

## ОБ ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

**В статье представлены результаты исследования по совершенствованию прогрева двигателей внутреннего сгорания. Предложен способ, позволяющий снизить затраты топлива и времени в период прогрева двигателя. Введено новое понятие – конструктивная приспособленность автомобиля.**

**Ключевые слова:** прогрев двигателя, нагрузка от потребителей электрической энергии, конструктивная приспособленность автомобиля, топливная экономичность.

Работа автомобильного транспорта проходит при постоянно изменяющихся внешних условиях. На показатели качества автомобилей оказывают влияние такие факторы условий эксплуатации, как тип и состояние дорог, режим работы автомобиля, но, как отмечают многие авторы, самое весомое влияние оказывают природно-климатические факторы. В большей степени этому воздействию подвержен расход топлива автомобиля.

В настоящее время, когда истощаются запасы невозобновляемого углеводородного топлива, особую актуальность приобретают оценка энергоэффективности перевозок и рациональное использование энергоресурсов.

Особенностью эксплуатации автомобилей в России является работа в условиях низких температур воздуха, при которых необходим прогрев автомобиля до такого температурного состояния, когда двигатель сможет воспринимать нагрузку.

Как правило, прогрев автомобиля осуществляется при отрицательных температурах воздуха и положительных температурах, близких к 0°C. В остальных случаях прогрев не производят либо он является столь кратковременным, что уделять особенное внимание этому периоду не стоит.

На примере г. Тюмени, руководствуясь документом [1], отметим, что зимний период времени, при котором вводится зимняя надбавка, наступает 1 ноября и заканчивается 15 апреля. В этот времени наблюдается потребность в прогреве двигателя внутреннего сгорания.

Прогрев двигателя происходит за счет выделения тепловой энергии в результате экзотермических реакций сгорания топлива. При его окислении выделяется значительное количество тепловой энергии, часть которой идет на совер-

шение механической, полезной работы двигателя, часть ее расходуется на нагрев охлаждающей жидкости и прогрев двигателя в целом.

Процесс прогрева можно описать с помощью уравнения теплового баланса [2]:

$$Q = Q_e + Q_{жс} + Q_{о.з.} + Q_{н.ч.}, \quad (1)$$

где  $Q$  – теплота, подводимая к двигателю в виде энергии сгораемого топлива, Дж;

$Q_e$  – теплота, эквивалентная эффективной работе двигателя, Дж;

$Q_{жс}$  – теплота, отданная окружающей среде, Дж;

$Q_{о.з.}$  – теплота, уносимая из двигателя с отработавшими газами, Дж;

$Q_{н.ч.}$  – остаточный член, определяющий потери, не учтенные составляющими теплового баланса, Дж.

Доля теплоты, превращенной в механическую работу  $Q_e$ , составляет 21–45% подведенной теплоты. Количество теплоты, уносимой из двигателя с отработавшими газами  $Q_{о.з.}$ , составляет 23–45%. Количество теплоты, отданной окружающей среде  $Q_{жс}$ , составляет 15–34%. Неучтенные потери теплоты  $Q_{н.ч.}$  составляют 0–10%.

Анализ уравнения 2 позволил выявить, что количество теплоты  $Q$ , подводимой к двигателю в виде энергии сгораемого топлива, зависит от следующих факторов:

- вида топлива;
- коэффициента избытка воздуха;
- часового расхода топлива двигателем;
- полноты сгорания топлива;
- коэффициента остаточных газов;
- режима работы двигателя.

Известен тот факт, что двигатель значительно интенсивнее прогревается под нагрузкой в движении, но в связи с тем, что он не прогреет до минимальной рабочей температуры (по

некоторым источникам – 35–40 °С), обеспечить в движении равномерный режим его работы без пиковых нагрузок и частот вращения чрезвычайно сложно. Эта неравномерность работы холодного двигателя, даже способного принимать нагрузку, приводит к повышенному его износу и сокращает ресурс двигателя.

Режим работы двигателя обуславливает количество израсходованного топлива на процесс прогрева и зависит в свою очередь от механического КПД, который принуждает двигатель к повышенному расходу топлива, если принимает низкие значения.

Механический КПД зависит прежде всего от потерь на трение в деталях двигателя и на привод вспомогательного оборудования [3]. Другими словами, снижая эти потери, можно повысить механический КПД и снизить расход топлива.

