

ЛИТЕРАТУРА

1. Лобов Н.В. Трехмерная математическая модель двухтактного одноцилиндрового бензинового ДВС// В журнале «Строительные и дорожные машины», 2003, №2, с. 40-42.
2. Ю.М. Давыдов. Крупных частиц метод. – В кн.: Мат. энциклопедия, Т.3, 1982, с. 125-129.
3. Лобов Н.В. Моделирование рабочего процесса в двухтактном одноцилиндровом двигателе внутреннего сгорания, Пермь, ПермГТУ, 2003, 82 с.
4. Лобов Н.В. Оценка эффективности процесса газообмена в двухтактном двигателе с кривошипно-камерной продувкой // Ползуновский вестник. – 2004. – №1. – С.225–229.
5. Рудой Б.П., Галлиулин Ф.Ф. Концепция проектирования выпускного тракта ДВС по шумовым характеристикам// Двигатель – 97: Материалы МНТК.– М., 1997. – С.93.

О РАЦИОНАЛЬНОМ ОПИСАНИИ ГИДРОГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДВС

Малиованов М.В., Хмелёв Р.Н.

Тульский государственный университет, г. Тула

Современный этап теоретических исследований ДВС характеризуется существенной сложностью используемых математических моделей [1 – 4]. Это прежде всего касается многомерных математических моделей, описывающих течение жидкого или газообразного рабочего тела в проточных частях двигателя. Используемые математические модели, как правило, на достаточно высоком уровне описывают течение жидкой или газовой среды в отдельных элементах гидрогазодинамических систем. При этом процесс функционирования двигателя в целом часто исключается из рассмотрения, а его влияние на исследуемый элемент заменяется соответствующими граничными условиями.

При исследовании гидрогазодинамических систем ДВС, как правило, наибольший интерес представляют система топливоподачи и газозоудный тракт в различных конструктивных сочетаниях, зависящих от типа двигателя. Названные системы представляют собой совокупность звеньев различной физической природы: твердых, жидких, газообразных и при их движении имеет место комплекс механических, тепловых и других движений и процессов. Кроме того, эти системы имеют глубокие внутренние связи, которые при динамическом анализе (анализе их функционирования) не позволяют расчленять каждую систему на независимые составляющие,

так как сложная система в целом обладает новыми качествами, не свойственными отдельным элементам [5].

Особенность предлагаемого единого подхода заключается в представлении гидрогазодинамических систем ДВС в виде совокупности взаимодействующих элементов и в выборе в зависимости от поставленных задач исследования и характера потока соответствующих математических моделей (табл. 1).

При использовании разработанного комплекса математических моделей для описания гидрогазодинамических систем ДВС одним из важнейших вопросов является отыскание рациональной формы уравнения состояния, позволяющего правильно описать поведение вещества в широкой области параметров состояния. Так при расчете газозооушного тракта ДВС для большинства решаемых задач в качестве уравнения состояния, как правило, используется уравнение состояния идеального газа. При описании изменения состояния топлива (дизельного топлива и бензина) в данной работе использовались уравнение состояния, зависимости для определения скорости звука, удельных теплоемкостей, приведенные в работе [4]. На основании этих данных были получены уравнения для определения внутренней энергии, энтальпии и расхода с учетом изменения температуры рабочего тела.

Таблица 1

Характеристики и область применения разработанного комплекса математических моделей

№ п/п	Размерность математических моделей	Характеристики и область применения математических моделей
1	Нульмерные (термодинамические)	Используются для описания термодинамических по своей природе процессов (процессов энергопреобразования в цилиндрах и полостях), которые являются доминирующими. В основу моделей положены уравнения тепломеханики: законы сохранения энергии, массы рабочего тела в полости цилиндра, законы движения твердых звеньев и уравнение состояния.
2	Одномерные	Используются для расчета течения в прямолинейных или незначительно искривленных участках трубопроводов. В основу моделей положены дифференциальные уравнения неразрывности, количества движения (в форме Эйлера), энергии и уравнение состояния. Для численного решения уравнений использовался метод С.К. Годунова. В одномерной постановке выполнен учет трения и теплообмена потока со стенками кана-

		лов, а также течения потока через местные сопротивления. Предусмотрена возможность задания основных типов граничных условий на непроницаемых и открытых границах [6].
3	Двух- и трехмерные	Двухмерные модели используются для исследования осесимметричных течений и разветвлений трубопроводов. Трехмерные модели используются для определения детальной структуры течения в проточных частях двигателя. В основу моделей положены дифференциальные уравнения неразрывности, количества движения (в форме Эйлера или Навье-Стокса), энергии и уравнение состояния. Для численного решения уравнений использовался метод С.К. Годунова. Реализована возможность пространственного расчета взаимодействия потока с движущейся контактной границей.

