

Программа для расчета и оптимизации двигателей

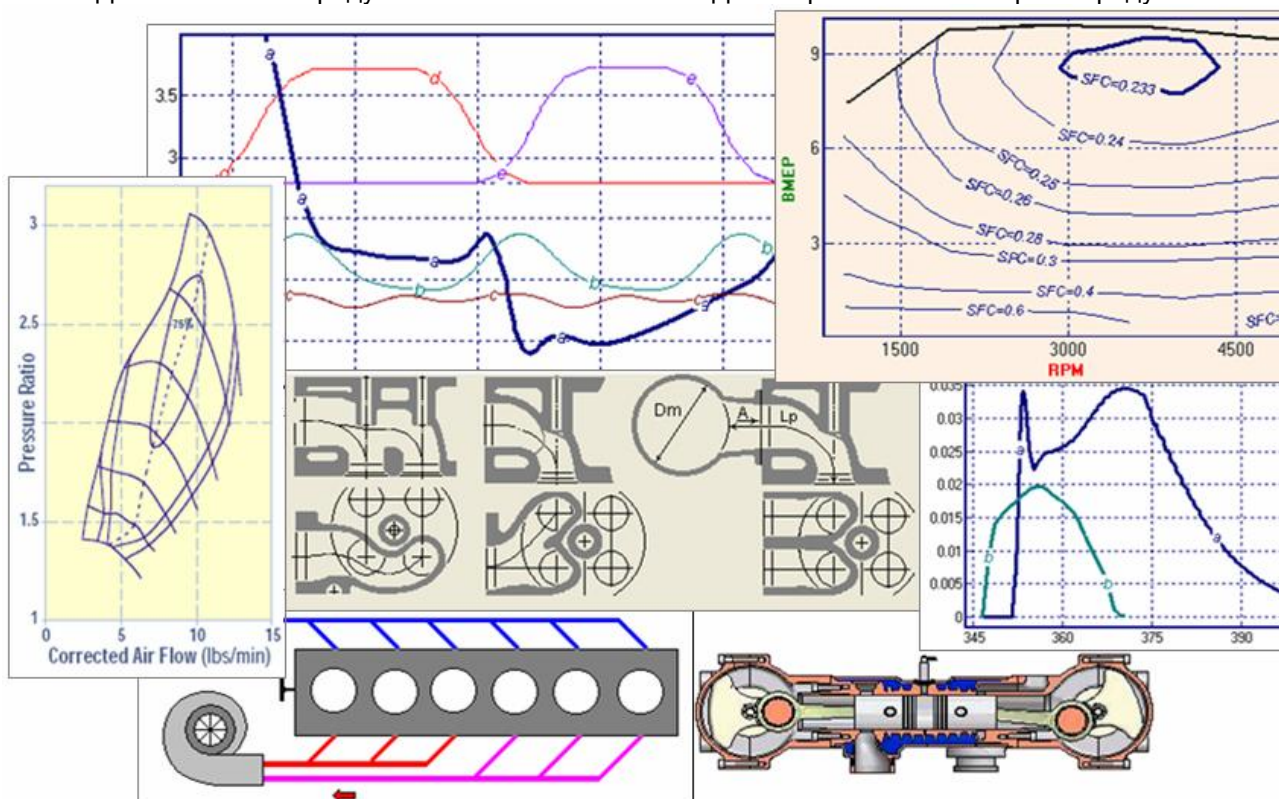
www.diesel-rk.bmstu.ru

Программа ДИЗЕЛЬ-РК принадлежит к классу термодинамических программ описывающих полный цикл поршневого двигателя. Она предназначена для расчетов и оптимизации 2- и 4-тактных ДВС с любыми схемами наддува, позволяя рассчитывать следующие типы двигателей:

- Дизели.
- Бензиновые искровые.
- Газовые, включая предкамерные ДВС.

