

## ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ ФАКЕЛОВ В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ МАЛОГАБАРИТНОГО ДИЗЕЛЯ

*Докт. техн. наук, проф. КУХАРЕНОК Г. М.*

*Белорусская государственная политехническая академия*

Одним из направлений совершенствования рабочего процесса дизеля является поиск оптимальных соотношений конструктивных и режимных параметров, обеспечивающих высокие технико-экономические показатели. Обычно при решении классической задачи оптимизации требуется среди определенной совокупности допустимых решений выбрать то, которое обеспечивает максимум (или минимум) некоторой одной скалярной функции, представляющей собой критерий качества рассматриваемых решений [1].

При определении оптимальных параметров рабочего процесса дизеля приходится сталкиваться с несколькими противоречивыми критериями эффективности. Решение, оптимальное по одному из критериев, как правило, бывает неудовлетворительным по другим. Таким образом возникает необходимость выбора оптимального решения с учетом нескольких критериев.

При выборе расположения топливных факелов в камере сгорания малогабаритного дизеля 1Ч 8,2/7,5 в качестве оптимизируемой функции был принят удельный индикаторный расход топлива. Для решения задачи поиска минимального значения удельного индикаторного расхода топлива с учетом ограничений по среднему индикаторному давлению, скорости нарастания давления и максимальному давлению сгорания использован метод штрафных функций. Расчетные исследования проводились с использованием комплексной математической модели рабочего процесса [2].

Независимыми переменными являлись смещение носка распылителя  $b$  и угол наклона оси форсунки  $\alpha$ . Неявное задание функции расхода топлива от смещения носка распылителя  $b$  и угла наклона оси форсунки  $\alpha$  не позволяет использовать методы классической математики в исследовании функции расхода  $g_i = f(\alpha, b)$  во всей области определения. Область определения была ограничена смещением носка распылителя, равным 0,225 диаметра горловины камеры, и максимальным углом наклона оси форсунки  $30^\circ$ .

В принятой области определения с помощью изолиний построена двухпараметрическая характеристика изменения удельного индикаторного расхода топлива (рис. 1). Анализ поверхности показывает, что функция  $g_i = f(\alpha, b)$  имеет значительное количество локальных минимумов. Точное число минимумов определить практически невозможно, так как количество изолиний, формирующих поверхность, конечно.

В интервале смещений носка распылителя  $b$  от 2 до 5 мм и изменений угла наклона оси от  $0^\circ$  до  $18^\circ$  участок поверхности удельного индикаторного расхода топлива почти плоский, что свидетельствует о стабилизации удельного индикаторного расхода топлива в пределах 178...179 г/(кВт·ч). При смещении носка распылителя меньше 2 мм, как и следовало ожидать, индикаторный расход топлива уменьшается до 177 г/(кВт·ч).

При смещениях больше 5 мм величина удельного индикаторного расхода топлива резко возрастает, что свидетельствует об увеличении разности между максимальным и минимальным значениями локальных коэффициентов избытка воздуха. Увеличение угла наклона оси форсунки при постоянной величине смещения носка распылителя не вызывает значительных и резких колебаний удельного индикаторного расхода топлива. При смещениях носка и углах наклона оси форсунки, когда величина вертикального угла для осей задних сопловых отверстий больше  $90^\circ$ , происходит увеличение расхода топлива при значительном уменьшении среднего индикаторного давления.

Проведенные расчеты и построенная поверхность необходимы для определения стратегии оптимизационного поиска и задания ограничений. В качестве ограничивающих параметров приняты предельные значения смещения носка распылителя и угла наклона оси форсунки, среднее индикаторное давление цикла – не менее 0,9 МПа, максимальное давление сгорания – не более 8,3 МПа, скорость нарастания давления не ограничивалась.

Наличие большого количества локальных минимумов делает поиск глобального минимума трудным. В этом случае оптимизационный поиск осуществляется следующим образом:

- выбирается произвольная точка, с которой начинается поиск;
- за исходную выбирается точка, лежащая за пределами квадрата предыдущего поиска;
- условием окончания поиска является нахождение такого сочетания конструктивных параметров головки и распылителя, при котором обеспечивается наименьший удельный индикаторный расход топлива.

