

УДК 629.113

О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ НА РАСХОД ТОПЛИВА ЛЕГКОВЫМИ АВТОМОБИЛЯМИ

Стефановский А. Б., к.т.н., доц.

Таврический государственный агротехнологический университет

Тел. (0619) 42-04-42

Аннотация – проанализированы результаты испытаний легковых автомобилей при различных температурных условиях, получены зависимости показателей расхода топлива от температуры окружающего воздуха и пройденного пути.

Ключевые слова – автомобиль, расход топлива, температура окружающего воздуха.

Постановка проблемы. Климат Украины характеризуется значительным изменением температурно-влажностных условий в течение года. В частности, температура окружающего воздуха T_0 в регионах с более континентальным климатом может изменяться примерно от минус 25 до плюс 35°C [1].

При её снижении постепенно затрудняются процессы смесеобразования и сгорания в автомобильных двигателях, возрастает вязкость применяемых масел. Начиная с некоторой величины, называемой температурным пределом пуска (ТПП) холодного двигателя, понижение T_0 вынуждает применять средства облегчения пуска – легковоспламеняющиеся жидкости и различные подогреватели воздуха, топлива, охлаждающей жидкости, моторного масла. Для дизелей этот предел составляет около минус 10...15°C, а для бензиновых двигателей – минус 20...25°C. По данным белорусских исследователей [2], использование электроподогревателей дизельного топлива позволило снизить ТПП тракторных дизелей типа Д-240 до температур, близких к минус 20°C.

Кроме того, более вязкие масла и смазки повышают потери на трение во всех механизмах автомобилей, а наличие песка, снега и льда на дорогах затрудняют качение шин, поэтому значительно возрастает расход топлива (даже если двигатель запускается без трудностей). На это обратили внимание зарубежные исследователи [3].

Анализ последних исследований. Повышение стоимости моторного топлива в последние годы, опережающее рост реальных

доходов населения, делает актуальным учёт влияния температурных условий эксплуатации автотранспортных средств и других факторов на расход топлива. Это позволит принимать экономически обоснованные решения в отношении целесообразности эксплуатации автомобилей в холодное время года.

Формулирование целей статьи (постановка задания). Систематизировать рекомендации [3] по учёту влияния температуры окружающего воздуха, пройденного пути и других факторов на расход топлива легковыми автомобилями.

Основная часть. В работе О. Одселла [3] приведены графики зависимостей расхода топлива $Q_{T(s)}$ как от температуры T_0 , так и от пройденного пути s , для европейских автомобилей с литражом двигателя около 2,0 л и для американских автомобилей с литражом двигателя 2,3...6,5 л. При этом для первых показана закономерность изменения расхода топлива как без учёта, так и с учётом его затраты при пуске и прогреве двигателя, соответственно обозначаемых $Q_{T(s),\text{норм}}$ и $Q_{T(s)}$. Собранные О. Одселлом данные позволили ему предложить формулу для расчёта относительного расхода топлива $Q_{T(s)}/Q_{T(s),\text{норм}}$ в зависимости от T_0 и s (при $T_0 = \text{минус } 25 \dots +25^\circ\text{C}$):

$$Q_{T(s)}/Q_{T(s),\text{норм}} = 1 + a_0(30 - T_0)(1 + b_0/s), \quad (1)$$

где $Q_{T(s),\text{норм}}$ — расход топлива при полностью прогревом двигателя;
 a_0 — коэффициент, учитывающий влияние T_0 при полностью прогревом двигателя;

b_0 — коэффициент, учитывающий влияние s ;

s — пройденный путь, км.