Программа ДИЗЕЛЬ-РК поддерживает все типы продувки 2-тактных ДВС:

- ДВС с прямоточно-клапанной продувкой.
- ДВС с петлевой продувкой.
- Двигатели Юнкера.
- ДВС с кривошипно-камерной продувкой.



Типичная область применения программы:

- Расчет и оптимизация характеристик двигателей.
- Расчет и оптимизация расхода топлива.
- Оптимизация сгорания и выбросов вредных веществ.
- Расчет детонации.
- Оптимизация фаз газораспределения.
- Оптимизация системы перепуска отработавших газов.
- Оптимальный подбор агрегатов наддува и системы их регулирования.
- Перевод дизелей на газ и биотопливо.

Программа ДИЗЕЛЬ-РК позволяет рассчитывать рабочий процесс любого типа ДВС. Использование современных расчетных моделей с минимальным числом эмпирических коэффициентов позволяет моделировать рабочий процесс двигателей с высокой точностью. Величины этих эмпирических коэффициентов легко подбираются и являются строго постоянными во всем диапазоне работы ДВС, включая режимы малой мощности и холостой ход.

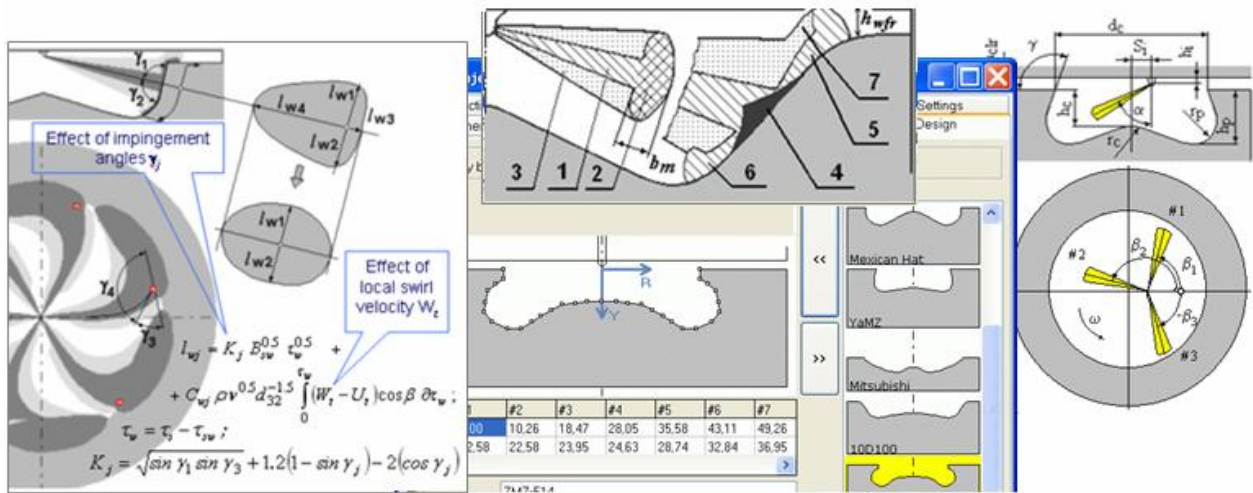
- Параметры газа в цилиндрах и коллекторах двигателей определяются методом пошагового решения систем разностных уравнений баланса массы, энергии и уравнения состояния записанных для открытой термодинамической системы.
- Модель газообмена учитывает нестационарное течение газа в каналах и окнах, особенности конструкции каналов и окон, а также преобразователя импульсов. При расчете продувки в 2-тактных двигателях используется комбинация гипотез о послонном вытеснении, полном перемешивании и замыкании, что позволяет проводить оптимизацию конфигурации впускных и выпускных окон 2-тактных ДВС.
- ДИЗЕЛЬ-РК позволяет исследовать двигатели с двухступенчатым наддувом, системой Гипербар, а также согласовывать оптимальным образом характеристики турбин и компрессоров с поршневым ДВС.
- Ядро программы ДИЗЕЛЬ-РК может запускаться под управлением внешней программы пользователя, для чего используются текстовые файлы входных и выходных данных.