Задача нахождения минимума, удовлетворяющего поставленным условиям, сводится к нахождению некоторого ограниченного количества минимумов, из которых выбирается один, наименьший. На рис. 1 представлена кривая поиска, построенная соединением локальных минимумов. Окончанием поиска явилась точка 0,2 мм и 7°. Такое, несколько отдаленное от начала координат, положение минимума объясняется его «размытостью», которая появляется при гру-

бо выбранном условии окончания поиска. Поэтому точку окончания поиска и начало координат можно считать точками минимума, так как разность удельного индикаторного расхода топлива в этих точках не превышает 0,1 г/(кВт·ч).

На основании расчетных, а затем и экспериментальных данных были предложены зависимости для определения расположения форсунки. Смещение центра сферы носка распылителя форсунки относительно оси цилиндра ограничивается величиной  $b = (0,04...0,05)$  диаметра поршня, угол наклона оси форсунки в градусах с достаточной для практических целей точностью можно определить из следующего выражения:  $\alpha = (5,3 - 5,9)b$  [3].

С учетом полученных результатов расчетных исследований и специфики конструкции клапанного механизма дизеля экспериментальные исследования по уточнению расположения форсунки проводились в диапазоне смещения носка распылителя 3,2...4,1 мм и углах наклона оси форсунки 14...24°.

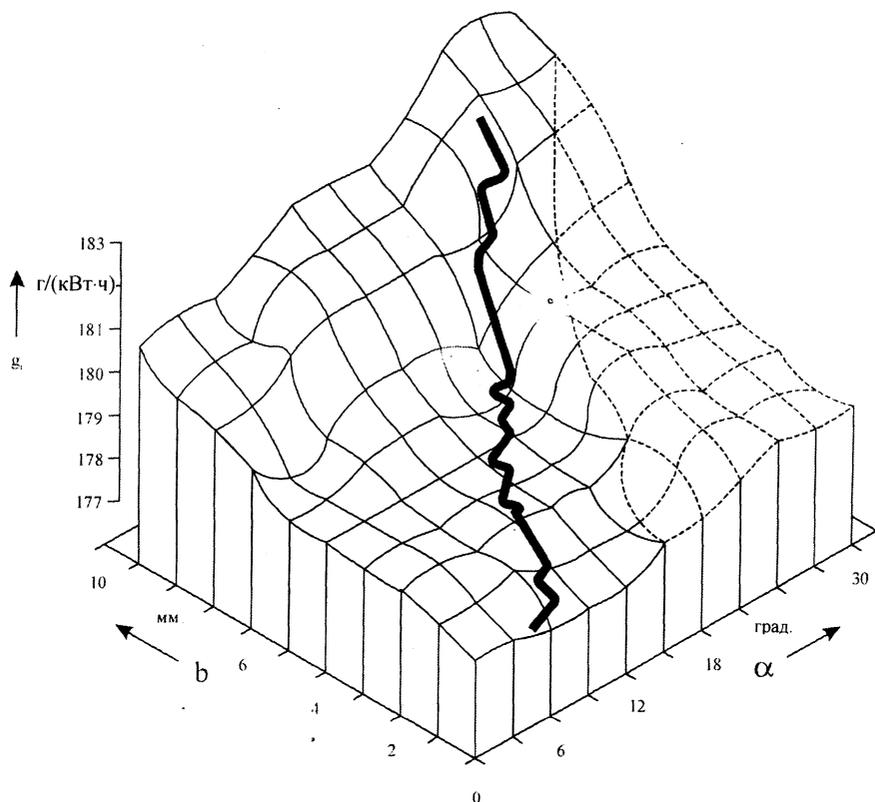


Рис. 1. Двухпараметрическая характеристика изменения удельного индикаторного расхода топлива малогабаритного дизеля и кривая оптимизации смещения носка распылителя  $b$  и угла наклона  $\alpha$  оси форсунки: — кривая оптимизации; ---- граница и поверхность зоны, где среднее индикаторное давление цикла  $p_i$  меньше 0,9 МПа; — зона выполнения всех ограничений