О. Одселл рекомендует следующие значения этих коэффициентов: $a_0 = 0,004 \text{ 1/K}$ (при использовании зимних шин); $b_0 = 20 \text{ км}$ (карбюраторный бензиновый двигатель) или $5,0 \text{ км}$ (дизель). Ориентировочно можно принять $b_0 = 15 \text{ км}$ для основной части двигателей со впрыском бензина (не в цилиндры) и $b_0 = 10 \text{ км}$ для ещё малочисленных двигателей со впрыском бензина в цилиндры. Для автомобилей с бензоэлектрическими силовыми установками следует принимать b_0 , свойственное используемому поршневому двигателю, исключая из пути s расстояние, пройденное в «режиме электромобиля».

Хотя в Украине использование зимних шин не обязательно, всё же, наличие песка, снега и льда на дорогах затрудняет качение шин, и потому величину $a_0 = 0,004 \text{ 1/K}$ можно предварительно сохранить. Однако на Юге Украины морозные периоды непродолжительны, и в зимние месяцы на дорогах там может не быть вышеуказанных веществ. Поэтому представляется более удачным значение $a_0 = 0,002$

1/К, предлагаемое О. Одселлом для T_0 , близких к 0°C . Использование им $a_0 = 0,004$ 1/К для оценки расхода топлива при положительных T_0 трудно считать обоснованным.

Совокупность расчётных и экспериментальных зависимостей [3] для относительного расхода топлива карбюраторными двигателями (с литражом около 2,0 л) приведена на рис. 1.