К примеру, можно посмотреть распределение мощности, кВт, механических потерь двигателя

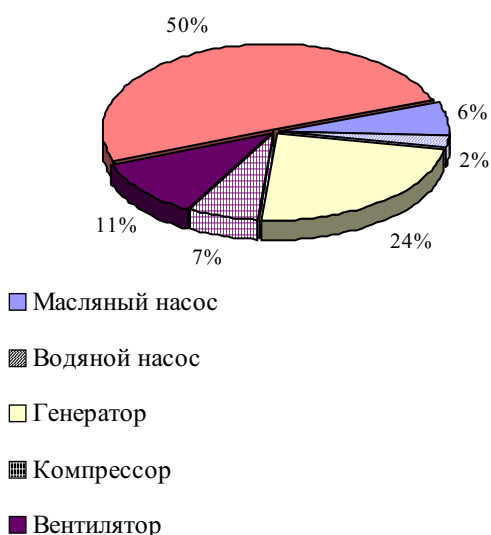


Рисунок 1. Распределение мощности механических потерь, кВт

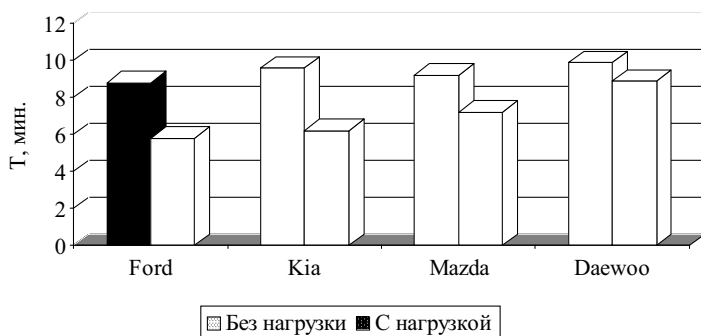


Рисунок 2. Диаграмма времени прогрева двигателей автомобилей

автомобиля КамАЗ-740 на приведение в действие вспомогательного оборудования (рисунок 1) [4].

Как видно из рисунка 1, к внушительной составляющей этих потерь относятся затраты энергии на привод генератора, питающего потребителя электрической энергии.

На автомобиле к таким потребителям могут быть отнесены следующие приборы (таблица 1).

Как видно, общая мощность этих потребителей может достигать до 2 кВт.

Таким образом, при включении в сеть потребителей электрической энергии создается дополнительное сопротивление обмоткам генератора, который соединен с коленчатым валом двигателя посредством ременной передачи. В результате генератор нагружает двигатель внутреннего сгорания. При нагружении двигателя внутреннего сгорания частота вращения коленчатого вала двигателя снижается и для выхода на заданное блоком управления количество оборотов коленчатого вала происходит увеличение подачи топлива. Большая доза топлива приводит к увеличению вводимого в цилиндр двигателя тепла, и тем самым повышается его теплопроизводительность, способствующая большему темпу прогрева. При этом удельный расход топлива, измеряемый в литрах в час, увеличивается, но в связи с сокращением времени прогрева двигателя его общее количество за период прогрева снижается [5].

Для подтверждения этой гипотезы были проведены пробные испытания автомобилей Kia Picanto, Mazda 2, Daewoo Matiz, Ford Focus с использованием адаптера OBD-II, работающего в системе CAN+K-Line.

Для проведения эксперимента были выбраны автомобили малой мощности, для которых включение потребителей на режиме холостого хода являлось существенной нагрузкой. Более

мощные автомобили несколько меньше реагируют на включение потребителей электрической энергии.

Прогрев проводился без создания дополнительной нагрузки двигателя и с включением следующих потребителей энергии (таблица 2).

Прогрев проводился при температуре двигателя -20 °С до температуры охлаждающей жидкости 40 °С.

Таблица 1. Потребители электрической энергии на автомобиле Ford Focus и их установленная мощность

№ п/п	Наименование потребителя	Количество потребителей	Суммарная мощность, Вт
1	Габаритные огни	4	20
2	Обогреватель лобового стекла	1	960
3	Обогреватель заднего стекла	1	300
4	Электроподогрев передних сидений	1	240
5	Фонарь подсветки регистр. знака	1	5
6	Лампы ближнего света	2	110
7	Передние противотуманные фонари	2	70
8	Задние противотуманные фонари	2	42
9	Стоп-сигналы	3	47
10	Плафон освещения салона	2	15
11	Лампы дальнего света	2	120
	Всего	19	1929

Таблица 2. Мощности потребителей электрической энергии

№	Марка автомобиля	Дальний свет, Вт.	Ближний свет, Вт.	Фары противотум. передние, Вт.	Фары противотум. задние, Вт.	Габаритные огни, Вт.	Стоп-сигнал, Вт.	Подсветка номера, Вт.	Обогрев стекла, Вт.	Подогрев сидений, Вт.	Общая мощность, Вт.	Доля от мощности двигателя, %	Литровая мощность, кВт/л.
1	Kia Picanto	120	110	54	21	20	63	5	360	240	993	2,2	45,6
2	Mazda 2	120	110	110	21	20	63	10	360	-	814	1,5	42,5
3	Daewoo Matiz	120	110	-	-	20	63	5	360	-	678	1,9	45,8
4	Ford Focus	120	110	70	42	20	47	5	1260	240	1914	2,1	57,4

На рисунке 2 представлена гистограмма при прогреве двигателей представленных транспортных средств с использованием нагрузки от потребителей электрической энергии и без нее.

