

УДК 629.113

## ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВА И РЕСУРСА ДИЗЕЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ С УЧЕТОМ ФАЗ РЕАЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Савенко В.Н., Савенко А.В.

АДИ ГосВУЗ «ДонНТУ», Горловка, Украина

*Запропонована методика оцінювання використання палива та ресурсу для дизельних автомобілів. Методика ґрунтується на співставленні витрат палива в еталонних та заданих дорожньо-транспортних умовах. Вихідними даними для оцінювання є результати математичного моделювання руху.*

**Постановка проблемы и ее связь с научными и практическими задачами.** Реализация положений “Энергетичної стратегії України на період до 2030 року” по снижению энергозависимости и повышению эффективности использования энергоресурсов, ситуация с обеспечением экономики Украины энергоресурсами остро ставит проблему экономного использования различных видов моторного топлива. “Галузева програма енергозбереження та впровадження альтернативних видів палива на транспорті на 2006-2010 роки”, утвержденная Министерством транспорта и связи Украины в феврале 2006 года, констатируя среди прочего ограниченность в использовании современных энергосберегающих технологий перевозок, ставит задачу улучшения эффективности эксплуатации подвижного состава, оптимизации транспортных технологий. Одним из механизмов реализации программы планируется применение санкций и соответствующих льгот для стимулирования юридических и физических лиц к экономному использованию топлива и энергии на транспорте. Следует ожидать расширения и распространения на других субъектов хозяйствования существующей практики применения санкций и административных штрафов для предприятий общественного производства за превышение установленных и согласованных отраслевых, региональных или внутрихозяйственных норм удельных затрат топлива. В этих условиях более остро встают вопросы предварительной оценки энергоэффективности планируемых автоперевозок.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Оценка эффективности использования топлива и ресурса транспортных машин может быть одним из инструментов принятия решений по их эффективному использованию [1, 2]. Однако расход топлива в

процессе выполнения транспортной работы автомобилем является интегральным результатом одновременного воздействия большого числа факторов. При всем разнообразии таких факторов (водитель, дорога, среда, груз и т.д.), они воздействуют через режимы работы автомобиля и его основных агрегатов. Под действием этих режимов, накладывающихся на характеристику топливной экономичности, формируется эксплуатационный расход топлива. Одновременно эти режимы влияют на интенсивность изменения технического состояния, следовательно, и на характеристики топливной экономичности автомобиля. Режимы работы автомобиля с дизелем в условиях города в значительной мере определяются наличием всережимного регулятора в системе топливоподачи [3, 4]. Одним из путей прогноза эффективности использования топлива и ресурса автомобиля является математическое моделирование и сопоставление расходов топлива в стандартном ездовом цикле и планируемой езде с учетом фаз движения [5, 6].

**Нерешенные части проблемы и цель исследования.** Прогноз эффективности использования топлива и ресурса моделированием и сопоставлением расходов топлива с учетом фаз движения недостаточно разработан в части оценки топливоиспользования. Целью данного исследования является уточнение методики оценки использования топлива и ресурса с учетом энергетических параметров фаз, составляющих движение автомобиля в стандартных и в заданных дорожно-транспортных условиях.

**Основная часть.** Для определения расхода топлива в эталонных условиях движения для соответствующего вида АТС принимается расход в городском цикле, параметры движения для которого установлены ГОСТ 20306-94. Исходя из реальной картины формирования общего расхода топлива [4] для целей оценки использования топлива и ресурса предлагается модель расхода топлива, в которой общее количество израсходованного топлива есть сумма составляющих расходов в различных фазах процесса перемещения автомобиля:

$$Q = Q_{XX} + Q_{TO} + Q_{TH} + \sum_{i=1}^{i=n} (Q_{Yi} + Q_{Pzi}), \quad (1)$$

где  $Q_{XX}$  – расход при работе двигателя на холостом ходу в процессе остановок;

$Q_{TO}$  – расход при последовательных разгонах на передачах до средней скорости движения после остановок автомобиля и последующих торможениях перед остановками;

$Q_{TH}$  - расход при последовательных разгонах на передачах после остановок автомобиля и последующих замедлениях с выключенной передачей (накатах);

$Q_{Vi}$  - расход при установившемся движении на  $i$ -той передаче;

$Q_{Pzi}$  - расход при неустановившемся движении на  $i$ -той передаче при средней скорости.

Путевой расход топлива  $Q_{S\phi}$  [6]

$$Q_{S\phi} = \delta N_O \cdot G_{TXX} \cdot t_{XX} + \delta S_{TO} \cdot Q_{STO} + \delta S_{TH} \cdot Q_{STH} + \delta S_Y \cdot Q_{SY} + \delta S_{P3} \cdot Q_{SP3} \quad (2)$$

где  $\delta N_O$  – удельное количество остановок,  $m^{-1}$ ;

$G_{TXX}$  – расход топлива на холостом ходу, г/с;

$t_{XX}$  – средняя продолжительность одной остановки, с;

$\delta S_{TO}$ ,  $Q_{STO}$ ,  $\delta S_{TH}$ ,  $Q_{STH}$  – доля пути и путевой расход топлива при движении в фазе «трогание-остановка торможением» и в фазе «трогание-остановка накатом» соответственно;

$\delta S_Y$ ,  $Q_{SY}$ ,  $\delta S_{P3}$ ,  $Q_{SP3}$  – доля пути и путевой расход топлива при установившемся движении и при движении «разгон-замедление двигателем» соответственно.

