



УДК 629.463

З.Ф. Кривуца
Z.F. Krivutsa

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ В ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

RESEARCH OF FUEL ECONOMY OF AUTOMOBILES USED IN TRANSPORTATION AND TECHNOLOGICAL OPERATIONS OF AGRICULTURAL INDUSTRY

Ключевые слова: транспорт, расход топлива, скорость движения, температура воздуха, коэффициент возрастания, математическая модель.

Эффективность автомобильного транспорта зависит от условий эксплуатации, которые меняются по сезонам года. При значительной сезонной вариации условий эксплуатации существующие методы планирования и организации технологического процесса перевозок грузов на предприятиях АПК не позволяют полностью реализовать потенциальное качество автомобилей, заложенное при проектировании и производстве. Поэтому для определения фактического расхода топлива на транспортных работах необходимо учитывать как конструктивные особенности различных автомобилей, так и совместное влияние температуры окружающего воздуха и скорости движения на расход топлива при эксплуатации грузовых автомобилей. Целью работы явилось установление закономерности изменения показателей топливной экономичности автотранспортных средств в зависимости от совместного влияния температуры окружающего воздуха и скорости движения. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: разработать показатели приспособленности грузовых автомобилей к температуре окружающего воздуха и скорости движения по расходу топлива; установить вид двухфакторной математической модели совместного влияния температуры окружающего воздуха и скорости движения на расход топлива автомобиля; экспериментально определить численные значения параметров математических моделей для грузовых автомобилей. Объектом исследования явился процесс формирования расхода топлива автомобилем КамАЗ-55102 с полуприцепом ОдАЗ-9770 при выполнении перевозок грузов сельскохозяйственного назначения на расстояние 60 км по дорогам с асфальтобетонным покрытием при следующих условиях: $\beta=0,5$; $q=20$ т; $\gamma=1$. Измерение расхода топлива проводилось с использованием навигационной системы ГЛОНАСС и GPS мониторинга транспорта при скоростных режимах от 45 до 85 км/ч в интер-

вале температур (0°C ; 40°C). На основе экспериментальных исследований определен вид двухфакторной математической модели, позволяющей адекватно интерпретировать и моделировать расход топлива грузовых автомобилей с учетом сезонной вариации условий эксплуатации.

Keywords: transportation, fuel consumption, driving speed, air temperature, increase coefficient, mathematical model.

The efficiency of automobile transportation depends on the operation conditions which change with season. The existing methods of planning and the organization of technological process of transportation at the enterprises of agricultural industry do not enable using the total potential of automobiles. To determine the actual fuel consumption, the design features of different automobiles, air temperature and driving speed should be taken into account. The research goal was to reveal the change pattern of fuel economy indices of motor vehicles depending on combined effect of air temperature and driving speed. The following objectives were involved: the development of adaptability indices of automobiles to air temperature and driving speed in terms of fuel consumption; defining the type of two-factor mathematical model of combined effect of air temperature and driving speed on fuel consumption; and defining numerical values of the mathematical models' parameters for load-carrying vehicles. The research subject was the formation of fuel consumption of KamAZ-55102 automobile with OdAZ-9770 semi-trailer when transporting an agricultural load at a distance of 60 km on asphaltic concrete road under the following conditions: $\beta = 0.5$; $q = 20$ t; $\gamma = 1$. The fuel consumption was measured with the use of GLONASS and GPS monitoring at the speed of 45-80 km/h at $0-40^{\circ}\text{C}$. The type of two-factor mathematical model was defined on the basis of experimental studies. It enables adequate interpretation and modeling the fuel consumption of load-carrying vehicles taking into account a seasonal pattern of operation.

Кривуца Зоя Федоровна, к.ф.-м.н, доцент, зав. каф. «Физика», Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск. Тел. 914-607-66-08. E-mail: zfk20091@rambler.ru.

Krivutsa Zoya Fedorovna, Cand. Phys.-Math. Sci., Head, Chair of Physics, Far East State Agricultural University, Blagoveshchensk. Ph.: 914-607-66-08. E-mail: zfk20091@rambler.ru.

Введение

Приоритетным направлением государственной Транспортной стратегии РФ до 2030 г. является создание условий для повышения эффективности автомобильного транспорта, т.е. повышение результативности его работы при экономном, рациональном расходовании трудовых, материальных и топливо-энергетических ресурсов.

