

Предложенная методика оценки механических потерь дизельного двигателя может быть использована при доводке существующих и перспективных поршневых ДВС.

### **Литература**

1. Судовые дизель-редукторные и дизель-электрические агрегаты с дизелями ряда ЧН 22/28. – Нижний Новгород: ОАО РУМО, 2004. – 8с.

2. Вырубов Д.Н. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей: учеб. для студ. ВТУЗов / Д.Н. Вырубов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин [и др.]; под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 372с.

3. Хандов, З.А. Судовые двигатели внутреннего сгорания (Теория) / З.А. Хандов. – 3 изд., доп. – М.: Транспорт, 1975. – 368с.

## **УДАЛЕННЫЙ ДОСТУП К СОВРЕМЕННЫМ ПРОГРАММАМ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ В ДВС И ЕГО ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМАХ**

**Иващенко Н.А., Кулешов А.С., Грехов Н.А., Фадеев Ю.М., Кулешов А.А.**  
(МГТУ им. Н.Э.Баумана).

В настоящее время во всем мире проектирование и доводка ДВС не мыслится без проведения математического моделирования и компьютерной оптимизации. Передовыми научными центрами предпринимаются значительные усилия для разработки программного обеспечения позволяющего решать задачи совершенствования рабочих процессов ДВС и, прежде всего, проблем рациональной организации смесеобразования и сгорания в дизелях. Потребность в таком программном обеспечении весьма высока, а стоимость программ наиболее известных разработчиков составляет по разным данным от 20 тыс. долларов США за одно рабочее место в год. Для расчета рабочих процессов дизелей во всем мире наибольшее распространение получили программы: GT-Power (Gamma Technologies, США); BOOST (AVL, Австрия), WAVE (Ricardo, Великобритания); для расчета топливной аппаратуры используются программы Finject (Ricardo), HydSim (AVL), Bosch, Imagine (AMESIM), GT-SUITE (Gamma Technologies).

Что касается упомянутых программ расчета рабочих процессов ДВС, то они в основном, ориентированы на расчет процессов газообмена в цилиндрах и коллекторах двигателей и обладают ограниченными возможностями для исследования и оптимизации процессов сгорания. Причиной этому является отсутствие в их составе достаточно устойчивых, быстрых и адекватных методов расчета процессов смесеобразования и сгорания в дизелях. Указанные программы имеют по несколько методов расчета сгорания и позволяют пользователям подсоединять к ним свои расчетные методы. В связи с развитием в последние годы методов расчета сгорания построенных на технологии CFD, разработчики термодинамических программ стали снабжать свои продукты возможностью подключения модулей, осуществляющих 3D моделирование развития струй в камерах сгорания дизелей. Для сокращения времени счета эти модули обычно рассматривают сектор камеры сгорания с одной струей. Такой подход не позволяет моделировать конструкции со смещенным относительно центра распылителем, не позволяет учитывать эффект от взаимодействия струй между собой. Кроме того, использование технологии CFD в термодинамических программах приводит к существенным затратам ма-

шинного времени. Альтернативой такому подходу является разработанная в МГТУ им. Н.Э.Баумана термодинамическая программа ДИЗЕЛЬ-РК обладающая эффективной моделью смесеобразования и сгорания в дизеле [1, 2] построенной на расчетном методе профессора Разлейцева Н.Ф.[3]. В камере сгорания произвольной формы рассматривается развитие струй топлива, взаимодействие их с воздушным вихрем, со стенками, развитие пристеночных потоков топлива и взаимодействие пристеночных потоков между собой. Программа позволяет оптимизировать форму камеры сгорания, подбирать параметры топливоподачи, интенсивность вихря и т.д. Наряду с проблемой создания устойчивой и надежной модели сгорания и ДВС в целом, авторы проекта уделили внимание проблеме доступности созданного современного программного обеспечения для заинтересованных пользователей, не имеющих возможности приобрести полную версию программы. С этой целью была разработана система, поддерживающая работу с удаленными пользователями через Интернет. Серверная часть программы круглосуточно функционирует на сервере университета. Клиентская часть включает оболочку, обеспечивающую хранение и редактирование исходных данных, обработку результатов расчета, визуализацию движения струй и их пристеночных потоков в камере сгорания и программу передачи данных через Интернет. Клиентская часть может быть загружена с сайта [www.diesel-rk.bmstu.ru](http://www.diesel-rk.bmstu.ru). В настоящее время сервисом пользуются специалисты, студенты и аспиранты из более чем 80 стран мира, за 4 года существования сервиса к нему было сделано более 300 тысяч обращений. Программа ДИЗЕЛЬ-РК используется в учебном процессе не только в МГТУ им. Баумана, но и в других университетах России, Украины, Польши, Испании, Великобритании и других стран.