Поскольку выполнение расчетов во всех проточных частях ДВС с использованием трехмерных моделей требует значительных затрат машинного времени, для сокращения этих затрат необходимо обеспечить переход от одного типа течения к другому за счет процедуры осреднения потока. В данной работе для объединения математических моделей с различным числом пространственных координат использовался наиболее распространенный метод, состоящий в сохранении в исходном и осредненном потоках одинаковыми величин расхода газа, импульса и полной энергии.

Как показали проведенные расчеты, наиболее целесообразно использовать комбинацию нульмерного и пространственного подходов, которая позволяет с невысокими затратами машинного времени выполнить совместные исследования процессов функционирования двигателя и газодинамических процессов в проточных его частях. В данном случае основной является нульмерная математическая модель, поскольку именно она отражает процессы преобразования химической энергии топлива в механическую работу и позволяет оценить возможности двигателя как генератора механической энергии.

К настоящему времени накоплен определенный положительный опыт применения разработанного комплекса математических моделей для решения практически важных задач [7]. На примере дизеля ТМЗ-405Д разработано математическое описание газодинамических процессов в проточных его частях, а также получена связь основных конструктивных и эксплуатационных параметров системы газообмена с выходными характеристиками двигателя. Некоторые результаты расчетов приведены на рис.1–3.

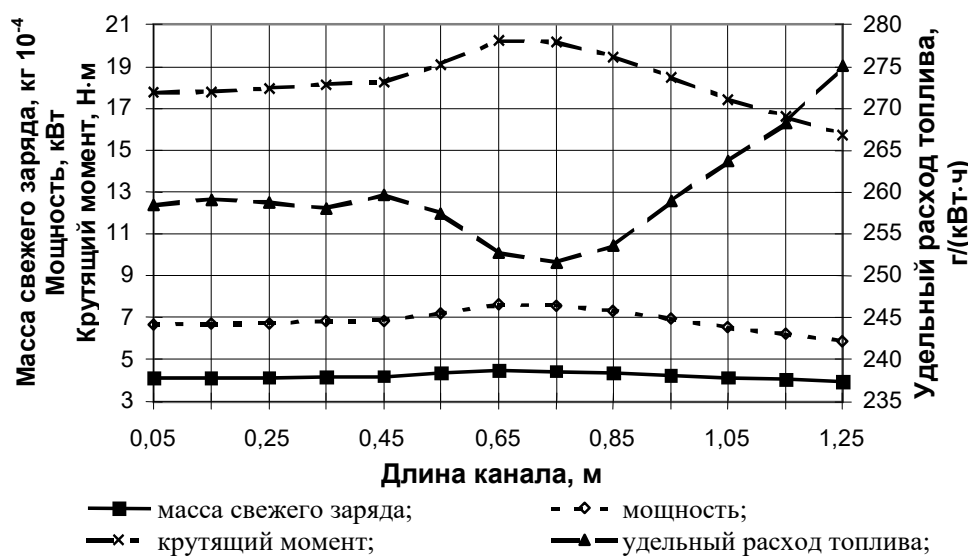


Рис.1. Влияние протяженности впускного канала на массовое наполнение цилиндра и эффективные показатели работы двигателя

Предложенный единый подход к описанию гидрогазодинамических систем ДВС по сравнению с существующими позволяет на стадии проектирования с меньшими временными затратами осуществить выбор основных параметров названных систем, что обеспечит наилучшие характеристики двигателя. При этом могут быть обоснованно сформулированы требования к гидрогазодинамическим системам ДВС по требованиям, предъявляемым к двигателю в целом.