Условия эксплуатации автомобилей оказывают значительное влияние на эффективность, существенно изменяя уровень производительности, расход топлива, надежность и другие показатели [1, 2]. Особенно это характерно для автомобильного транспорта, который обслуживает предприятия АПК. Однако при определении норм расхода топлива не учитывается различный уровень приспособленности грузовых автомобилей к тем или иным условиям эксплуатации, которые в свою очередь приводят к изменению скорости движения. Недостаточное внимание к уровню приспособленности автомобилей ведет при их эксплуатации к дополнительным транспортным издержкам.

Для Амурской области условия эксплуатации автомобилей характеризуются большими различиями, переменным характером многих факторов внешней среды, поэтому особый интерес вызывает исследование влияния температуры окружающего воздуха на расход топлива при различных скоростных режимах автомобилей [3]. Рассматриваемая проблема становится актуальнее, чем больше отклонения условий эксплуатации от стандартных и чем хуже приспособленность автомобилей к этим отклонениям.

Таким образом, для определения фактического расхода топлива на транспортных работах необходимо учитывать как конструктивные особенности различных автомобилей, так и совместное влияние температуры окружающего воздуха и скорости движения на расход топлива при эксплуатации грузовых автомобилей.

Цель исследования – установление закономерностей изменения показателей топливной экономичности автотранспортных средств в зависимости от совместного влияния температуры окружающего воздуха и скорости движения.

Для достижения поставленной цели предусматривается решение следующих задач:

- 1) установить вид математической модели влияния температуры окружающего воздуха на расход топлива грузовых автомобилей;
- 2) установить вид математической модели влияния скорости движения на расход топлива грузовых автомобилей;
- 3) разработать показатели приспособленности автомобилей к температуре окру-

жающего воздуха и скорости движения по расходу топлива;

4) установить вид двухфакторной математической модели совместного влияния температуры окружающего воздуха и скорости движения на расход топлива автомобиля;

5) экспериментально определить численные значения параметров математических моделей для грузовых автомобилей.

Объекты и методы исследований

Для определения совместного влияния скорости движения и температуры окружающего воздуха на расход топлива были проведены экспериментальные исследования на примере работы автомобилей КамАЗ-55102 с полуприцепом ОдАЗ-9770 при выполнении перевозок грузов сельскохозяйственного назначения на расстояние 60 км по дорогам с асфальтобетонным покрытием при следующих условиях: $\beta = 0,5$; $q = 20$ т; $\gamma = 1$. Измерение расхода топлива проводилось с использованием навигационной системы ГЛОНАСС и GPS мониторинга транспорта при скоростных режимах от 45 до 85 км/ч (рис. 1) [4, 5]. Температура окружающего воздуха $23 \pm 4^\circ\text{C}$.

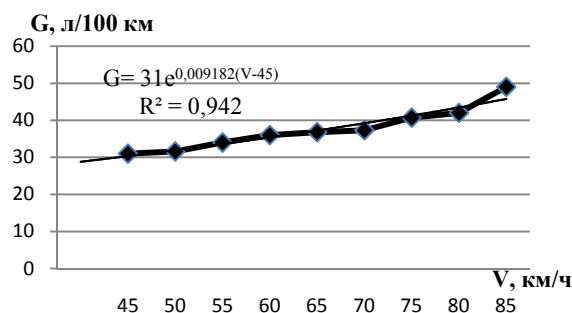


Рис. 1. Зависимость расхода топлива автомобиля КамАЗ-55102 от скорости движения

Для разработки математической модели влияния скорости движения на расход топлива воспользуемся среднестатистическими экспериментальными данными, при этом в качестве аргумента выбираем интервал от 45 до 85 км/ч (рис. 1). Представленные экспериментальные данные показали, что в рассматриваемом диапазоне скоростей расход топлива грузовых автомобилей можно описать экспоненциальной моделью:

$$G = G_0 e^{\delta(V-V_0)}, \quad (1)$$

где G – расход топлива, л/100 км;

G_0 – наименьшее значение расхода топлива, л/100 км;

δ – коэффициент возрастания, ч/км;

V – скорость движения, км/ч;

V_0 – скорость движения, при наименьшем расходе топлива, км/ч.

Выясним физический смысл коэффициента возрастания δ . Обозначим ΔV – интервал скорости, при котором расход топлива увеличивается в e раз, тогда

$$\frac{G}{G_0} = e^{\delta \Delta V} = e^1 \rightarrow \delta \Delta V = 1 \rightarrow \delta = \frac{1}{\Delta V}. \quad (2)$$

Следовательно, коэффициент возрастания δ является физической величиной, обратной скоростному интервалу, в течение которого расход топлива увеличивается в e раз.