Новые возможности программы ДИЗЕЛЬ-РК:

1. Новая многозонная модель сгорания на основе расчета развития дизельной струи:

- учитывает форму камеры в поршне: любая форма КС может быть заложена в расчет и сохранена в базе данных, которая уже содержит наиболее популярные конструкции;
- учитывает динамику и профиль вихря в КС;
- учитывает расположение форсунок, а также количество, диаметр и направления распыливающих отверстий;
- учитывает форму характеристики впрыска, включая **многократный впрыск и PCCI процесс**;
- вычисляет диаметр капель и динамику развития топливных струй, включая их взаимодействие со стенками и между собой.

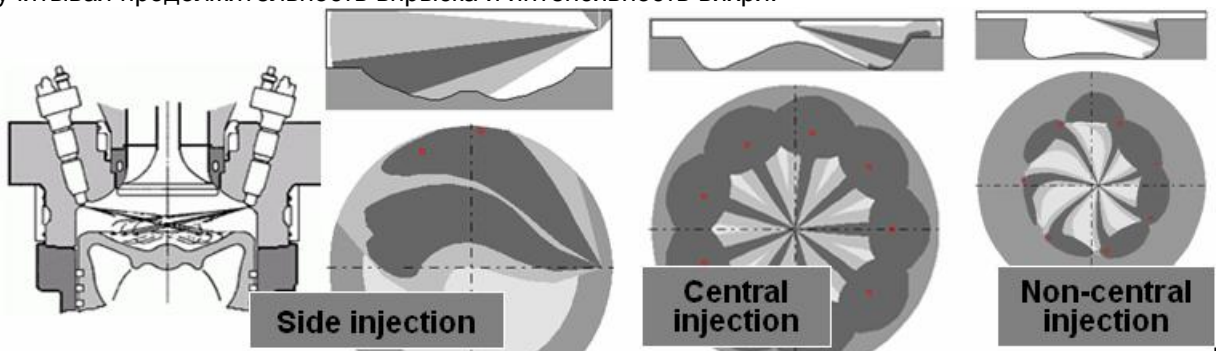
Публикации:
 SAE Paper No 2005-01-2119, 2005
 SAE Paper No 2006-01-1385, 2006
 SAE Paper No 2007-01-1908, 2007
 SAE Paper No 2009-01-1956, 2009



Новая модель сгорания позволяет оптимизировать форму камеры сгорания, параметры топливной системы (число, диаметр и направление топливных струй), а также стратегию многократного впрыска и алгоритм управления системой Common Rail во всем диапазоне работы.

2. Программа визуализации развития струй.

Эта программа позволяет представлять в виде фильма результаты расчета взаимодействия струй с воздушным вихрем и стенками, а также между собой во время процесса топливоподачи. Программа помогает проектировать камеру сгорания и выбирать оптимальными диаметр, количество и ориентацию сопловых отверстий, учитывая продолжительность впрыска и интенсивность вихря.



3. Детальный кинетический механизм для расчета эмиссии NOx.

Пользователь может выбрать модель для расчета NOx по своему усмотрению:

- механизм Зельдовича (18 компонентов) для обычных двигателей.
- Детальный Кинетический Механизм (199 реакций, 33 компонента) для корректного расчета NOx в двигателях с большой рециркуляцией ОГ и / или многократным впрыском.

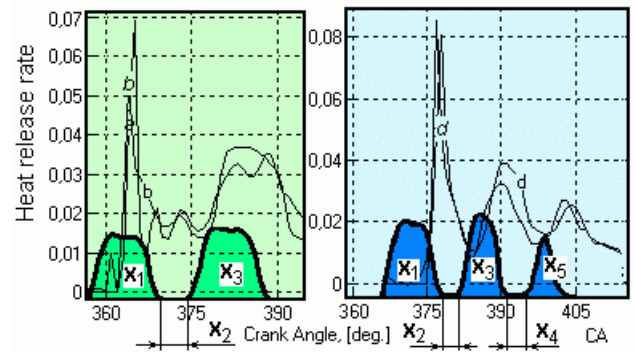
4. ДИЗЕЛЬ-РК имеет очень удобный и простой пользовательский интерфейс.