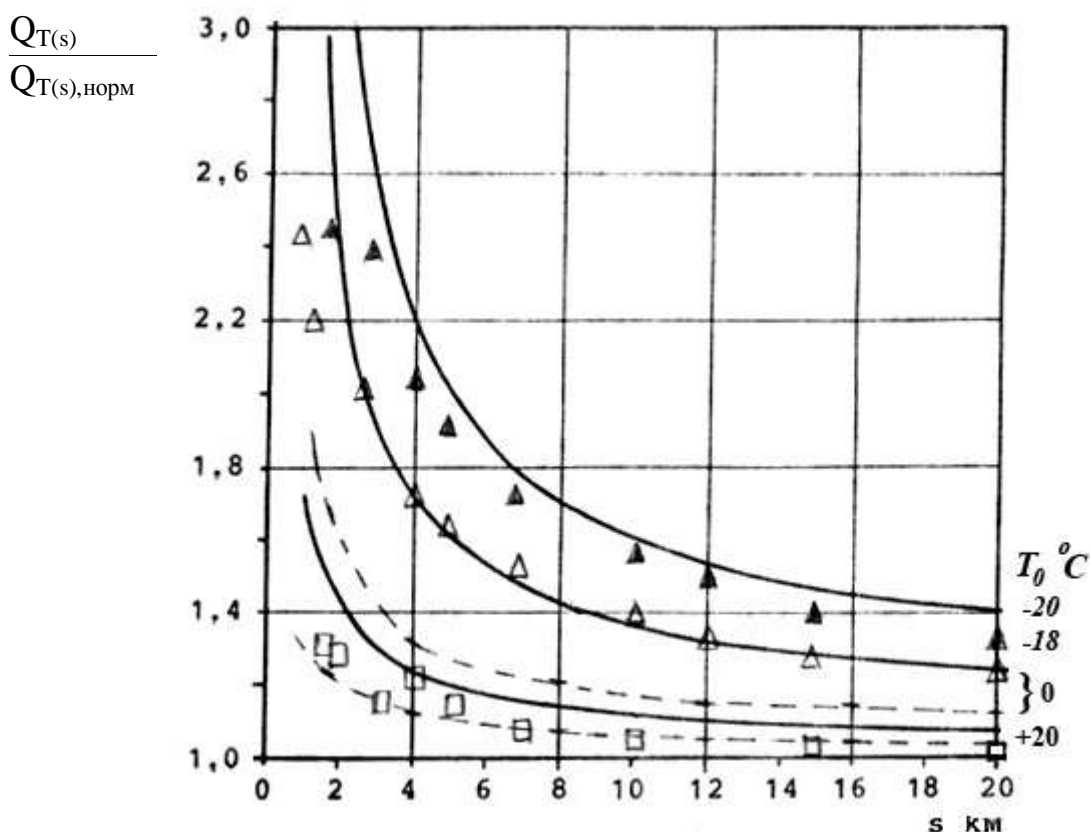


Рис. 1. Зависимости относительного расхода топлива от пройденного пути s при различных значениях T_0 [3]:
 линии — расчётные зависимости по формуле (1), сплошные для $a_0 = 0,004$ 1/К (зимние шины) и прерывистые для $a_0 = 0,002$ 1/К;
 треугольные значки — экспериментальные зависимости;
 квадратные значки — отношение текущего и минимального значений расхода топлива $Q_{T(s),\text{норм}}$ прогретым двигателем.

Данная иллюстрация показывает следующее. При отрицательных значениях T_0 и незначительных пробегах автомобиля расход топлива вполне может быть в 2-3 раза больше, чем у прогретого двигателя на том же маршруте. Но если не использовать зимние шины при $T_0 = 0...20^\circ\text{C}$, то при пробегах больше 4-5 км повышение расхода топлива не превысит 20...25%.

Поэтому было бы ошибкой делать обязательным использование этих шин повсеместно в зимние месяцы. Решение проблемы

обеспечения надёжного сцепления шин с дорогой, видимо, следует искать в направлении улучшения свойств как универсальных рисунков протектора, так и используемых материалов шин.

Сам же расход топлива прогретым двигателем $Q_{T(s),\text{норм}}$ тоже зависит от пройденного пути s и при незначительном пробеге автомобиля повышается на 15...25%, вследствие езды на низших передачах. (В работе [3] использовался смешанный ездовой цикл город — автомагистраль.) На эту зависимость (рис. 2) слабо влияла величина T_0 , и ориентировочно может использоваться степенная функция:

$$Q_{T(s),\text{норм}}/Q_{T(s),\text{норм}(\text{min})} \approx 1 + 0,6s^{-1,2}. \quad (2)$$

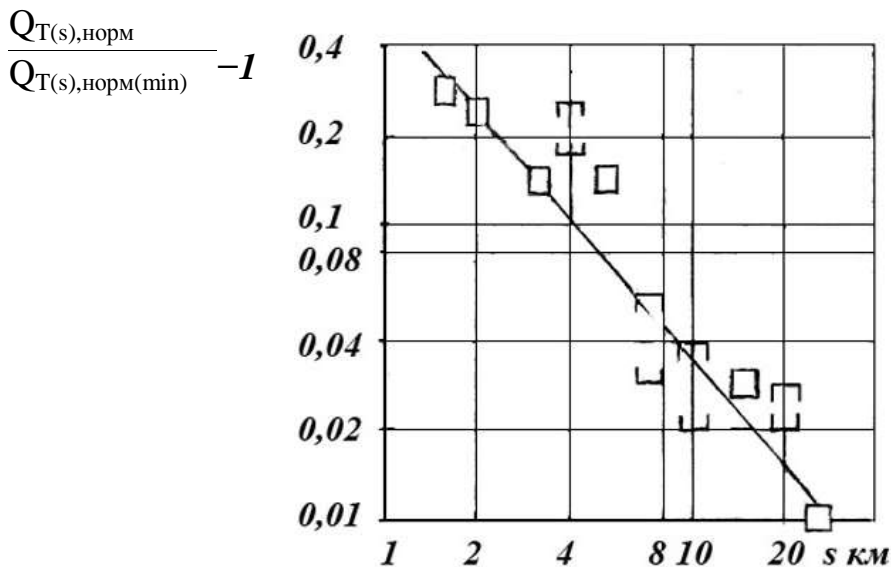


Рис. 2. Зависимость относительного прироста расхода топлива прогретого двигателя с литражом около 2,0 л от пройденного пути (по данным работы [3] для $T_0 =$ минус 18 и 0°C)