Доля пути в фазах «трогание-остановка торможением» и «трогание – остановка накатом» определяются с учетом удельного количества остановок

$$\delta S_{TO} = \frac{S_{TO}}{S} = \frac{S_{TO}^1 \cdot N_O \cdot (1 - K_{ИН})}{S} = S_{TO}^1 \cdot \delta N_O \cdot (1 - K_{ИН}); \quad (3)$$

$$\delta S_{TH} = \frac{S_{TH}}{S} = \frac{S_{TH}^1 \cdot N_O \cdot K_{ИН}}{S} = S_{TH}^1 \cdot \delta N_O \cdot K_{ИН}, \quad (4)$$

где  $N_O$  – общее количество остановок на пути  $S$ ;

$S_{TO}^1$ ,  $S_{TH}^1$  – путь одного цикла «разгон-остановка торможением» и «разгон-остановка накатом» соответственно, м;

$K_{ИН} = N_H/N_O$  - коэффициент использования наката.

В процессе оценки и моделирования установившегося движения используются зависимости классических экономических характеристик установившегося движения, применение которых не вызывает затруднений. Характеристики неустановившегося движения «трогание-остановка», «трогание-накат», «разгон-замедление двигателем» получают с использованием метода, изложенного в работе [7].

Энергоемкость дорожной составляющей транспортной услуги по перевозке груза с учетом ДСТУ 3682-98 можно определить из выражения

$$E_{my} = 0,01 \cdot H_u \cdot \frac{Q_{S\phi}}{m_{zp}}, \quad (5)$$

где  $E_{my}$  – энергоемкость составляющей транспортной услуги, МДж/т-км;

$H_u$  – теплотворная способность топлива, МДж/кг;

$Q_{S\phi}$  – путевой расход топлива, кг/100 км;

$m_{zp}$  – масса перевозимого груза, т.

Дополнительные затраты на капитальные ремонты агрегатов и обновление АТС, связанные с отклонением от стандартных режимов движения [6]

$$\Delta C_{y\delta}^3 = \frac{1}{L_a^n} \cdot \left( \frac{Q_{S\phi}}{Q_{Sn}} - 1 \right) \cdot \left( C_a + \sum_{i=1}^n C_{кр.i} - C_o \right). \quad (6)$$

где  $\Delta C_{y\delta}^3$  – дополнительные удельные затраты, грн./км;

$L_a^n$  – пробег до списания при работе АТС в эталонных условиях, км;

$C_a$  – начальная стоимость АТС, грн.;

$C_{кр.i}$  – стоимость  $i$ -го капитального ремонта агрегатов АТС, грн.;

$C_o$  – остаточная стоимость АТС, грн.

Вышеприведенная методика оценки затрат реализована в виде комплекса компьютерных программ. В качестве примера на рисунке 1 приведен результат анализа энергоемкости процесса перемещения груза массой 5 т дизельными автомобилями в условиях городского движения по дороге со средним суммарным коэффициентом дорожного сопротивления 0,018, средним расстоянием между остановками 660 м, при средней скорости 36 км/ч, динамичном темпе переключения передач.

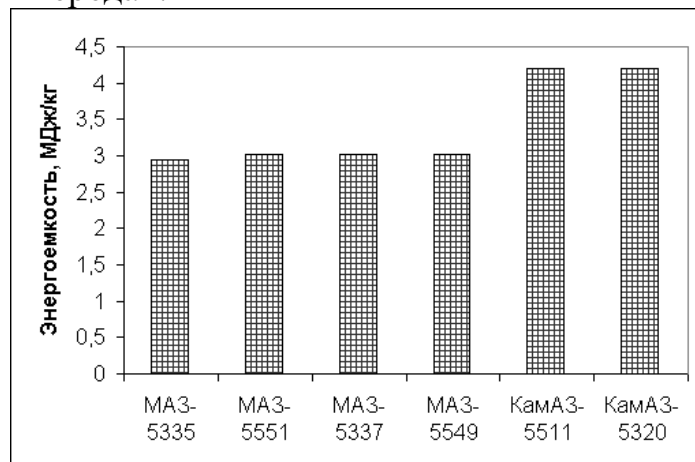


Рисунок 1 – Энергоемкость дорожной составляющей транспортной услуги

Пример анализа изменения затрат, связанных с влиянием на ресурс режимов движения, для вышеприведенных условий приведен на рисунке 2 (для наглядности приняты одинаковыми: стоимость автомобиля – 100 тыс.грн., остаточная стоимость 10%, норма пробега агрегатов до КР – 400 тыс км, стоимость КР агрегатов – 5000 грн, количество ремонтов до списания – 1, полнота восстановления ресурса – 0,8).

