

656.13
П207

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ С С С Р

ЧЕЛЯБИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ ЛЕНИНСКОГО КОМСОМОЛА

На правах рукописи

Н.В. ПАТРУШЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ
АВТОМОБИЛЕЙ В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ

Специальность 05.441 -
"Автомобильный транспорт"

(Диссертация написана на русском языке)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических
на у к

Челябинск - 1972

ЧПИ
656.13.004.15

Работа выполнена на кафедре "Автомобильный транспорт"
Челябинского политехнического института имени Ленинского ком-
сомола.

Научный руководитель -
кандидат технических наук, доцент Анишкин Л.Г.

Официальные оппоненты:
доктор технических наук, профессор Чернов Л.Б.,
кандидат технических наук, доцент Аринин И.Н.

Ведущее предприятие -
Государственный научно-исследовательский инсти-
тут автомобильного транспорта (Уральский филиал).

Автореферат разослан "_____" апреля 1972 года.
Защита диссертации состоится " " мая 1972 года на
заседании Совета по присуждению ученых степеней механико-тех-
нологического и автотракторного факультетов Челябинского поли-
технического института имени Ленинского комсомола.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Просим Вас принять участие в обсуждении данной работы
или прислать отзыв в двух экземплярах, заверенных гербовой пе-
чатью, по адресу: 454044, Челябинск-44, проспект им. В.И.Лени-
на, 76, Челябинский политехнический институт, Совет института.

Ученый секретарь Совета
кандидат технических наук, доцент

 /С.Ф.Харин/



МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ С С С Р
ЧЕЛЯБИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ИМЕНИ ЛЕНИНСКОГО КОМСОМОЛА

На правах рукописи

Н.В. ПАТРУШЕВ

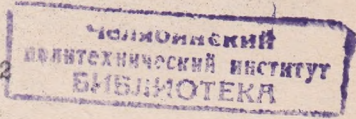
ИССЛЕДОВАНИЕ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ
АВТОМОБИЛЕЙ В ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЯХ

Специальность 05.141 --
"Автомобильный транспорт"

(Диссертация написана на русском языке)

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических
наук

Челябинск - 1972



Работа выполнена на кафедре "Автомобильный транспорт"
Челябинского политехнического института имени Ленинского ком-
сомола.

Научный руководитель —
кандидат технических наук, доцент Аяискин Л.Г.

Официальные оппоненты:
доктор технических наук, профессор Чернов Л.Б.,
кандидат технических наук, доцент Ариин И.Н.

Ведущее предприятие —
Государственный научно-исследовательский инсти-
тут автомобильного транспорта (Уральский филиал).

Автореферат разослан "_____" апреля 1972 года.

Защита диссертации состоится " " мая 1972 года на
заседании Совета по присуждению ученых степеней механико-тех-
нологического и автотракторного факультетов Челябинского поли-
технического института имени Ленинского комсомола.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Просим Вас принять участие в обсуждении данной работ
или прислать отзыв в двух экземплярах, заверенных гербовой пе-
чатью, по адресу: 454044, Челябинск-44, проспект им. В.И. Лени-
на, 76, Челябинский политехнический институт, Совет института.

Ученый секретарь Совета
кандидат технических наук, доцент

 /С.Ф.Харин/

ПРИНЯТЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

$N_{\text{л}}$ — мощность, развиваемая двигателем, л.с.;

$N_{\text{ц}}$ — мощность, затрачиваемая на сопротивление дороги, л.с.;

$N_{\text{в}}$ — мощность, расходуемая на сопротивление воздуха, л.с.;

$N_{\text{с}} = N_{\text{ц}} + N_{\text{в}}$ — мощность внешних сопротивлений движению, л.с.;

$N_{\text{з}}$ — запас мощности для увеличения скорости автомобиля, л.с.;

$N_{\text{с}}^{\text{з}}$ — затраты мощности на сопротивление при замедленном движении, л.с.;

$\gamma = \frac{N_{\text{л}} \cdot \eta_{\text{м}}}{N_{\text{с}}}$ — коэффициент запаса мощности;

$\eta_{\text{м}}$ — механический к.п.д. трансмиссии;

$\beta_{\text{р}}$ — коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс автомобиля;

$\beta_{\text{д}}$ — коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс без двигателя;

K — коэффициент, учитывающий внутренние потери мощности двигателя при неустановившихся режимах движения автомобиля;

G — вес автомобиля, кг;

$r_{\text{к}}$ — радиус качения колес, м;

$i_{\text{м}}$ — передаточное число трансмиссии;

$J_{\text{д}}$ — момент инерции маховых масс двигателя, кгм.сек²;