Таким образом, расход топлива $Q_{T(s)}$ для конкретного случая с учётом влияния величин T_0 и можно найти с помощью соотношения:

$$Q_{T(s)} = Q_{T(s),\text{норм}(\text{min})} (1 + 0,6s^{-1,2})(1 + a_0(30 - T_0)(1 + b_0/s)), \quad (3)$$

где минимальная величина расхода топлива прогретым двигателем должна определяться с учётом нагрузки, сопротивления дороги и т. д. Например, у европейского автомобиля с двигателем литражом около 2 л и зимними шинами она была близка к 8...9 л на 100 км [3].

Для владельца автомобиля, однако, более важным показателем служит количество (объём) затраченного топлива V_T в литрах,

непосредственно влияющий на величину прямых затрат на данную поездку:

$$V_T = 0,01sQ_{T(s)}. \quad (4)$$

Значения V_T (л) не определялись О. Одселлом и подсчитаны в данной работе как без учёта затрат топлива при пуске и прогреве двигателя, так и с их учётом, при различных значениях T_0 и s (рис. 3). Видно, что зависимости V_T от s , как правило, близки к линейным, где угловой коэффициент тем больше, чем ниже T_0 .

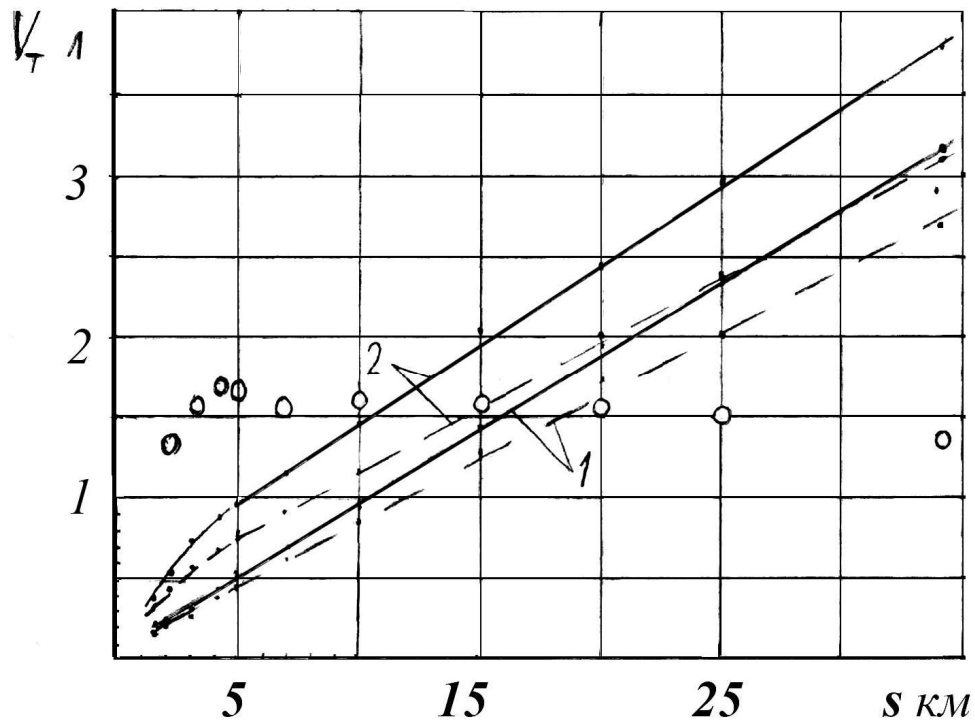


Рис. 3. Зависимости количества затраченного топлива автомобилем с зимними шинами и литражом двигателя около 2,0 л от пройденного пути (по экспериментальным данным [3]):

1 — без учёта пуска и прогрева двигателя; 2 — с учётом пуска и прогрева двигателя; сплошные линии $T_0 = \text{минус } 18^\circ\text{C}$, прерывистые линии 0°C ; кружки — отношение дополнительного количества топлива при $T_0 = \text{минус } 18^\circ\text{C}$ к этому количеству при 0°C .