Для оценки адекватности предлагаемой однофакторной математической модели воспользуемся среднестатистическими экспериментальными данными (рис. 1). Достоверность аппроксимации составила 0,942 для предлагаемой однофакторной математической модели. Следовательно, для моделирования влияния скорости движения на расход топлива автомобиля КамАЗ-55102 при заданных условиях эксплуатации рекомендуем использовать следующее уравнение:

$$G = 31e^{0,009182(V-45)}. \quad (3)$$

В рамках данного исследования построена зависимость расхода топлива от температуры окружающего воздуха при скоростном режиме автомобиля КамАЗ-55102(70±2) км/ч при заданных условиях эксплуатации (рис. 2).

Исходя из экспериментальных среднестатистических данных, определим аналитическую модель зависимости расхода топлива G от температуры окружающего воздуха (рис. 2). Исследования показали, что в рассматриваемых диапазонах температур влияние температуры окружающего воздуха на расход топлива грузовых автомобилей можно описать экспоненциальной моделью:

$$G = G_0 e^{\delta(t-t_0)}, \quad (4)$$

где G – расход топлива, л/100 км;

G_0 – наименьшее значение расхода топлива, л/100 км;

δ – коэффициент возрастания $1/(\text{°C})$;

t – температура окружающего воздуха, °C .

Для предлагаемой модели (4) коэффициент возрастания δ является физической величиной, обратной температурному интервалу, в течение которого расход топлива увеличивается в e раз.

Достоверность аппроксимации составляет 0,978 для предлагаемой однофакторной математической модели в интервале температур (0 °C ; 40 °C) (рис. 2). Следовательно, для моделирования влияния температуры окружающего воздуха на расход топлива автомобиля КамАЗ-55102 рекомендуем использовать следующие уравнение:

$$G = 31e^{0,00925(t-0)}. \quad (5)$$

где t_0 – оптимальная температура окружающего воздуха при наименьшем расходе топлива, °C .

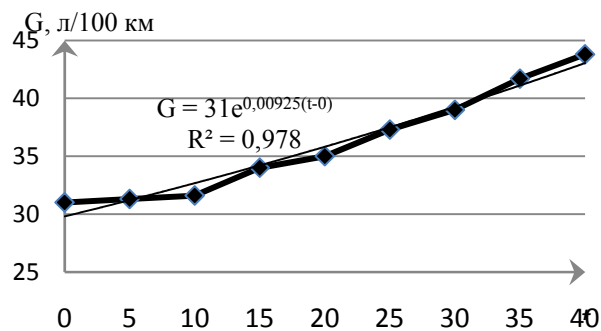


Рис. 2. Зависимость расхода топлива автомобиля КамАЗ-55102 от температуры окружающего воздуха

Для описания совместного влияния температуры окружающего воздуха и скорости движения автомобиля на основе однофакторных моделей скомпонована мультипликативная многофакторная модель. Искомая математическая модель имеет вид

$$G = G_0 e^{\delta_1(V-V_0)} e^{\delta_2(t-t_0)}. \quad (6)$$

Пользуясь полученными численными значениями параметров математических моделей в рассматриваемых условиях эксплуатации грузовых автомобилей, данная модель (6) принимает вид

$$G = 31e^{0,009182(V-45)} e^{0,00925(t-5)}. \quad (7)$$

Проверка адекватности модели проводилась по критерию Фишера. Расчетные значения дисперсионного отношения Фишера для предложенной модели выше табличного значения критерия Фишера с вероятностью 0,93, что свидетельствует об адекватности модели экспериментальным данным. График, построенный по мультипликативной модели (7), приведен на рисунке 3.

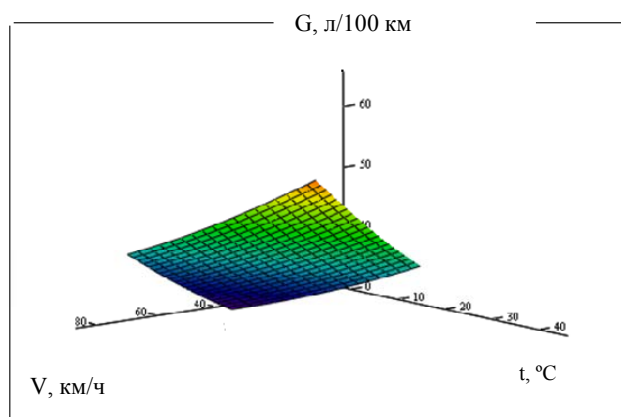


Рис. 3. Зависимость расхода топлива автомобиля КамАЗ-55102 от влияния температуры окружающего воздуха и скорости движения