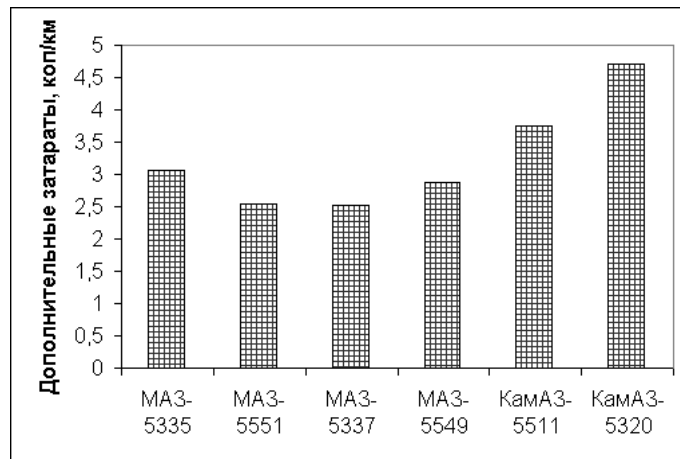


Рисунок 2 – Дополнительные затраты на капитальные ремонты агрегатов и обновление АТС

Пример анализа для конкретного автомобиля приведен на рисунке 3 (MAZ-5549 с номинальной нагрузкой, коэффициент сопротивления дороги – 0,02, доля установившегося движения  $\delta S_y = 30\%$ , коэффициент использования наката  $K_{ин} = 0$ , стоимость автомобиля – 80 тыс.грн., норма пробега силового агрегата до КР – 320 тыс км, стоимость КР силового агрегата – 3800 грн, количество ремонтов до списания – 2, полнота восстановления ресурса – 0,8).

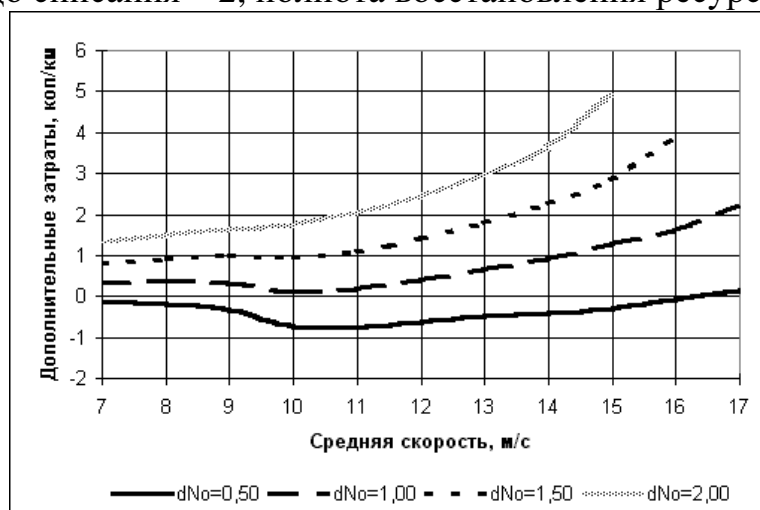


Рисунок 3 – Дополнительные затраты, связанные с влиянием на ресурс количества остановок и средней скорости движения

Приведенными примерами не ограничивается область применения методики и программного обеспечения, разработанного на ее основе.

**Выводы.** Предлагаемая методика позволяет оценить затраты, связанные с различным использованием топлива и ресурса в определенных дорожно-транспортных условиях, при изменении комплектации автомобиля, при изменении стиля вождения. Она может быть использована при оценке энергоэффективности составляющих транспортного процесса, формировании себестоимости и оперативном расчете тарифов на транспортные услуги.

#### Литература

1. Говорущенко Н.Я., Туренко А.Н. Системотехника транспорта (на примере автомобильного транспорта): В двух частях. Ч.2.-Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998.– 219 с.
2. Бажинов А.В. Прогнозирование остаточного ресурса автомобильного двигателя. – Харьков: ХГАДТУ, 2001. – 95 с.
3. Савенко В.Н. Энергетические параметры режимов движения дизельных автомобилей// Автомобильный транспорт: Сб.науч.тр.- Харьков: ХНАДУ, 2003. – Вып. 13.-С.53-55.
4. Бажинов А.В., Савенко В.Н. Корректирование ресурса по расходу топлива с учетом особенностей режима движения дизельных автомобилей с всережимными регуляторами// Сб.науч.тр. национального горного ун-та.-Т.5.-Днепропетровск: 2004. – №19.- С.10-17.
5. Савенко В.Н. Методика оценки использования ресурса дизельных автомобилей в городских условиях движения по энергетическим параметрам// Збірник наукових праць Національного гірничого університету.-Дніпропетровськ: НГУ, 2005. – № 21.-С.29-33.
6. Савенко В.Н. Оценка составляющей транспортных затрат при различном использовании ресурса дизельного автомобиля// Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – Луганськ: 2005. -№ 6(88).- С.112-116.
7. Савенко В.Н. К оценке неустановившегося движения дизельного автомобиля с использованием квазилинейных участков характеристики// Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. – Луганськ: 2004.- №7(77).-Ч.1.-С.162-170.

30.04.08