

УДК 656.13.504

**РАСХОД ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЕЙ КАК КРИТЕРИЙ  
ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ  
ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ**

Жданов В.Л., к.т.н., доцент, доцент кафедры автомобильных перевозок  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Современные процессы урбанизации в целом и темпы роста автомобилизации в частности диктуют все более и более жесткие требования к экологической безопасности транспортных потоков, поскольку их глубокое проникновение в селитебные районы городов и мегаполисов несут в себе прямую угрозу здоровью населения. В этой связи повышается актуальность решения проблемы по обеспечению допустимого уровня выбросов вредных веществ в атмосферу при увеличении количества автомобилей на дорожной сети. Очевидно, что решение обозначенной проблемы можно рассматривать через призму расхода топлива автомобилей, составляющих современные транспортные потоки, так как уровень выбросов вредных веществ в атмосферу имеет жёсткую прямую зависимость от количества потребляемого топлива. Таким образом, исследования процессов расхода топлива при испытаниях автомобилей в соответствии с техническим регламентом для получения одобрения типа транспортного средства представляются достаточно актуальными [1, 2].

Топливная экономичность автомобилей полной массой до 3,5 т для получения объективной картины может оцениваться, кроме прочих, показателями расхода топлива в магистральном цикле на дороге, имитирующем условные загородные условия движения, в городском цикле на дороге, в городском цикле на стенде. В этом случае производится регламентация методов испытаний и параметры обозначенных ездовых циклов. При этом городской цикл на стенде принят идентичным ездовому циклу испытаний автомобилей по определению уровня выбросов вредных веществ (так называемый европейский ездовой цикл). Как следствие, расход топлива автомобилей при движении по городским циклам на дороге и на стенде, имитирующих городские эксплуатационные режимы, должен быть одинаковым. Данное требование обусловлено тем, что стеновые испытания сложны, трудоемки, не везде есть условия и возможности для их реализации, и потому более простые и доступные испытания на дороге с необходимой точностью могут выступать в качестве альтернативы испытаниям на стенде. Кроме того, стеновые испытания для автомобилей всех других категорий полной массой свыше 3,5 т

техническим регламентом в принципе не предусмотрены, и оценка расхода топлива в городских условиях осуществляется только на дороге.

Сопоставимость показателей топливной экономичности всех автомобилей в городских условиях возможна лишь тогда, когда есть критерии для количественного сравнения названных ездовых циклов. Городские ездовые циклы на дороге заданы как функции изменения скорости от пройденного автомобилем пути, а городской ездовой цикл на стенде – в функции от времени движения. Никаких других оценочных параметров не предусмотрено. Вследствие этого разница в расходе топлива автомобилями различных категорий по различным городским циклам не может быть однозначно объяснена влиянием либо только типа и модели автомобиля, либо только характером режима движения.

Из теории транспортных потоков известно, что универсальным параметром оценки сложности любых условий движения, учитывающим уровень установившейся скорости движения автомобиля, его ускорений и замедлений, соотношения времени работы двигателя на холостом ходу и движения с постоянной скоростью в общем времени движения, может служить градиент скорости (отношение квадратичного среднего значения ускорения к средней скорости сообщения автомобиля) [3]. Следовательно, градиент скорости может выступать универсальным критерием сравнительной оценки реализуемых ездовых циклов.

Целесообразность его использования определяется и тем, что он имеет прямую зависимость с путевым расходом топлива, которая имеет общий вид:

$$Q_s = A \cdot G_V + B, \text{ л/100 км}, \quad (1)$$

где  $G_V$  - градиент скорости,  $\text{с}^{-1}$ ;  $A, B$  - постоянные коэффициенты, зависящие от марки автомобиля и его полной массы.

В качестве коэффициента  $B$  выступает контрольный расход топлива при движении автомобилей с заданной установившейся скоростью на высшей передаче по горизонтальной дороге. В этом случае градиент скорости, как правило, не превышает значений его незначимого доверительного интервала, и потому может считаться равным нулю. Тогда можно записать для расхода топлива при движении по городскому ездовому циклу:

$$\frac{Q_{scm}}{Q_{s0}} = 1 + C \cdot G_{Vcm}, \quad (2)$$

где  $Q_{scm}$  – расход топлива при движении по городскому циклу, л/100 км;  $Q_{s0}$  – контрольный расход топлива при движении со скоростью 90 км/ч (для автомобилей полной массой до 3,5 т), л/100 км;  $C$  – коэффициент, равный отношению  $\frac{A}{Q_{s0}}$ ;  $G_{Vcm}$  - градиент скорости стандартного городского ездового цикла,  $\text{с}^{-1}$ .

