

УДК 621:43

К ВЫБОРУ РАБОЧЕГО ОБЪЕМА АВТОМОБИЛЬНОГО ДИЗЕЛЯ

Ковалев Д.П., магистрант, тел. 38(072) 105-07-83, tyrlvoy.s@mail.ru
Научный руководитель - доц. Тырловой С.И.
ГОУ ВПО ЛНР «Луганский национальный университет имени Владимира Даля», Луганск, ЛНР

Ключевые слова: *дизель, переходные процессы автомобиля, расход топлива.*

В работе предложена методика расчетной оценки возможности снижения эксплуатационного расхода топлива путем рационального выбора величины рабочего объема высокооборотного дизеля и основных конструктивных параметров автомобиля в зависимости от профиля дороги и других условий эксплуатации во взаимосвязи с динамическими качествами автомобиля.

Введение. Значительная часть современного автопарка представлена установками с экономичными высокооборотными дизельными двигателями. Варианты топливной аппаратуры этих двигателей (разделенная, насос-форсунки и аккумуляторная) управляются во многих случаях электронными регуляторами [1], исключая выброс сажи. Работа этих двигателей на неустановившихся режимах практически не исследована, поэтому невозможно прогнозировать расход топлива в эксплуатации, поскольку переходные процессы составляют значительную часть общего времени их работы. Поэтому задача определения путевого расхода топлива названными установками в различных эксплуатационных условиях является, по нашему мнению, весьма актуальной. Частной задачей, решаемой в данной работе, является выбор наиболее выгодного (с позиции экономии топлива) рабочего объема, что пропорционально мощности в случае применения однотипных ДВС.

Цель работы – предложить методику расчетной оценки возможности снижения эксплуатационного расхода топлива путем рационального выбора величины рабочего объема высокооборотного дизеля и основных конструктивных параметров автомобиля в зависимости от профиля дороги и других условий эксплуатации в взаимосвязи с динамическими качествами автомобиля.

Материал и методика исследований. Работа выполнена в Луганском национальном университете им. В.Даля на основе ранее проведенных исследований на кафедре ДВС [2-4]. Алгоритм представленной методики включает, прежде всего, непрерывное моделирование во время движения автомобиля работы системы автоматического регулирования (САР), выходным сигналом которой является, в конечном итоге после воздействия на топливную аппаратуру, величина топливopодачи. Последняя, в совокупности с текущим (мгновенным)

расходом воздуха, являются «входами» двигателя. Моделирования работы ДВС дает его текущие выходные параметры крутящий момент (M), частота вращения (n), ускорение вала, расход топлива и другие. Модель автомобиля [3] позволяет определить его динамические качества во взаимосвязи с мгновенным расходом топлива с учетом конструктивных параметров автомобиля: масса, передаточные отношения КПП и главной передачи, размер колес, профиля дорожного полотна, лобового сопротивления и прочее.

В качестве модели САР принята имитационная модель электронного регулятора [4]. Для топливной аппаратуры непосредственного действия:

$$U_n = K_1 \cdot (n - n_0) / n_0 + K_2 \cdot \frac{d\omega}{dt},$$

– скорость перемещения дозатора, зависящая от типа сервоусилителя; n – текущее значение частоты вращения ДВС; n_0 – заданное «электронной педалью» значение частоты вращения; где $K_1 = 0,7$ м/с; K_2 – коэффициент усиления по 2-му каналу (принято $K_2 = 0,001$ м·с); $\frac{d\omega}{dt}$ – угловое ускорение коленчатого вала двигателя.

Расход воздуха G_B через двигатель определялся как:

$$(G_B = -0,000005746477 * n^2 + 0,09481819 * n - 6,709383) * kVh,$$

где kVh – отношение текущего значения Vh к его базовому значению $Vh=2,5$ л.

