

УДК 621.43.013

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Д.А. Масленников
ст. Слободчуков В.М.

Донецкий национальный технический университет

Аннотация: В последние годы наиболее широкое распространение в исследованиях механики жидкости получили методы компьютерного моделирования. В основном это связано с очень динамичным развитием аппаратных средств вычислительной техники и программного обеспечения. Используя компьютерное моделирование на начальных этапах проектирования значительно снижает затраты и ускоряет внедрение нового решения, что приводит к снижению эксплуатационных расходов.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, автомобильная промышленность, визуализация физических процессов, аэродинамических процессов, механика жидкости и газа.

На этапах проектирования компьютерное моделирование физических и химических процессов применяется в автомобильной промышленности (моделирование тепловых процессов двигателя внутреннего сгорания, прочностной расчет конструкций, визуализация процесса сгорания топлива и т. д.), ракетостроение, авиастроение, аэрокосмическая промышленность. Также моделирование и визуализация реальных процессов применяются при проектировании аэродинамических процессов, в исследованиях движения жидкости и газов в различных системах (турбулентный поток внутри камеры сгорания, течение газа в выхлопных коллекторах, система охлаждения, процессы впрыска и испарения

топлива), вентиляции и кондиционирования воздуха салона, сцепление шин с дорожным покрытием в различных условиях.

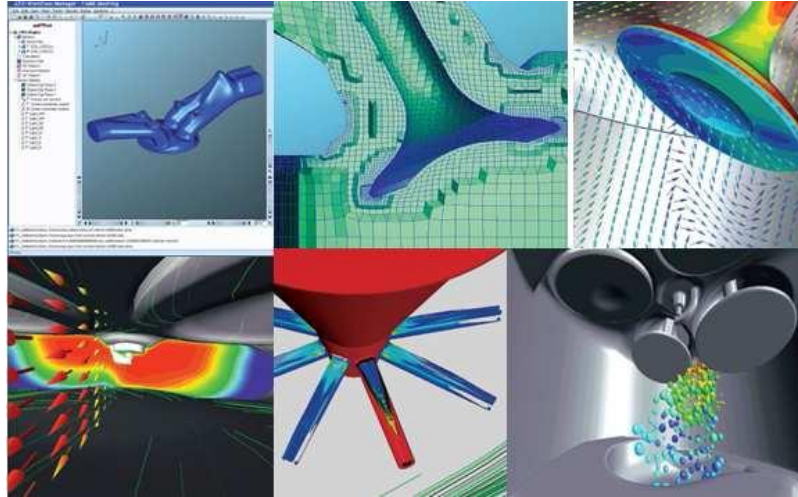


Рисунок 1 – Моделирование и визуализация

Вычислительная гидродинамика (англ. computational fluid dynamics, CFD) — подраздел механики сплошных сред, включающий совокупность физических, математических и численных методов, предназначенных для вычисления характеристик потоковых процессов и визуализации этих процессов [3].

Программы вычислительной гидродинамики позволяют проводить подробный анализ химических и физических процессов, при этом нет необходимости в больших затратах времени и дорогостоящих экспериментальных исследований во время цикла разработки и модернизации. Возможно получить необходимую информацию о процессах движения жидкости (распределение поля скоростей, поля давления), перенос тепла (температурного поля) и массы, а также получить детальное графическое изображение этих процессов. Это достигается путем численного решения уравнений, описывающих физические процессы обмена массы и энергетического баланса. А графическое представление результатов исследований существенно облегчает обеспечение контроля и лучшего понимания численных результатов.

Повышение уровня знаний о сложных механизмах гидродинамики может быть достигнуто за счет правильной экспериментальной проверки моделей. Основные

характеристики гидродинамического процесса могут быть исследованы с помощью оптических методов анализа потоков:

- цифровой метод измерения полей скорости с использованием индикаторных частиц, который основан на последовательной корреляции двух последовательных изображений потока;

- визуализация структур течения. Цифровая запись изображений и последующая их обработка позволяют определить следы частиц, взвешенных в потоке. Таким образом, создается образ структуры потока и облегчает интерпретацию основных характеристик поля скоростей.