Обработка данных по схемам магистрального, городского на дороге и городского на стенде ездовых циклов для автомобилей полной массой до 3,5 т позволила получить результаты, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Параметры цикла	Магистральный	Городской на дороге	Городской на стенде
Пробег за цикл, м	4000	4000	1013
Общее время цикла, с	201	527	195
Коэффициент холостого хода	0	0,25	0,44
Коэффициент постоянной скорости	0,69	0,57	0,42
Средняя скорость, м/с	19,86	7,59	5,19
Градиент скорости, с <sup>-1</sup>	0,016	0,096	0,108

Очевидно, городские ездовые циклы на дороге и на стенде весьма значительно отличаются друг от друга по отдельным параметрам, но по оценке их с помощью градиента скорости они практически идентичны. Следовательно, величина расхода топлива при движении по этим двум ездовым циклам одного и того же автомобиля должна быть одинаковой. Это позволяет утверждать, что испытания на дороге и на стенде могут считаться равнозначными по конечному результату, что и доказывает наличие альтернативы вида испытаний для данной категории автомобилей. В этой связи можно ограничиваться в случае необходимости испытаниями только одного вида: либо только на дороге, либо только на стенде. Более того, при идентичности получаемых результатов по топливной экономичности городской ездовой цикл на дороге можно считать даже более предпочтительным с точки зрения уровня организации дорожного движения в городе, поскольку он характеризует условия движения с более высокой скоростью, с меньшим временем остановок.

Обработка данных по расходу топлива множества легковых автомобилей с бензиновыми и дизельными двигателями рабочим объемом от 0,65 л до 4,2 л и различными эксплуатационными характеристиками [4] методом корреляционного анализа, позволили получить зависимость:

$$\frac{Q_{scm}}{Q_{s0}} = 0,19 \cdot V_h + 1,22, \quad (3)$$

где  $V_h$  - рабочий объем двигателя, л.

Полученный коэффициент корреляции  $r=0,55$  является значимым.

Приняв градиент скорости городского ездового цикла  $G_{Vcm} = 0,1 \text{ с}^{-1}$ , можно преобразовать выражение (1)

$$Q_s = Q_{s0} \cdot (1,9 \cdot V_h + 2,2 \cdot G_V + 1,0), \text{ л/100 км.} \quad (4)$$

Для городского ездового цикла автомобилей полной массой свыше 3,5 т были получены следующие значения параметров:

- пробег за цикл, м – 4000;
- общее время цикла, с – 454;
- коэффициент холостого хода – 0,11;
- коэффициент постоянной скорости – 0,61;
- средняя скорость, м/с – 8,82;
- градиент скорости, с<sup>-1</sup> – 0,058.

Сравнительный анализ позволяет сделать вывод о том, что данный цикл по величине градиента скорости значительно отличается от цикла для автомобилей с полной массой до 3,5 т, при этом оба они характеризуют городские условия движения. Эти условия формируются закономерностями процесса движения транспортных потоков различного состава по улично-дорожной сети города. При этом происходит выравнивание скоростного режима автомобилей всех типов при наличии общего ограничения скорости, вследствие чего ездовой цикл автомобилей всех типов будет характеризоваться определенной единой величиной градиента скорости. А два сравниваемых городских ездовых цикла на дороге для легковых автомобилей и автомобилей полной массой выше 3,5 т этого выравнивания не учитывают. Даный факт дает основание утверждать, что результаты испытаний по названным ездовым циклам на топливную экономичность автомобилей несопоставимы и не могут дать достоверной оценки расходов топлива в реальных условиях движения. Представленные выше исследования позволяют предложить способ для решения этой проблемы. Для этого в выражение (4) следует подставить соответствующие значения рабочего объема двигателя сравниваемых типов автомобилей и известные величины градиента средней скорости на городских магистралях. Подобный метод позволяет исключить при сравнении влияние характера режима движения, и повысить достоверность влияния типа автомобиля и его технического состояния на расход топлива.

### Список литературы

1. Трофименко, Ю. В. Оценка вреда, наносимого окружающей среде автотранспортным комплексом региона [Текст] / Ю. В. Трофименко // Вестник Московского автомобильно-дорожного института (государственного технического университета). – 2009. – № 2 (17). – С. 97-103.
2. Трофименко, Ю. В. Пути повышения экологической и дорожной безопасности автотранспортного комплекса России [Текст] / Ю. В. Трофименко // Известия самарского научного центра российской академии наук. – 2010. – Т. 12, № 1-9. – С. 2345-2349.
3. Трофименко, Ю. В. Интегральная оценка безопасности транспортных потоков на улично-дорожной сети [Текст] / Ю.В. Трофименко, В.Л. Жданов // Транспорт: наука, техника, управление. – 2008. – № 7. – С. 46–51.
4. Трофименко, Ю. В. Метод оценки экологической безопасности участников дорожного движения [Текст] / Ю. В. Трофименко, В.С. Ворожнин // Транспорт Урала. – 2015. – № 1. – С. 73-78.