Анализ результатов эксперимента свидетельствует о том, что лучшие показатели имеет дизель при смещении носка распылителя на 3,2 мм и наклоне оси форсунки на  $18^\circ$ , при этом вели-

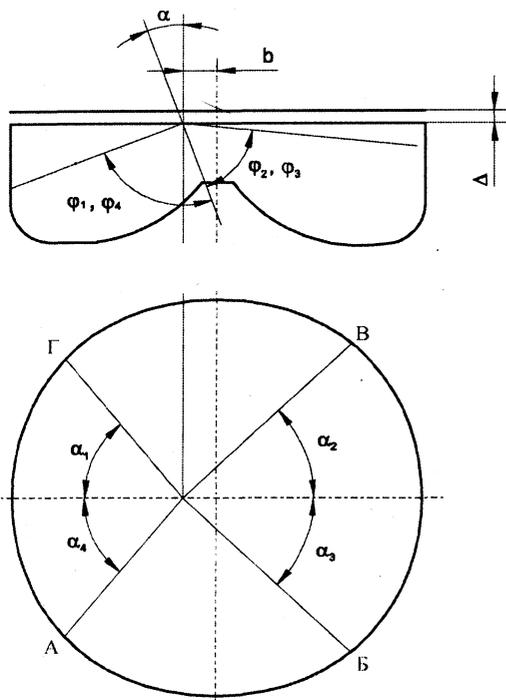


Рис. 2. Иллюстрация угловых координат осей сопловых отверстий

чины угловых координат осей для задних сопловых отверстий (Г и А) равны  $\varphi_1, \varphi_4 = 88^\circ$  и  $\alpha_1, \alpha_4 = 51^\circ$ , для передних (Б и В) –  $\varphi_2, \varphi_3 = 66^\circ$  и  $\alpha_2, \alpha_3 = 48^\circ$  соответственно (рис. 2). Полученные величины  $\alpha$  и  $b$  обеспечивают примерно равные значения локальных коэффициентов избытка воздуха в объеме камеры сгорания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гончар Б. М., Липчук В. А., Мирошников В. В. О методике оптимизации параметров рабочего процесса дизеля // Двигателестроение. – 1979. – № 6. – С. 5–6.
2. Кухаренок Г. М., Петрученко А. Н. Влияние параметров камеры сгорания и угла опережения впрыскивания топлива на динамические и экономические показатели малогабаритного дизеля / БГПА. – Минск. 1998. Деп. в ВИНИТИ 23.01.98, №178-В98 // Депонированные научные работы (Библиографический указатель). – 1998. – № 3. – С. 17.
3. Патент РБ № 3000, кл. F 02 В 23/06 21.04.99. / Двигатель внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия / Г. М. Кухаренок, А. Н. Петрученко, М. Г. Гиль и др. // Официальный бюллетень изобретений и патентов. – 1999. – № 3. – С. 135.

УДК 629.113.00.4

## АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Кандидаты техн. наук, доценты КАПУСТИН Н. М., САЙ А. С., ПАШИН А. Д.

Белорусская государственная политехническая академия

Для улучшения технического состояния автомобилей, повышения производительности труда ремонтных рабочих, снижения затрат на обслуживание и ремонт важнейшее значение имеет внедрение в АТП рациональной технологии и организации технического обслуживания и диагностирования. Производительность ремонтных рабочих и качество ТО автомобилей в большой степени зависят от расстановки испол-

нителей на постах, распределения работ между ними, организации рабочих мест.

Недостатки в проектировании и организации рабочих мест приводят к увеличению продолжительности выполнения отдельных технологических операций на несколько секунд, которые, суммируясь, образуют минуты и часы непроизводительно потраченного времени. Проектирование рабочих мест без учета зон досягаемости