

شبیه سازی احتراق HCCI و آلاینده های آن با استفاده از یک مدل چند منطقه ای

الهه نشاط اسفهلانی^۱، رحیم خوشبختی سرای^{۲*}

e_neshat@sut.ac.ir
khosbakhti@sut.ac.ir

^۱ دانشجوی دکتری دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی سهند
^{۲*} عضو هیات علمی دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی سهند

چکیده

هدف از مطالعه حاضر، توسعه یک مدل چند منطقه ای برای شبیه سازی عملکرد و آلاینده های موتورهای HCCI می باشد. مدل مورد نظر شامل چهار نوع منطقه شامل منطقه هسته، منطقه لایه مرزی، مناطق میانی، که مناطقی بین دو منطقه هسته و لایه مرزی هستند، و منطقه درزها می باشد. حجم منطقه هسته، مناطق میانی و لایه های مرزی با زمان تغییر می یابد ولی حجم منطقه مربوط به درزها همواره ثابت و برابر ۳ درصد حجم فضای مرده می باشد. برای افزایش دقت مدل در پیش بینی عملکرد موتور انتقال حرارت هدایتی بین مناطق مجاور در نظر گرفته شده است. تبادل انرژی بین لایه مرزی و دیواره های محفظه احتراق نیز از طریق انتقال حرارت جابجایی صورت می گیرد. علاوه بر انتقال حرارت هدایتی، انتقال انرژی بین مناطق مجاور با انتقال جرم بین آنها صورت می گیرد. در مدل توسعه یافته برای شبیه سازی فرایند احتراق از مکانیزم های سینتیک شیمیایی مناسب سوخت مورد مطالعه استفاده شده است. برای محاسبه دقیق دما، فشار و ترکیب گازهای داخل سیلندر در لحظه بسته شدن دریچه ورودی، از یک مدل تک منطقه ای برای شبیه سازی عملکرد موتور در حین فرایندهای تبادل گاز استفاده شده است. صحت سنجی مدل با استفاده از داده های تجربی حاصل از احتراق HCCI هپتان نرمال و متان، صورت می پذیرد. نتایج حاصل از مدل نشان می دهد که مدل دارای دقت مطلوبی در پیش بینی آلاینده ها و فشار داخل محفظه احتراق است. بیشینه خطای مدل در پیش بینی CO برابر با ۱/۷۸٪ و در پیش بینی UHC برابر با ۱۲/۸۶٪ می باشد.

کلیدواژه ها: موتور HCCI، مدل های چند منطقه ای، مکانیزم سینتیک شیمیایی، انتقال جرم، انتقال حرارت

Modeling of HCCI combustion and emissions using a multi zone model

E. Neshat Esfahlani¹, R. Khosbakhti Saray^{2*}

¹PhD Candidate, Mechanical Engineering Department, Sahand University of Technology
^{2*}Faculty of Mechanical Engineering Department, Sahand University of Technology

e_neshat@sut.ac.ir
khosbakhti@sut.ac.ir

Abstract

The main purpose of this paper is development of a multi zone model for prediction of combustion, performance and emissions characteristics of HCCI engines. Developed model contains four various zones that include core zone, boundary layer zone, outer zones, which are between core and boundary layer, and crevice zone. Core zone is the innermost zone and boundary layer is the nearest zone to wall. Volume of crevice zone is constant and equals to 3% of volume of TDC but volume of other zones changes by time. There is conductive heat transfer between neighborhood zones. Mass transfer is considered between zones, too. There are convective heat transfer between boundary layer gases and combustion chamber walls. Suitable Chemical kinetics mechanisms are used for accurate combustion simulation. To calculate in-cylinder temperature, pressure and composition at intake valve closing, a single zone model is used for simulation of gas exchange process. Model is validated using experimental data of HCCI combustion of n-heptane and methane fuels. Results show that model can predict HCCI combustion, performance and emissions characteristics, accurately. Maximum error of model results for CO prediction is equal to 1.7% and for UHC prediction is equal to 12.86%.

Keywords: HCCI engine, multi zone model, chemical kinetics mechanism, mass transfer, heat transfer