Полученные данные используются далее для счета переходных процессов. Текущая угловая скорость коленчатого вала:

$$\omega = \omega + dt \cdot (M - M_c) / J_D$$

где $M=M(B_c, \omega)$; J_D – приведенный к оси коленчатого вала момент инерции ДВС и установки;

$M_c = (M_{mp} + K_f * V^2 + M_a * g * l * R_k * \sin \psi) / i_s$ – момент сопротивления вращению коленчатого вала; M_{mp} – момент механических потерь ДВС, зависящий от Vh [3]; K_f – коэффициент лобового сопротивления автомобиля; V – скорость автомобиля; R_k – радиус колеса; ψ – угол подъема; i_s – суммарное передаточное отношение КПП и главной передачи.

Результаты исследований. Исследовались варианты расчетных установившихся и переходных процессов (рис. 1) разгона автомобиля Mitsubishi Pajero, укомплектованного в выполненных расчетах дизелями различного суммарного объема цилиндров (в вариантах литраж изменялся от 1,3 до 4 л).

Базовым вариантом являлся 4-х цилиндровый 4-х тактный высокооборотный атмосферный дизель 4D56 (4Ч91/95) с вихрекамерным смесеобразованием с 2-мя клапанами на цилиндр. Принималось во всех вариантах использование одинаковых КПП, главной передачи, диаметров колес, различием процессов газо и воздухообмена пренебрегалось.

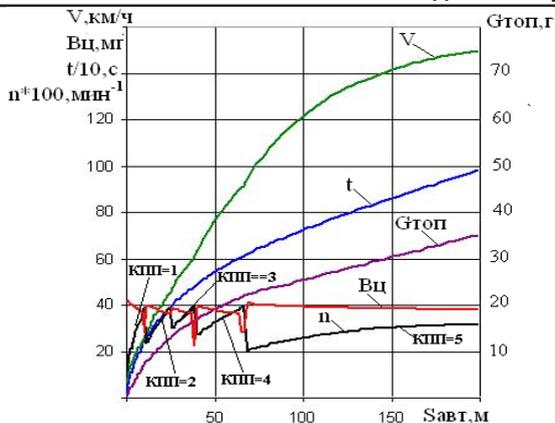


Рисунок 1 - Разгон автомобиля с базовым двигателем (2,5 л) по горизонтальной дороге в течение 10 с, переключением передач – «СПОРТ». n – частота вращения ДВС; $S_{авт}$ - путь автомобиля; $G_{топ}$ – расход топлива; КПП - № передачи.

При установившихся режимах отличия в расходах топлива оказалась пренебрежительно мала (0,05% при движении по горизонтали). Расход топлива в зависимости от литража двигателя при разгонах по горизонтали и на подъеме, показаны на рис. 2 («а» и «б») соответственно.

Обработка результатов численного эксперимента показала, что при горизонтальной дороге наилучшая экономичность при разгоне автомобиля достигается при объеме двигателя 2,55 л, а при подъеме 8° – 3,97 литра. Это объ-

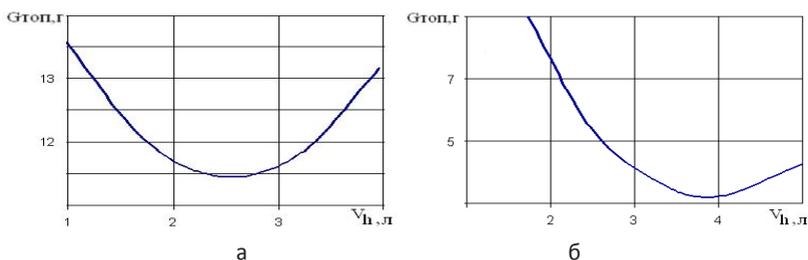


Рисунок 2 - Зависимость расхода топлива от рабочего объема ДВС при разгоне: а - по горизонтали до скорости 80 км/ч; б - на подъем 80 до скорости 35 км/ч.