На рис.4 видно, что езда при $T_0 = \text{минус } 18^\circ\text{C}$ приводит к дополнительному расходу топлива: от 0,1...0,25 л при поездках до 5 км и до 0,5...0,6 л при $s = 20...34$ км. Так как состояние дороги в исследованиях О. Одселла предполагалось одинаковым, и им использовались одни и те же зимние шины, то этот перерасход топлива можно объяснить более высоким трением в механизмах трансмиссии и ходовой части автомобиля. (Если же не использовать зимние шины при $T_0 = 0^\circ\text{C}$, когда дорога свободна от снега и т. п., то

перерасход топлива при $T_0 = \text{минус } 18^\circ\text{C}$ стал бы ещё больше — видимо, порядка 1...1,5 л!)

Необходимость пуска и прогрева двигателя, как видно на рис.4, тоже влечёт дополнительный расход топлива, приближающийся к 0,4...0,5 л при наибольшей рассмотренной дальности поездки. Поэтому О. Одселл [3] рекомендовал использовать предпусковой электроподогрев двигателя (даже при возможности пуска холодного двигателя), чтобы устранить этот перерасход топлива и сопутствующий выброс весьма токсичных веществ в атмосферу.

Для испытанного автомобиля отношение дополнительного количества топлива, затрачиваемого при пуске и прогреве двигателя при $T_0 = \text{минус } 18^\circ\text{C}$, к этому количеству при 0°C , близко к 1,5 в среднем для $s = 3...30$ км и несколько ниже за пределами этого диапазона s . Следовательно, при более низкой температуре воздуха пуск и прогрев холодного двигателя вызывают более значительный перерасход топлива, чем при температуре 0°C .

Выводы. Ориентировочный подсчёт расхода топлива легковыми автомобилями в зависимости от температуры окружающего воздуха T_0 , пройденного пути и других факторов можно проводить по формуле (3), а количества затраченного топлива — по формуле (4).

При отрицательных значениях T_0 и незначительных величинах пробега s расход топлива у автомобиля с литражом двигателя около 2,0 л может повыситься в 2-3 раза, по сравнению с расходом топлива при температуре 0°C . Количество затраченного топлива зависит от пробега автомобиля, в основном, линейно, и в исследованном диапазоне s может повышаться на 0,5...0,6 л при $T_0 = \text{минус } 18^\circ\text{C}$, по сравнению с этим количеством при температуре 0°C . Дополнительная затрата топлива на пуск и прогрев двигателя может достигать 0,4...0,5 л.

Литература:

- 1 Климат Украины : [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://www.outdoorukraine.com/content/view/102/lang,ru/>.
- 2 *Карташевич А.Н.* Улучшение пусковых качеств автотракторных дизелей в зимний период эксплуатации : Монография / *А.Н. Карташевич* [и др.] : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия. – Минск: Красико-Принт, 2005. – 180 с.
- 3 Odsell O. Influence of ambient temperature and cold start on automobile fuel consumption / Olle Odsell ; VTI // VTI Rapport. - Linköping, 1981. - No. 207A. - 17 p.

**ПРО ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНИХ УМОВ НА ВИТРАТИ
ПАЛИВА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ**

Стефановський О.Б.

Анотація - проаналізовано результати випробувань легкових автомобілів при різних температурних умовах, отримані залежності показників витрати палива від температури навколишнього повітря і пройденого шляху.

**ON THE EFFECT OF TEMPERATURE CONDITIONS ON
THE CAR FUEL CONSUMPTION**

A. Stefanovsky

Summary

Results of the car testing at various temperature conditions are analyzed. Correlations of fuel consumption parameters with the ambient air temperature and the driving distance are obtained.