Профессиональная программа ДИЗЕЛЬ-РК может быть легко освоена начинающими пользователями. Чтобы радикально упростить начало работы с программой, разработчики создали систему **Мастеров Настроек** которая позволяет быстро создать файл данных на основе лишь общих сведений об объекте исследований. Недостающие размеры и параметры, а также эмпирические коэффициенты, Мастер Настроек

рассчитает и примет на основе внутренней базы данных, содержащей наиболее распространенные решения по проектированию двигателей разной размерности и назначения. Это особенно важно для пользователей, работающих в условиях дефицита информации, или с большой номенклатурой двигателей.

5. Оптимизация многоразового впрыска.

Программа позволяет проводить автоматизированную оптимизацию многоразового впрыска одновременно со степенью рециркуляции ОГ. Для этого в вектор (список) независимых переменных включаются: доли топлива в порциях: X_1, X_3, X_5 и временные задержки между порциями: X_2, X_4 ; а также степень рециркуляции ОГ: X_6 для каждого рабочего режима. Функция цели: $b_e = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$. Ограничения: $NO = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$, $PM = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$, etc. (Количество порций во впрыске – до 20.)



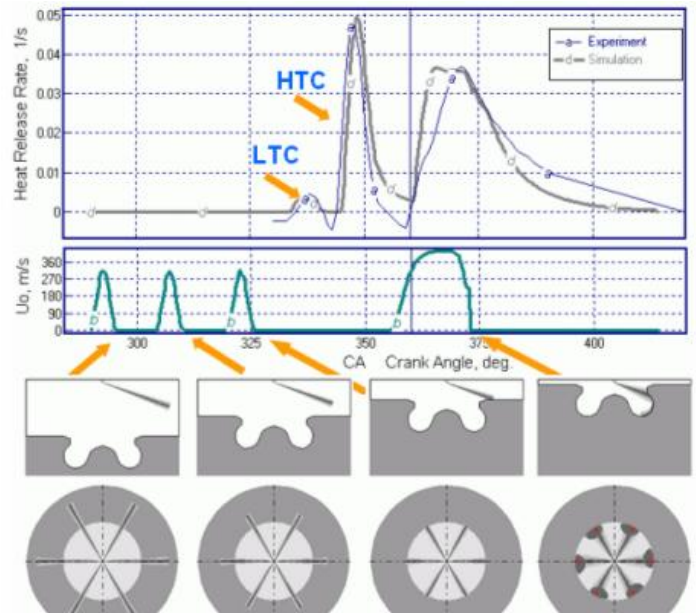
6. Исследование PCCI процесса (Premixed Charge Compression Ignition).

Расчет PCCI процесса и обычного процесса сгорания проводится с одними и теми же эмпирическими коэффициентами.

Особенностью PCCI процесса является очень ранний многоразовый впрыск пилотных порций топлива и наличие участка низкотемпературного сгорания (LTC). Для расчета задержки используется детальная химия программы CHEMKIN.

Совершенная модель сгорания и Детальный Кинетический механизм расчета эмиссии NOx позволяют оптимизировать стратегию PCCI процесса.

На рисунке диаграммы иллюстрируют процесс развития струй. Каждое изображение струй соответствует окончанию впрыска порции.



7. Расчет работы дизеля на биотопливах.

Программа ДИЗЕЛЬ-ПК поддерживает базу данных различных топлив и их смесей с дизельным топливом.

Свойства топлив, заданные пользователем можно сохранить во внутренней базе данных проекта. Для каждого режима работы двигателя может быть задано индивидуальное топливо.

Физические свойства топлив (и смесей) используются для расчета развития струй, а также скорости испарения и сгорания.