$J_{\text{к}}$ — момент инерции колеса, кгм.сек²;

g — ускорение силы тяжести, м/сек²;

$g_{\text{е}}$ — удельный эффективный расход топлива при установившемся режиме работы двигателя, г/л.с.ч;

- q_e^p - удельный расход топлива при разгоне, г/л.с.ч.;
- q_p, q_z, q_u, q_n, q_y - критерии оценки экономичности соответственно разгона, наката, цикла, импульсного и установившегося движения автомобиля, кг/100 км;
- Q^h - часовой расход топлива при работе двигателя на холостых оборотах, кг/час;
- V - скорость движения автомобиля, км/час;
- α - угол открытия дросселя карбюратора, %;
- n - скорость вращения коленчатого вала двигателя, об/мин;
- ψ - коэффициент суммарного сопротивления дороги;
- a, b, x - постоянные коэффициенты, определяющие характер изменения зависимости оптимального регулирования.

ВВЕДЕНИЕ

Удовлетворение потребностей народного хозяйства в перевозке грузов и пассажиров — главная задача работников автомобильного транспорта.

Планами девятой пятилетки предусмотрено увеличение выпуска автомобилей, повышение производительности и снижение себестоимости перевозок. Мобилизации всех возможностей и резервов автомобильного транспорта с целью повышения его народнохозяйственной эффективности имеет государственную значимость, так как затраты на выполнение транспортного процесса велики. Расходы на топливо в структуре себестоимости перевозок составляют 10–15% от общих затрат.

Высокие темпы развития социалистического производства требуют быстрого раскрытия резервов экономии. Директивами XXIV съезда КПСС на пятилетие предусматривается снижение удельного расхода топлива на транспорте на 10–12%. Решение этой важной проблемы может осуществляться за счет улучшения организации транспортного процесса, методов технической эксплуатации подвижного состава, совершенствования конструкций автомобилей.

Результаты исследований Е.А.Чудакова, И.Н.Аринина, Д.М.Аронова, В.М.Архангельского, Н.Я.Говорушенко, Н.Х.Дьяченко, В.А.Иларионова, Л.В.Клименко, С.М.Красикова, Н.К.Куликова, М.И. Лурье, Е.М.Платонова, Д.А.Рубец, И.Н.Успенского, Б.С.Фалькевича, А.М.Шейнина и других авторов способствовали значительному снижению расхода топлива на автомобильном транспорте. В этих исследованиях подчеркивается важность дальнейшего изучения вопросов топливной экономичности, приближения результатов исследований к действительным условиям эксплуатации автомобилей.

Исследование методов, способствующих повышению топливной экономичности автомобилей, связано с решением эксплуатационных задач по улучшению использования их технических возможностей, т.е. выбора оптимального соотношения мощности двигателя и передаточных чисел трансмиссии для реальных условий движения, а также выбора оптимальных режимов регулирования мощности двигателя

от конкретных условий эксплуатации. Наиболее правильно эти задачи могут быть решены на базе экономических характеристик, оценивающих топливную экономичность каждой из фаз и циклов движения, и позволяющих определить влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на экономичность автомобиля при выполнении транспортного процесса.

Состояние вопроса

При перевозке грузов и пассажиров автомобили работают в различных климатических и дорожных условиях. Разнообразие условий эксплуатации свидетельствует о необходимости дифференцированного подхода к нормированию расхода топлива.

Разные сочетания условий определяют режимы движения автомобилей, которые значительно влияют на их топливную экономичность.

До настоящего времени не разработаны научно обоснованные границы, разделяющие неустановившийся и установившийся режимы, поэтому установившийся режим принимают условным. Неустановившийся режим движения, характеризуемый непрерывным изменением скорости и процесса регулирования мощности двигателя, преобладает в условиях эксплуатации автомобилей.

Большинство авторов отмечали, что двигатели современных автомобилей в обычных условиях эксплуатации работают с частичным использованием мощности. Малая степень использования мощности двигателей является причиной повышенного расхода топлива. На режимах, наиболее часто употребляемых при движении автомобилей, удельный расход составляет 130--190% от минимального расхода топлива.

Рядом авторов исследованы возможности улучшения топливной экономичности применением разных методов регулирования мощности карбюраторных двигателей: наддувом, изменением рабочего литража путем выключения отдельных цилиндров, тактностью, степенью сжатия и другими. Все эти методы регулирования мощности двигателей не нашли применения в практике из-за многочисленных недостатков и значительного усложнения конструкции. Регулирование мощности осуществляется дросселированием впускного трак-

та двигателей и изменением передаточного числа трансмиссии. При этой системе регулирования, в зависимости от коэффициента использования мощности, квалификации водителей и дорожных условий расход топлива в эксплуатационных условиях для выполнения одной и той же работы изменяется в два раза.