Скриншот данных программы Check-Engine OBD-II CAN при прогреве двигателя с использованием нагрузки от потребителей электрической энергии выглядит следующим образом (рисунок 3).

При обработке данных выяснилось, что время на прогрев двигателя сократилось на 11–36%.

Часть потребителей электрической энергии может включаться автоматически при включении зажигания (обогрев лобового и заднего стекла, лампы фар ближнего света и габаритные огни – при наличии датчика света, обогрев сидений), могут быть включены принудительно (лампы фар дальнего света, лампы противотуманных фар, обогрев сидений, обогрев переднего и заднего стекла). Кроме того, стоп-сигналы автомобиля могут иметь 3, 5, 7 ламп и

их суммарная мощность может изменяться в широких пределах.

Такое разнообразие говорит о различной приспособленности автомобилей к изменению нагрузки от потребителей электрической энергии по расходу топлива. Те автомобили, которые имеют значительную установочную мощность потребителей или у которых происходит их автоматическое включение, более приспособлены к использованию данного вида нагрузки по расходу топлива, времени и темпу прогрева. Т.е., опираясь на данные размышления, необходимо говорить о **конструктивной приспособленности автомобилей**.

Если рассматривать внешние факторы, оказывающие влияние на расход топлива, то любой фактор, опираясь на теорию суровости проф. Резника [6], может иметь свою суровость.

Максимальное значение суровости фактора  $H_{\max}$  может быть при равенстве мощности потребителей и мощности, вырабатываемой гене-

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	TIME	RPM	VELOCITY	COOL T	THROTTLE	MASSAIR	FUELDIST	FUELHOUR	FUELCONS	DISTTOT	CURTIME	TIMETOT	ERR
4	634036.00	1079.0	0.00	-10.00	16.0		1.49	1.49	0.00	0.00	63403.00		да
5	634036.00	1079.0	0.00	-10.00	18.0		1.61	1.61	0.00	0.00	63403.00		да
6	634036.00	1199.0	0.00	-10.00	18.0		1.58	1.58	0.00	0.00	63403.00		да
7	634036.00	1199.0	0.00	-10.00	18.0		1.56	1.56	0.00	0.00	63403.00		да
8	634036.00	1199.0	0.00	-10.00	18.0		1.56	1.56	0.00	0.00	63403.00		да
9	634036.00	1199.0	0.00	-10.00	18.0		1.55	1.55	0.00	0.00	63403.00		да
10	634036.00	1225.0	0.00	-10.00	18.0		1.55	1.55	0.01	0.00	63403.00		да
11	634036.00	1225.0	0.00	-9.00	18.0		1.51	1.51	0.01	0.00	63403.00		да
12	634036.00	1225.0	0.00	-9.00	18.0		1.53	1.53	0.01	0.00	63403.00		да
13	634036.00	1225.0	0.00	-9.00	18.0		1.57	1.57	0.01	0.00	63403.00		да
14	634036.00	1210.0	0.00	-9.00	18.0		1.53	1.53	0.01	0.00	63403.00		да
15	634036.00	1210.0	0.00	-9.00	18.0		1.53	1.53	0.01	0.00	63403.00		да
16	634036.00	1210.0	0.00	-9.00	18.0		1.56	1.56	0.01	0.00	63403.00		да
17	634036.00	1210.0	0.00	-9.00	18.0		1.56	1.56	0.01	0.00	63403.00		да
18	634036.00	1195.0	0.00	-9.00	18.0		1.55	1.55	0.01	0.00	63403.00		да
19	634036.00	1195.0	0.00	-8.00	18.0		1.52	1.52	0.01	0.00	63403.00		да
20	634036.00	1195.0	0.00	-8.00	18.0		1.55	1.55	0.01	0.00	63403.00		да
21	634036.00	1195.0	0.00	-8.00	18.0		1.52	1.52	0.01	0.00	63403.00		да
22	634036.00	1193.0	0.00	-8.00	18.0		1.55	1.55	0.01	0.00	63403.00		да
23	634036.00	1193.0	0.00	-7.00	18.0		1.54	1.54	0.01	0.00	63403.00		да
24	634036.00	1193.0	0.00	-7.00	18.0		1.51	1.51	0.01	0.00	63403.00		да
25	634036.00	1193.0	0.00	-7.00	18.0		1.58	1.58	0.01	0.00	63403.00		да