Использование этой информации является основой для оценки адекватности графического отображения результатов компьютерного моделирования [1].

CFD моделирование использует геометрию (геометрическое распределение элемента объема).

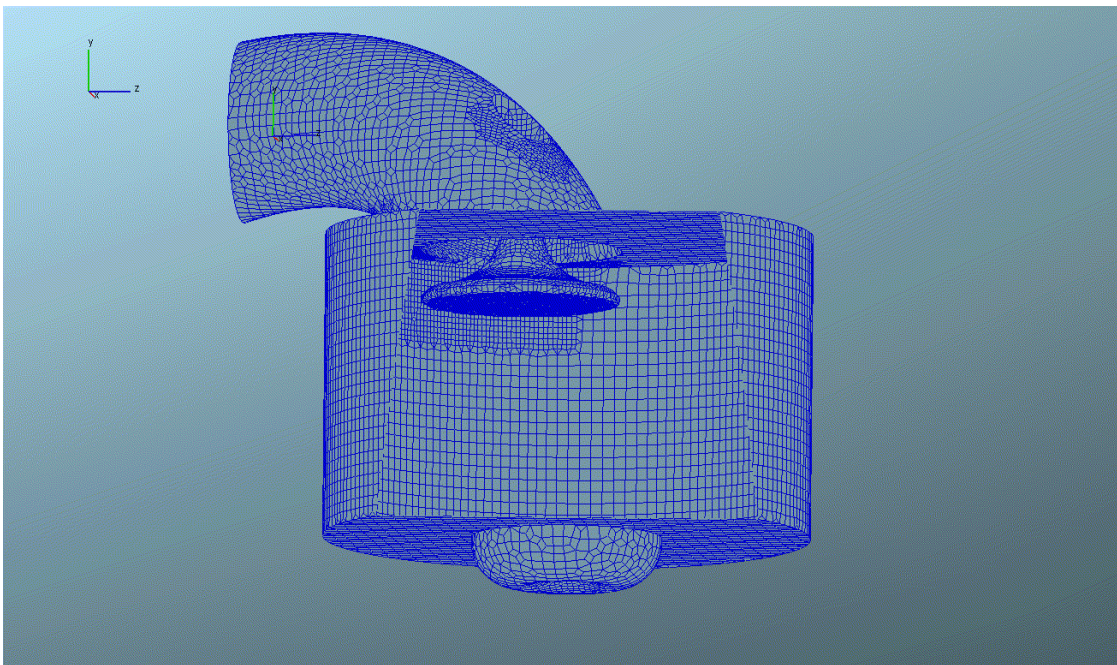


Рисунок 2. пример создания расчетной сетки

Для адекватного отображения графической информации модель должна охватывать многофазовые явления и требуют одновременного решения уравнений для жидкой и газовой фазы рабочего тела. Модель физических процессов основана на подмоделях, которые в значительной степени влияют на качество моделирования процесса динамического движения жидкостей и газов. Используемая модель состоит из следующих подмоделей:

- турбулентной модели распада капель топлива,

Для наглядного представления и анализа результаты численного решения процесса распыления топлива представляются в графической форме в виде графиков, цветных полей распределения переменных или векторных полей, линий тока, числовых значений параметров в заданных областях, трехмерной модели процесса. Форма графического представления результатов компьютерного моделирования должна наилучшим образом отражать физическую сущность исследуемых процессов.

Некоторые результаты моделирования, связанные с физической картиной протекающих в камере сгорания процессов, показаны на рисунке 3.

Модель позволяет наглядно продемонстрировать процессы происходящие в ДВС.

