi se dodatno smanjio računski napor i uzima u obzir prenos toplote radijacije, kao i vezan prenos toplote na površinu gorionika koristeći detaljan i validiran reakcioni mehanizam implementiran u ANSIS Fluent. Model je razvijen, testiran studijom o nezavisnosti od mreže i validiran na osnovu relevantne literature i početnih testova. Posebno je istražena razlika između konfiguracija sa jednim prorezom i gorionika sa više proreza i njihova osetljivost na ponašanje flešbeka variranjem odnosa ekvivalencije i korišćenjem laminarnog pristupa. Rezultati numeričke simulacije su eksperimentalno dokazani testiranjem stvarnog kondenzacionog kotla sa istim uslovima ulazne mešavine vodonik-vazduh.

Na osnovu saznanja stečenih u ovom radu, model razvijen i korišćen u ovoj studiji pokazuje veliki potencijal u projektovanju i optimizaciji površinski stabilizovanih gorionika koji sagorevaju mešavinu vodonik-vazduh u pogledu stabilizacije plamena. Štaviše, on čini osnovu za buduće simulacije 3D modela u punoj veličini.

Ključne reči: gasni kotao; prethodno mešano sagorevanje; flešbek; vodonik; dekarbonizacija

Almost 90% of heat appliances installed in EU today still run on fossil fuels of which around two-thirds are fuelled by natural or liquid gas. Thus, there is a great chance to switch to carbon free fuels in this sector.

* Corresponding author: filip.kokalj@um.si
<https://orcid.org/0000-0001-9234-7834>

Matjaž Hriberšek: <https://orcid.org/0000-0002-4900-5000>
Niko Samec: <https://orcid.org/0000-0001-8500-5393>

The objective of this study is the systematic numerical analysis of flame stability of premixed hydrogen-air combustion, stabilized behind a perforated flame holder. In particular, the group of flames has been observed, which comes very close to a perforated burner surface.

ANSYS Fluent has been used in this study to simulate the premixed combustion of hydrogen and air using a perforated multi-hole burner in case of a gas condensing boiler. To reduce computational demands of the model, the simulations consider a section of a full-scale model that is linked to the sampled inlet conditions from an isothermal simulation of a premixing stage using a hybrid RANS-LES approach. The simulation is performed as a 2D simulation to further reduce the computational effort and considers radiation heat transfer as well as the conjugated heat transfer to the burner surface using a detailed and validated reaction mechanism implemented in ANSYS Fluent. A model was developed, tested with a grid independence study and validated based on relevant literature and initial tests. In particular, the difference between single-slit configurations and multi-slit burners and their sensitivity on the flashback behaviour by varying the equivalency ratio and using a laminar approach was investigated. The results of numerical simulation have been proved experimentally by running the real condensing boiler with the same inlet hydrogen-air mixture conditions.

Based on the knowledge gained in this work, the model, developed and used in this study shows a great potential in the design and optimisation of surface-stabilised burners that burn a hydrogen-air mixture with respect to flame stabilisation. Furthermore, it forms the basis for future simulations of a full-scale 3D model.

Key words: *gas boiler; premixed combustion; flashback; hydrogen; decarbonisation*