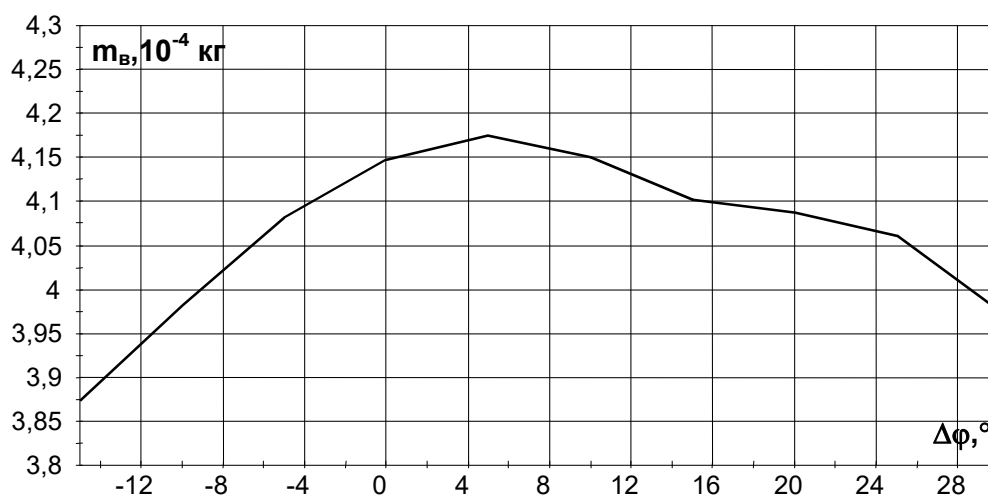


Рис. 2. Зависимость массы свежего заряда от смещения фаз газораспределения

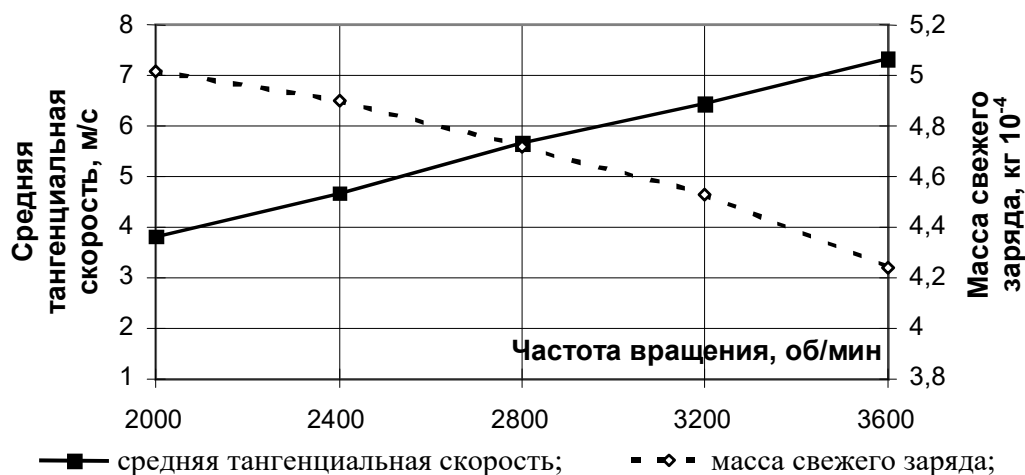


Рис. 3. Зависимость газодинамических характеристик винтового впускного канала от скоростных режимов работы двигателя

ЛИТЕРАТУРА

1. Гришин Ю.А. Газодинамическое совершенствование проточной части ДВС: Дисс... докт. техн. наук. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000.
2. Лобов Н.В. Моделирование рабочего процесса в двухтактном одноклиндровом двигателе внутреннего сгорания. – Пермь: Перм. гос. техн. ун-т, 2003. – 81 с.
3. Керимов З.Х. Некоторые результаты математического моделирования волновых процессов в двухфазной среде в дизельной топливовпрыскивающей системе // Двигатели внутреннего сгорания: Научно-технический журнал. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2004. №1(4). – С. 20 – 24.
4. Грехов Л.В. Использование линеаризованного распада разрыва для расчета топливоподачи в дизелях // Автомобильные и тракторные двигатели: Межвузовский сборник научных трудов. Вып. XVI. – М.: МАМИ, 1999. – С. 81 – 85.
5. Подчуфаров Ю.Б., Кирик Г.Б., Андреев В.М. Математические модели автоматических систем. Гидромеханические системы: Учебное пособие. – Тула: ТулПИ, 1987. – 96 с.
6. Гришин Ю.А., Хмелёв Р.Н. Способы постановки граничных условий при численном моделировании газодинамических процессов в ДВС. // Изв. ТулГУ. Сер. "Автомобильный транспорт". Вып. 7 – Тула: ТулГУ, 2003. – С. 161-167.
7. Малиованов М.В., Хмелёв Р.Н. Разработка комплекса математических моделей для описания газодинамических процессов в ДВС // Двигатели внутреннего сгорания: Научно-технический журнал. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2004. №1(4). – С. 43 – 45.