Топливо

Топлива, доступные в данном проекте

- Diesel No. 2
- Biofuel SME B40

Библиотека топлив

- BioFuel SME
 - Biofuel SME B100
 - Biofuel SME B20
 - Biofuel SME B40
 - Biofuel SME B5

Топлива, доступные в данном проекте

Название топлива	Тип топлива
Biofuel SME B40	BioFuel SME

Химический состав (массовые доли)

С	Н	О
0,8297	0,123	0,0473

Содержание серы, %: 0,00208

Низшая теплота сгорания, [МДж/кг]: 39,89

Условная энергия активации предпламенных реакций, [кДж/моль]: 20

Цетановое число: 49,37

Плотность топлива при T=323 К, [кг/м3]: 852

Библиотека топлив

Название топлива	С	Н	О
Biofuel SME B40	0,829	0,123	0,047

Содержание серы, %: 0,00208

Низшая теплота сгорания, [МДж/кг]: 39,89

Условная энергия активации предпламенных реакций, [кДж/моль]: 20

Цетановое число: 49,37

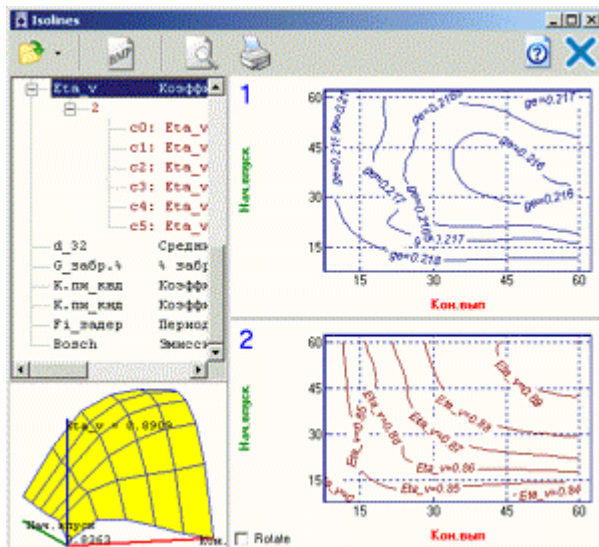
Плотность топлива при T=323 К, [кг/м3]: 852

Справка Печать Применить OK Отмена

8. Многомерная оптимизация, процедуры для 1D и 2D параметрических исследований.

Для выполнения оптимизационных исследований программа ДИЗЕЛЬ-РК имеет встроенные процедуры многомерной оптимизации, которые включают 14 методов нелинейного программирования, а также процедуры одномерного и двумерного сканирования.

Средства оптимизации позволяют радикально увеличить эффективность численных экспериментов направленных на поиск путей совершенствования ДВС. При решении задач связанных с одновременной оптимизацией целого ряда параметров, формирующих рабочий процесс ДВС (степень сжатия, опережение впрыска, диаметр, число и направленность сопловых отверстий, форма КС, фазы газораспределения, параметры наддува и т.д.) трудно сформировать численный эксперимент и проанализировать его результаты из-за большого числа влияющих параметров. В этих условиях оптимизация – очень эффективное средство.

