کنترل زمان‌بندی احتراق گاز طبیعی در موتور تراکمی همگن با افزودن گاز سنتزی توسط یک مدل سینتیک شیمیایی

سینا وشتانی[۱]، مسعود ریحانیان [۲]، سمیرا اکبری[۳]، وحید حسینی[۴*]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف voshtani@mech.sharif.edu
[۲] دانشجوی دکتری دانشکده‌ی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف m_reyhanian@mech.sharif.edu
[۳] دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی شریف Samira_akbari89@yahoo.com
[۴*] عضو هیئت‌علمی دانشکده مکانیک دانشگاه صنعتی شریف vhosseini@sharif.edu

چکیده

موتورهای اشتعالی تراکمی همگن به علت قابلیت بازدهی حرارتی بالا، کاهش شدید آلاینده‌هایی نظیر اکسیدهای نیتروژن(NO_x) و کاهش مصرف سوخت در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. بزرگ‌ترین معضل این موتورها، کنترل احتراق می‌باشد که در محدوده عملکردی باریکی میان ضربه و بد سوزی اتفاق می‌افتد. گاز طبیعی از سوخت‌های پرکاربرد در موتورهای احتراق داخلی است. استفاده از گاز طبیعی در موتورهای تراکمی همگن، به علت تمایل پایین آن به خود اشتعالی، دشوار است و در نتیجه در بررسی کنترل احتراق می‌بایست از روش‌هایی نظیر افزودن گاز سنتزی استفاده کرد. در این مقاله مدل صفر بعدی تک ناحیه‌ای که به طور مستقل به منظور کنترل پیش‌بینی زمان‌بندی احتراق و اثر اضافه کردن گاز سنتزی (RG) که دارای ترکیب متغیری از کربن مونوکسید و هیدروژن می‌باشد، به عنوان عامل کنترل‌کننده احتراق استفاده می‌گردد. برای صحت‌سنجی از نتایج تجربی حاصل از موتور تک سیلندر CFR استفاده شده است. نتایج حاکی از آن است که افزودن گاز سنتزی (RG) و در کنار آن تغییر درصد هیدروژن در ترکیب گاز سنتزی (RG)، با تغییر خواص ترمودینامیکی و خواص شیمیایی احتراق، باعث تغییر زمان شروع احتراق می‌گردد و می‌تواند روش مناسبی برای کنترل احتراق در موتور HCCI به دست آورد که موجب گسترده شدن محدوده کاری موتور، افزایش راندمان و کاهش مصرف سوخت خصوصاً در نسبت‌های هم‌ارزی و دمای ورودی پایین‌تر، می‌شود.

کلیدواژه‌ها: موتور اشتعال تراکمی همگن، مدل‌سازی تک منطقه‌ای، زمان آغاز احتراق، کنترل احتراق، گاز سنتزی (RG)

Controlling Natural gas combustion timing in the HCCI engine with synthetic gas enrichment using a chemical kinetic model

Sina Voshtani[1], Masoud Reyhanian[2], Samira Akbari [3], Vahid Hosseini[4]

[1]MSc Student, Mechanical Engineering Department, Sharif University of Technology voshtani@mech.sharif.edu
[2]PhD Candidate, Mechanical Engineering Department, Sharif University of Technology m_reyhanian@mech.sharif.edu
[3]MSc Student, Mechanical Engineering Department, Sharif University of Technology Samira_akbari89@yahoo.com
[4*]Faculty of Mechanical Engineering Department, Sharif University of Technology Vhosseini@sharif.edu

Abstract

In recent years, HCCI engines have been in the center of attention due to their high thermal efficiency, low emission rate (e.g. NOx), and low fuel consumption. The main drawback in these engines is combustion control which happens in limited operation range between knock and misfiring. Natural gas is a commonly used fuel in ICEs. However, using natural gas in HCCI engines is challenging due to its low tendency to self-ignition. Hence, approaches like reformer gas enrichment should be employed. In this paper, a zero dimensional model which is compiled stand alone is introduced in order to predict combustion timing and investigate the effects of variable composition reformer gas with different content of H2 and CO. Experimental results from a single cylinder CFR engine is used to validate the proposed model. Results show that the addition of RG and changes in H2 content of RG can affect ignition timing and can be used in combustion control in HCCI engines which expand limit of operation, increases engine efficiency, and reduces fuel consumption especially in lower air/fuel ratio and inlet temperature.

Keywords: Homogeneous Charge Compression Ignition, Single-zone model, Start of combustion, Combustion control, Reformer Gas enrichment