



Das CFD-Paket „Forté“ modelliert Kinetik und Zerstäubung in dreidimensionalen Motorsimulationen realitätsnah mit hoher Genauigkeit

CFD: Kinetik und Zerstäubung

3D-Simulation von Brennstoffeffekten im Verbrennungsmotor

Ein neues Softwarepaket aus den USA erfüllt die Träume von Ingenieuren, die in einer vertretbaren Zeit saubere und effiziente Kraftfahrzeugmotoren entwickeln wollen, ohne zeitaufwändige Prototypen bauen und experimentelle Ergebnisse abwarten zu müssen. Es schien bislang nahezu unmöglich, strömungsmechanischen Problemen rechnerisch prädiktiv beizukommen, trotz des Einsatzes von CFD-Software. Um präzise Voraussagen zu Emission und Zündung zu erhalten, hätten außerdem chemische Kinetikgleichungen gelöst werden müssen, doch der Zeitaufwand dafür war kommerziell nicht vertretbar.

Seit mehr als 100 Jahren bemühen sich die Motorenentwickler um exakte Detailanalysen des Zündvorgangs im Brennraum, dessen genaue Kenntnis Voraussetzung für die Konstruktion verbrennungseffizienter und emissionsarmer Kraftfahrzeugmotoren ist. Das ist besonders wichtig für neue Motorkonzepte oder Treibstoffe der Zukunft (Bio-Sprit), aber auch angesichts immer strengerer Emissionsnormen, unterschiedlicher Kraftstoffkombinationen sowie einer variierenden Zusammensetzung der globalen Brennstoffe.

Dreidimensionale Motorsimulation

Der Chef des kalifornischen Unternehmens Reaction Design, Bernie Rosenthal, stellte indes unlängst das CFD-Paket Forté vor, das Kinetik und Zerstäubung in dreidimensionalen Motorsimulationen realitätsnah mit hoher Genauigkeit modelliert. Es vermittelt dem Motorenentwickler realistische Simulationsergebnisse von Brennstoffeffekten in Verbrennungsmotoren direkt von CAD-Zeichnungen. Forté enthält die branchenweit modernsten Zerstäubungsmodelle sowie durch jahrzehntelange Forschung gestützte, wirklichkeitsgetreue Modelle der Kraftstoffchemie. Präzise Ergebnisse, für die traditionelle CFD-Tools Tage oder Wo-

chen brauchen, liegen innerhalb von Stunden vor. Mit wachsender Bedeutung von Dieseltreibstoffen wurde darüber hinaus die Weiterentwicklung von Rußmodellen verfolgt und besonderer Wert auf die Verteilung der Partikelgröße und Feinstaub-Emissionen gelegt.

Das MFC-Model Fuels Consortium

Unter Führung von Reaction Design entstand parallel das MFC (Model Fuels Consortium) mit mehr als 20 Mitgliedern, darunter VW und Peugeot (PSA) sowie japanische und amerikanische OEMs. Sie wollen genaue Treibstoffmodell-Chemiemechanismen zur Verwendung in dieser Simulation erstellen. Dahinter steckt die Erkenntnis, dass sich die Kraftstoffe aus verschiedenen chemischen Molekülklassen zusammensetzen, und dass sich jede Struktur unterschiedlich verhält. Sobald man ein Treibstoffmolekül darstellen kann, lässt sich auch das mit der Molekülklasse verbundene Verhalten darstellen. Außerdem entwickelte man eine Software zur Optimierung der Surrogat-Mischung, bei der die Oktan- oder Cetanzahl als einer der Eingabewerte dient. Damit können Ingenieure einige Grundrezepturen beschreiben und regionale Variationen sowie unterschiedliche Mischungsverhältnisse berücksichtigen.

Lösung mit bislang nicht verwendeten Algorithmen

Während jedes Zyklus laufen im Motor unzählige physikalische und chemische Vorgänge parallel ab. Die Komplexität sowohl des mechanischen als auch des chemischen Prozesses sowie die Art und Weise, wie sich beispielsweise ein injiziertes Spray im Zylinder verteilt, wirkt sich auf alle interessierenden Faktoren aus, zum Beispiel die Temperatur, den Beginn der Flamme und deren Ausbreitung. Reaction Design beschritt zur Lösung der zeitaufwändigen chemischen Gleichungen neue Wege und brachte bislang nicht verwendete Algorithmen in die Berechnung ein. Dadurch konnte die Komplexität von einer exponentiellen in eine lineare Abhängigkeit reduziert werden. Forté könnte die Entwicklung und das Verständnis von fortschrittlichen Motorkonzepten beschleunigen, die sich stark auch um selbstzündende Benziner drehen, so die sparsameren und abgasärmeren Lösungen mit Kraftstoffvormischung (PCCI) oder mit einem homogenen Gemisch (HCCI).

Reaction Design, Tel.: 001 858 550-1920;
E-Mail: brosenthal@reactiondesign.com