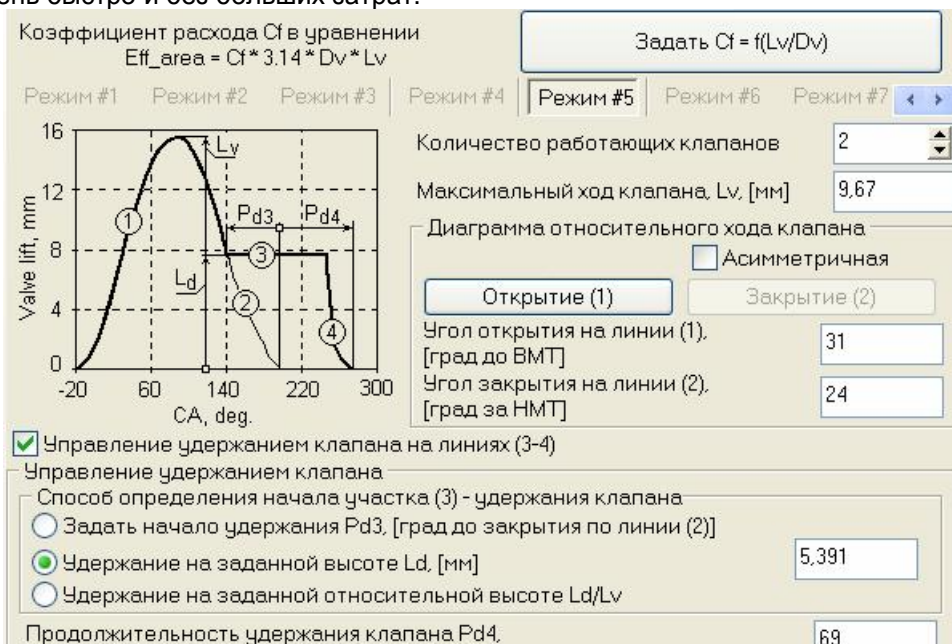


Оптимизационные процедуры используют математическую модель двигателя, чтобы найти оптимальное сочетание оптимизируемых параметров двигателя. Благодаря высокому быстродействию ядра программы, оптимизация выполняется очень быстро и без больших затрат.

9. Оптимизация управления клапанами.

Программа имеет специальные функции для моделирования работы двигателя оснащенного системой гибкого управления клапанами и оптимизации управления на каждом из режимов работы.

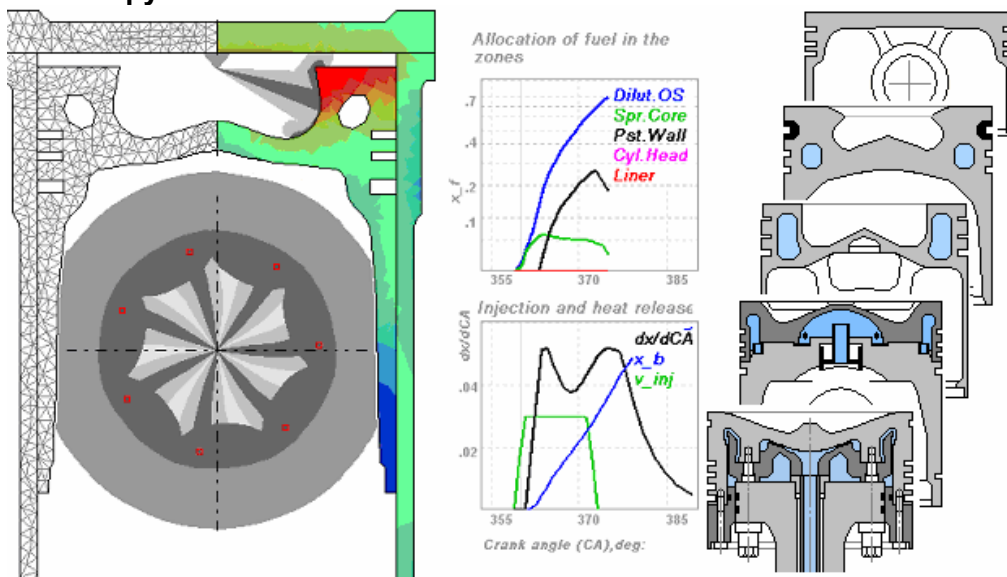
Система поддерживает оптимизацию управления механизмом удержания клапана.



10. Совместный расчет смесеобразования и сгорания с температурным состоянием деталей цилиндра-поршневой группы.

Испарение и сгорание топлива, а также потери тепла в стенки рассчитываются с использованием локальных температур стенок деталей полученным расчетом методом конечных элементов.

Интерфейс позволяет задавать граничные условия и свойства материалов. Программа имеет в своем составе базу данных типовых конструкций поршней, гильз и крышек цилиндра.



Интерфейс программы и справочная система поддерживают русский и английский языки.