



Development of a Control Oriented Model for Controlling HCCI Engine Using VCR system

F. Khoshabadi¹, R. Khoshbakhti Saray^{2*}, M. Mirzaei³

¹Faculty of Mechanical Engineering, Sahand University of Technology

^{2*}Faculty of Mechanical Engineering, Sahand University of Technology

³Faculty of Mechanical Engineering, Sahand University of Technology

F_khoshabadi@sut.ac.ir

khoshbakhti@sut.ac.ir

mirzaei@sut.ac.ir

Abstract

A known problem of HCCI engine is its lack of direct control and its requirements for feedback control. Due to the auto-ignition phenomena of HCCI combustion, fast and appropriate prediction of the SOC (Start of Combustion), BD (Burn duration) and CA50 (Crank Angle in which 50% of cumulative heat release occurs) is required for suitable control strategy. In this Study, COMs (Control Oriented Models) are modified according to a multi-zone Thermo Kinetic Model (TKM) in which closed and gas exchange cycles of the engine are modeled. This model is coupled with a full kinetic model. MKIM (Modified Knock Integral Model) is used for prediction of SOC while a new simple modified model is proposed for BD and CA50 prediction. The MKIM outputs are validated with TKM outputs and favorable accuracy is observed. A comparison has been made between a new and a known Weibe function for BD and CA50 and a simple modified model is proposed having both sets of minimum BD and CA50 errors. Experimental data of the CFR (Cooperative Fuel Research) engine using VCR (Variable Compression Ratio) by affecting the clearance volume is used. The maximum errors in prediction of BD and CA50 using proposed modified model are 0.6 and 0.4 crank angle degree, respectively.

Keywords: HCCI, Control Oriented Model, VCR mechanism

توسعه‌ی یک مدل کنترلی برای کنترل احتراق HCCI با استفاده از سیستم نسبت تراکم متغیر

فرهاد خوش آبادی^۱، رحیم خوش بختی سرای^{۲*}، مهدی میرزایی^۳

F_khoshabadi@sut.ac.ir

khoshbakhti@sut.ac.ir

mirzaei@sut.ac.ir

^۱دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی سهند

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

^۳عضو هیات علمی دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه صنعتی سهند

چکیده

مشکل اصلی موتورهای احتراق تراکمی مخلوط همگن نبود روش کنترلی مستقیم و نیز نیازمندی به کنترل بازخور موتور می‌باشد. با توجه به طبیعت خود اشتعالی در این نوع احتراق، پیش‌بینی سریع و دقیق زمان شروع احتراق (SOC)، طول بازه احتراقی (BD) و نیز زاویه‌ای که در آن ۵۰٪ آزادسازی انرژی رخ می‌دهد (CA%)، جزو ملزومات یک استراتژی کنترلی مطلوب می‌باشد. در این مقاله مدل‌های کنترل گرا بر مبنای مدل ترموسیتتیکی چند منطقه‌ای که در آن فرآیندهای سیکل بسته و نیز تبادل گاز مدل‌سازی شده، اصلاح شده‌اند. از مدل انتگرال کوبشی اصلاح شده (MKIM) برای پیش‌بینی زمان احتراق استفاده شده است در حالی که یک تابع ترکیبی جدید برای پیش‌بینی BD و CA50 معرفی شده است. خروجی مدل MKIM با نتایج TKM مقایسه شده و دقت بالای نتایج به نمایش در آمده است. مقایسه‌ای بین یک مدل جدید و نیز تابع معروف ویب صورت گرفته و در نهایت یک مدل جدید ترکیبی معرفی می‌گردد که کمینه خطای پیش‌بینی را برای هر دو مقدار BD و CA50 نشان می‌دهد. از داده‌های تجربی موتور CFR همراه با سیستم نسبت تراکم متغیر ناشی از تغییر در حجم لقی استفاده شده است. مدل ترکیبی ارائه شده با حداکثر خطای ۶/۰ درجه برای طول بازه‌ی احتراقی و نیز ۴/۰ درجه برای موقعیت CA50 کارکرد قابل قبولی را از خود نشان می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: موتورهای احتراق تراکمی مخلوط همگن، مدل کنترل گرا، مکانیزم نسبت تراکم متغیر