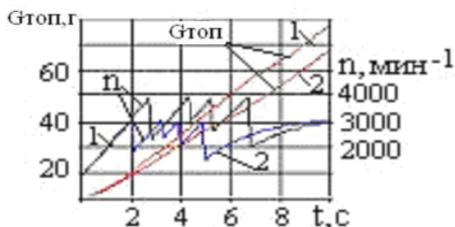


Рисунок 3 - Влияние темпа переключения КПП на расход топлива:
1- спортивный стиль переключения передач; 2 – обычный.

ясняется тем, что с увеличением мощности (объема) двигателя, несмотря на возрастание цикловой подачи топлива, сокращается время (и, соответственно, суммарное количество оборотов коленчатого вала) до достижения заданной скорости автомобиля.

Данные результаты получены при спортивном темпе переключения передач (акселератор 100%, раскрутка двигателя по частоте вращения при переключении передач до 90% от n_{max}). Но на величину оптимального рабочего объема ДВС влияют и другие факторы. Например, настройка автоматической КПП влияет на показатели разгона автомобиля (рис. 3).

Уменьшение расхода топлива происходит и при неполном нажатии на педаль акселератора из-за возрастания КПД ДВС, при этом время разгона возрастает.

Заключение. В результате проведенных исследований можно заключить следующее. 1. Оптимальная величина рабочего объема транспортного дизеля зависит от профиля дорожного полотна. 2. При движении с постоянной скоростью расход топлива в заданных пределах практически не зависит от объема ДВС. 3. При движении с ускорением по горизонтальному пути оптимальная величина рабочего объема атмосферного двигателя автомобиля Mitsubishi Pajero с позиций экономии топлива составляет 2,55 л, а при движении на подъем – 3,97 л. 4. Настройка автоматической КПП, характер езды водителя при механической КПП, заметно влияют на показатели экономичности и темпа разгона автомобиля. 5. Уменьшение расхода топлива так же происходит при неполном нажатии на педаль акселератора (50...80)% из-за возрастания КПД ДВС, при этом время разгона возрастает. 6. Предложенная методика позволяет выбрать рациональную величину рабочего объема транспортного дизеля при заданных конструктивных параметрах автомобиля, заданного маршрута движения с указанием профиля дороги и других условий эксплуатации во взаимосвязи с требованиями к динамике автомобиля.

Библиографический список:

1. Грехов, Л.В. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: Учебник для вузов //Л.В. Грехов, Н.А. Иващенко, В.А. Марков. - М.: Легион Автodata, 2005. - 344 с.
2. Тырловой С. И. К определению цикловой подачи топлива тнвд при неустановившихся режимах высокооборотного автомобильного дизеля. С.И. Тырловой//Двигатели внутреннего сгорания. Всеукраинский научно-технический журнал. 2010. № 1. – С.57-61.
3. Тырловой С. И. Моделирование переходных процессов автомобильного дизеля с электронным регулятором частоты вращения // С. И. Тырловой // Современная техника и технология: проблемы, состояние и перспективы: Материалы V Всероссийской научно-практической конференции 26-27 ноября 2015 г. / Рубцовский индустриальный институт. - Рубцовск, 2015. - С. 452-462.
4. Тырловой С. И. К моделированию систем автоматического регулирования автомобильных дизелей / С. И. Тырловой, Г. Ю. Игнатенко (студент ММ-311) // Архитектура, строительство, транспорт [Электронный ресурс] : материалы Международной научно-практической конференции (к 85-летию ФГБОУ ВПО «СибАДИ»). – Электрон. дан. – Омск: СибАДИ, 2015. –С. 1037-1044.

TO CHOICE OF THE SWEEP VOLUME OF MOTOR-CAR DIESEL

Kovalev D.P.

Key words: *diesel, transients of car, expense of fuel.*

In-process methodology of calculation estimation of possibility of decline of operating expense of fuel offers by the rational choice of size of the swept volume of high-circulating diesel and basic structural parameters of car depending on the profile of road and other external environments in intercommunication with dynamic qualities of car.