На рисунке 3 показано векторное поле скоростей в камере сгорания в момент распыления топлива. Анализ этого поля позволяет определить степень взаимодействия топлива с воздухом. Завихрения на поверхности топливной струи влияют на скорость испарения капель и процессы перемешивания.

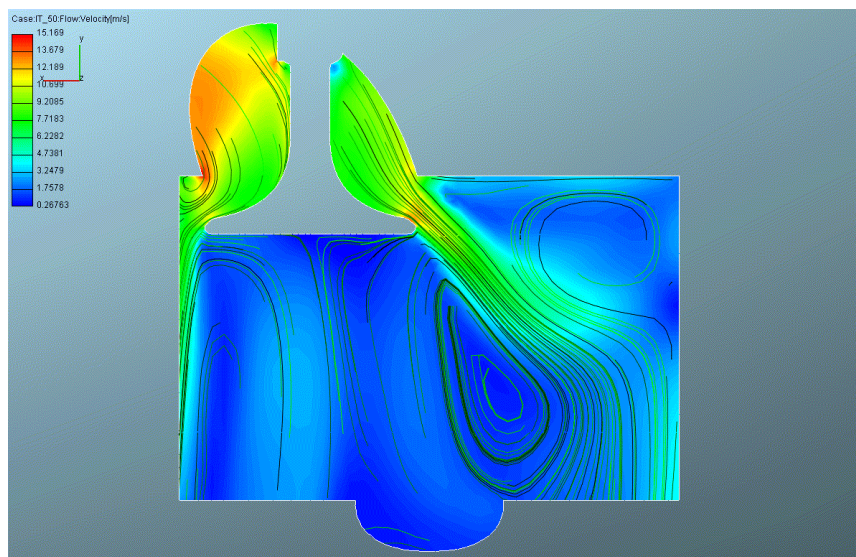


Рисунок 3 – Векторное поле скоростей в камере сгорания

Выводы.

Можно сделать выводы: методы компьютерного моделирования физических процессов, являются важным инструментом, предопределяющим новые возможности и востребованы во многих областях знания, науки и инженерных технологий. Их использование позволяет в значительной степени сократить и оптимизировать процесс исследования. А компьютерная графика позволяет представить результаты научных исследований, выраженные в численной форме, в виде визуальных образов. Графическое представление численных данных облегчает работу с информацией.

Литература

1. Befrui B., Corbinelli G., Robart D., Reckers W., Luxembourg G.D.: LES Simulation of the Internal Flow and Near-Field Spray Structure of an Outward-Opening GDI In-jector and Comparison with Imaging Data, SAE Technical Paper 2008-01-0137.
2. Szpica D.: Simulation tests on air flow through selected types of throttle bodies, Combustion Engines, PTNSS-2010-SS1-105, 1/2010 (140).
3. Kim S.-J., Kim Y.-N., Lee J.-H.: Analysis of the In-Cylinder Flow, Mixture Formation and Combustion Processes in a Spray-Guided GDI Engine, SAE Technical Paper 2008-01-0142.
4. Lohfink C., Baecker H., Tichy M.: Experimental Investigation on Catalyst-Heating Strategies and Potential of GDI Combustion Systems, SAE Technical Paper 2008-01-2517.

5. Schwarz Ch., Schünemann E., Durst B., Fischer J., Witt A.: Potentials of the Spray-Guided BMW DI Combustion System, SAE Technical Paper 2008-01-1265.

6. Wisłocki K., Pielecha I., Czajka J., Maslennikov D., Kaźmierowski J.: The assessment of the usefulness of a Rapid Compression Machine in optical research on the injection and combustion processes of liquid fuels. Combustion Engines, 2010-SS4-401, 2010.

7. D. Maslennikov: Badawcza identyfikacja właściwości systemu spalania z bezpośrednim wtryskiem paliwa i zapłonem iskrowym. 149 s. : il. ; 30 cm + 2 recenzje. Rozprawa doktorska. Politechnika Poznańska, 2012 DrOIN 1457