Благодаря специальным средствам, препроцессор программы ДИЗЕЛЬ-РК позволяет создавать файлы данных на основании самой общей информации о двигателе и внутренней базы данных, рассчитывая необходимые размеры систем впуска и выпуска, параметры камеры сгорания и топливной аппаратуры и задавая эмпирические коэффициенты характерные для исследуемого типоразмера ДВС. Последнее особенно важно для облегчения процесса идентификации математической модели. Программа поддерживает не только традиционные двухтактные и четырехтактные поршневые дизельные и бензиновые двигатели, но и газовые двигатели, а также газовые двигатели с форкамерой. Наличие пусть и облегченной версии программы в свободном доступе служит укреплению авторитета школы двигателистов МГТУ им. Н.Э.Баумана и помогает проводить исследования с помощью профессионального ПО тем исследователям, которые не имели бы такой возможности по причине недостатка ресурсов.

В связи с введением в РФ специального технического регламента на выбросы ВВ автотранспортом стала особенно актуальной создание средств математического моделирования рабочих процессов в двигателе и его системах. К ним в первую очередь относится система топливоподачи, непосредственно влияющая на закономерности выделения теплоты в цилиндре.

С 1984 г в МГТУ функционирует ПК Впрыск – программа для расчетов и оптимизации топливных систем. ПК описывает процесс подачи жидких топлив (дизелей, с впрыскиванием бензина и др.). С 2009 введен в эксплуатацию ПК Впрыск четвертого поколения, ориентированный на РС со средами Windows-NT,XP,Vista (см. статью в этом сб.).

ПК Впрыск <http://energy.power.bmstu.ru/e02/inject/i00rus.htm> позволяет исследовать системы различных схем. В сравнении с известными коммерческими про-

граммами того же назначения, ПК Впрыск базируется на совершенной математической модели [4]. В части сервисной оболочки уделено внимание простоте работы – как при выборе схемы топливной системы, так и подготовки данных для расчета. С этой целью пользовательская библиотека содержит прототипы систем различных схем, оперативный контроль входных данных, а также их анализ на этапе подготовки к счету. Встроена диагностика обработки задания. Результаты представляются в табличной форме и различных графических образах. Наиболее эффективной работой при решении актуальных задач совершенствования двигателя с заданными параметрами, например, экологическими, осуществляется при взаимодействии двух программных продуктов.

Ныне ПК функционирует в режиме удаленного пользования с сервером в МГТУ. ПК передан для работы на ряд предприятий и ВУЗов России, является инструментальной базой при выполнении курсового проекта по дисциплине Системы питания. В частности, в нем обоснование параметров и режимов работы топливоподающей аппаратуры начинается с оптимизации рабочего процесса, а собственно ее проектирование продолжается с помощью ПК Впрыск. У пользователя, работающего с этими программами, остается ощущение обычной работы с приложениями Windows на персональном, например домашнем, компьютере.

#### **Литература:**

2. Кулешов А.С. Многозонная модель для расчета сгорания в дизеле. 1. Расчет распределения топлива в струе // Вестник МГТУ. Машиностроение. - 2007. – Специальный выпуск Двигатели внутреннего сгорания. – С. 18 – 31.

3. Кулешов А.С. Многозонная модель для расчета сгорания в дизеле. 2. Расчет скорости тепловыделения при многократном впрыске // Вестник МГТУ. Машиностроение. - 2007. – Специальный выпуск Двигатели внутреннего сгорания. – С. 32 – 45.

4. Процессы в перспективных дизелях. Под ред. А.Ф. Шеховцова. – Х.: Изд-во «Основа» при Харьк. Ун-те, 1992. - 352 с.

5. Иващенко Н.А., Вагнер В.А., Грехов Л.В. Моделирование процессов топливоподачи и проектирование топливной аппаратуры дизелей. – Барнаул-М.: Изд-во АлтГТУ им. И.И.Ползунова, 2002. – 166 с.

## **ОСНОВЫ ЭНТРОПИЙНОГО АНАЛИЗА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В СИСТЕМЕ ОХЛАЖДЕНИЯ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

**Зейнетдинов Р. А.** (Санкт-Петербургский государственный аграрный университет)

Повышение работоспособности, надежности и улучшение топливно-экономических показателей автотракторных двигателей связано с охлаждением цилиндра и отводом теплоты в систему охлаждения. Температурный режим в системе охлаждения (СО) оказывает существенное влияние на эффективные и индикаторные показатели рабочего процесса дизеля, а оптимально спроектированная система охлаждения обеспечивает заданные тепловые режимы термически напряженных деталей двигателя в различных условиях эксплуатации автотранспорта.

При установленном оптимальном тепловом состоянии двигателя общая картина теплоотдачи от рабочих газов в стенки цилиндра и головки двигателя достаточно сложна. Это обусловлено сложной зависимостью теплоты, передаваемой системе охлаждения, от температуры рабочих газов, коэффициентов теплопередачи и