Рисунок 3. Скриншот данных программы Check-Engine OBD-II CAN+K-Line при работе двигателя под нагрузкой от потребителей электрической энергии

ратором данного автомобиля. Минимальная су-  
ровость  $h_{min}$  может быть установлена при мини-  
мальной мощности включенных потребителей.

Подытожив вышесказанное, можно сде-  
лать вывод, что предлагаемый способ сниже-  
ния затрат топлива при прогреве двигателя

является действенным. При выборе транспор-  
тного средства можно в качестве его потреби-  
тельских свойств рассматривать его приспособ-  
ленность к нагрузке от потребителей элек-  
трической энергии по расходу топлива в пе-  
риод прогрева.

15.08.2011

**Список литературы:**

1. Руководящий документ 3112199-1095-03. Руководство по организации эксплуатации газобаллонных автомобилей, работающих на компримированном природном газе. – НИИАТ, Департамент автомобильного транспорта Министерства транспорта РФ, 2002. – 59 с.
2. Николаенко А.В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1992. – 414 с.
3. Колчин А.И. Расчет автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов / А.И. Колчин, В.П. Демидов. 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2002. – 496 с.
4. Котиков Ю.Г. Транспортная энергетика: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю.Г. Котиков, В.Н. Ложкин; под ред. Ю.Г. Котикова. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 272 с.
5. Анисимов И.А. Промежуточные результаты оценки эффективности прогрева двигателей с использованием нагрузки от потребителей электрической энергии / И.А. Анисимов, В.Ф. Буторин // Материалы МНТК «Транспортные и технологические системы», Тюмень, 2010 г. – С. 5-7.
6. Резник Л.Г. Индекс суровости условий эксплуатации машин // Нефть и газ. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2000. – №1. – С. 112–116.

Сведения об авторах:

**Буторин Виктор Феофанович**, ассистент кафедры СХиММ ТГСХА, соискатель кафедры эксплуатации автомобильного транспорта Института транспорта ФГБОУ ВПО ТюмГНГУ  
тел. (3452) 20-93-02

E-mail: pfst2011@mail.ru

**Анисимов Илья Александрович**, доцент кафедры эксплуатации автомобильного транспорта Института транспорта ФГБОУ ВПО ТюмГНГУ кандидат технических наук, доцент  
тел. (3452) 20-93-02

E-mail: tkcc@list.ru

UDC 629.113

Butorin V.F., Anisimov I.A.

Tyumen state oil and gas university, e-mail: tkcc@list.ru

**ON FUEL ECONOMY IN ROAD TRANSPORT IN LOW TEMPERATURE CONDITIONS**

The authors present the results of research to improve the internal combustion engine warm-up and offer a way to reduce the cost of fuel and time during engine warm-up. They introduced a new concept – structural adjustment of the car.

Key words: warming up the engine, the pressure from consumers of electrical energy, constructive fitness vehicle fuel economy.

Bibliography:

1. The supervising document 3112199-1095-03. A management on the operation organization газобаллонных the cars working on komprimiro-bathing natural gas. – NIIAT, Department of motor transport of the Ministry of transport of the Russian Federation, 2002. – 59 p.
2. Nikolaenko A.V. Theor, a design and calculation of autotractor engines. 2 edition processed and added – M: Kolos, 1992. – 414 p.
3. Kolchin A.I. Calculation of automobile and tractor engines: the Manual for students of higher educational institutions./A.I. Kolchin, V.P. Demidov. 3 edition processed and added – M: the Higher school, 2002. – 496 p.
4. Kotikov Y.G. Transport power: the manual for students of higher educational institutions / Y.G. Kotikov, V.N. Lozhkin; under edition Y.G. Kotikov – M: publishing center «Academy», 2006. – 272 p.
5. Anisimov I.A. Intermediate results of an estimation of efficiency of warming up of engines with use of loading from consumers of electric energy / I.A. Anisimov, V.F. Butorin. Materials of the International scientifically-practical conference «Transport and technological systems», Tyumen, 2010 – 5-7 p.
6. Reznik L.G. Index of severity of service conditions of cars//Oil and gas. – Tyumen: TSOGU, 2000. – №1. – 112–116 p.