Заключение

При эксплуатации грузовых автомобилей на показатели топливной экономичности существенно влияют сезонные условия. На ос-

нове экспериментальных исследований определен вид двухфакторной математической модели совместного влияния температуры окружающего воздуха и скорости движения на расход топлива автомобиля. Исследуемые зависимости представлены экспоненциальными математическими моделями. Использование полученных результатов исследования при планировании доставки грузов сельскохозяйственного назначения позволяют адекватно интерпретировать и моделировать процессы изменения качества грузовых автомобилей с учетом сезонной вариации условий эксплуатации, что позволит наиболее точно определить пути снижения энергетических затрат и, как следствие, повысить эффективность использования транспортных средств на предприятиях АПК [6, 7].

Библиографический список

1. Захаров Н.С. Влияние сезонных условий на процессы изменения качества автомобилей: дис. ... докт. техн. наук. – М., 2000. – 523с.
2. Резник Л.Г., Ромалис Г.М., Чирков С.Т. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации. – М.: Транспорт, 1989. – 129 с.
3. Кривуца З.Ф. Влияние внешних факторов на оптимизацию работы автомобильного транспорта // Сборник научных докладов ВИМ. – М., 2010. – Т. 1. – С. 378-385.
4. Щитов С.В., Кривуца З.Ф. Оптимизация работы автомобильного транспорта с использованием навигационных систем ГЛОНАСС И GPS // Научное обозрение. – 2011. – № 6. – С. 87-92.
5. Евдокимов В.Г., Щитов С.В., Кривуца З.Ф. Использование навигационной системы ГЛОНАСС и GPS для мониторинга автомобильного транспорта // Двойные технологии. – 2012. – № 3. – С. 26-29.
6. Щитов С.В., Кривуца З.Ф. Снижение энергозатрат на транспортных работах за счет оптимизации скорости движения // Вестник АГАУ. – 2012. – № 5. – С. 114-117.
7. Shitov S.V., Krivytsa Z.F. Assessment of transport and technological support cropping // Science, Technology and Higher Education: materials of the international research and practice conference, Vol. 1, Westwood, December 11th–12th, 2012 / publishing office Accent Graphics communications – Westwood – Canada, 2012. – ISBN 978-1-927480-38-0–522-529.

References

1. Zakharov N.S. Vliyaniyesezonnykhusloviinaprotssyizmeneniyakachestvaavtomobilei: Dis. d-ratekhn. nauk. – M., 2000. – 523 s.
2. Reznik L.G., Romalis G.M., Chirkov S.T. Effektivnost' ispol'zovaniyaavtomobilei v razlichnykhusloviyakhekspluatatsii. – M.: Transport, 1989. - 129 s.
3. Krivutsa Z.F. Vliyanievneshnikhfaktorovnaoptimizatsiyurabotyavtomobil'nogotransporta // Sborniknauchnykh dokladov VIM. – 2010. – Tom 1. – S. 378-385.
4. Shchitov S.V., Krivutsa Z.F. Optimizatsiyurabotyavtomobil'nogotransporta s ispol'zovaniemnavigatsionnykhsistem GLONASS I GPS // Nauchnoeobozrenie. – 2011. – № 6. – S. 87-92.
5. Evdokimov V.G., Shchitov S.V., Krivutsa Z.F. Ispol'zovanielnavigatsionnoisistemy GLONASS i GPS dlyamonitoringaavtomobil'nogotransporta // Dvoinyetekhnologii. – 2012. – № 3. – S. 26-29.
6. Shchitov S.V., Krivutsa Z.F. Snizhenieenergizatratntransportnykhrabotakhzaschetoptimizatsiiskorostidvizheniya // VestnikAltayskogogosudarstvennogoagrarunogouniversiteta. – 2012. - № 5. – S. 114-117.
7. Shitov S.V. Assessment of transport and technological support cropping / S.V. Shitov, Z.F. Krivytsa // Science, Technology and Higher Education: materials of the international research and practice conference, Vol. 1, Westwood, December 11th-12th, 2012 / Publishing Office Accent Graphics Communications – Westwood – Canada, 2012. – ISBN 978-1-927480-38-0–522-529 p.