Основное внимание исследователей топливной экономичности неустановившихся режимов сосредоточено на изучении фаз разгона, так как последняя является основной по времени движения. Процесс разгона требует существенного увеличения расхода топлива. Исследователи разгона предлагали для оценки его топливной экономичности следующие критерии, основанные на таких расходах топлива, как общий на единицу пути разгона, абсолютный, на приращение скорости, на перемещение автомобиля и приращение его кинетической энергии. Эти измерители при оценке эксплуатационной топливной экономичности привели к противоречивым выводам.

Авторы не достаточно полно учитывали составляющие элементы сопротивления движению, связанные с перемещением автомобиля в различных условиях для конкретных фаз и циклов. Для различных фаз и условий внутренние сопротивления движению автомобиля имеют переменные значения, определяющие перераспределение затрат мощности двигателей по составляющим элементам.

Измерители фазы разгона частично характеризуют топливную экономичность неустановившихся режимов. На общую экономичность этих режимов оказывают влияние фазы замедленного движения. Оценивать экономичность в условиях эксплуатации автомобиля необходимо с учетом значимости топливной экономичности каждой фазы.

В связи с дальнейшей автомобилизацией, увеличением скоростей и интенсивности движения удельный вес неустановившихся режимов увеличивается. Исследования топливной экономичности этих режимов, способствующие экономии энергетических ресурсов страны, являются актуальными и перспективными.

Проведенный анализ показывает необходимость более детального изучения отдельных вопросов топливной экономичности. В работе поставлены и решаются следующие основные задачи: выбор единого измерителя оценки, характеризующего экономичность тран-

спортивного процесса по расходу топлива; исследование энергетических затрат в различных фазах и условиях; разработка критериев оценки топливной экономичности различных фаз и циклов; исследование оптимизации режимов движения, обеспечивающей улучшение топливной экономичности автомобилей в эксплуатационных условиях.

Теоретические основы топливной экономичности автомобилей

Общим эксплуатационным измерителем топливной экономичности автомобилей является расход топлива на единицу пути, так как основным назначением всех фаз движения следует считать перемещение груза и пассажиров.

Топливная экономичность зависит от конструктивных параметров автомобилей и условий, в которых они эксплуатируются. Экономичность зависит от того, насколько конструктивные параметры автомобилей удовлетворяют пределам оптимизированных значений для различных условий движения. Исследование топливной экономичности требует комплексного рассмотрения экономичности наиболее характерных для условий эксплуатации фаз и циклов.

В основу разработки экономических характеристик необходимо положить дифференцированный анализ энергетических затрат в процессе движения автомобилей. Определяя расход топлива на перемещение автомобиля в различных фазах и циклах движения, необходимо выявить, для преодоления каких сил и в какой пропорциональности расходуется энергия сгораемого топлива в каждый данный момент времени. Сущность анализа энергетических затрат автомобиля состоит в том, чтобы выяснить, какими затратами характеризуется каждая фаза движения автомобиля, установить расход топлива для каждой фазы, связанный с этими затратами.

На основании изложенного мощностной баланс для анализа затрат в развернутом виде можно представить следующим уравнением:

$$N_m = N_c + \frac{N_c}{\eta_m} (1 - \eta_m) + N_j \frac{\delta_H}{\delta_p} + \frac{N_j \delta_H}{\eta_m \delta_p} (1 - \eta_m) + N_j \left(1 - \frac{\delta_H}{\delta_p}\right) + \frac{N_j}{\eta_m} \left(1 - \frac{\delta_H}{\delta_p}\right) (1 - \eta_m). \quad (1)$$

Из уравнения (1) можно установить влияние условий движения, регулирования мощности двигателя, конструктивных параметров на перераспределение составляющих элементов мощностного баланса для общего случая движения автомобиля.

После соответствующих преобразований получаем уравнение мощностного баланса:

$$N_m = N_c \left[\frac{\delta_H}{\delta_p} + \gamma \left(\frac{1}{\eta_m} - \frac{\delta}{\delta_p} \right) \right] + N_j \frac{\delta_H}{\delta_p}. \quad (2)$$

Выражение в квадратных скобках учитывает дополнительные затраты мощности, связанные с увеличением скорости автомобиля в фазе разгона, и представляет собой коэффициент внутренних потерь:

$$K = \frac{\delta_H}{\delta_p} + \gamma \left(\frac{1}{\eta_m} - \frac{\delta}{\delta_p} \right). \quad (3)$$

Коэффициент K учитывает дополнительные энергозатраты, связанные с реализацией избыточной мощности для разгона приведенной массы автомобиля в зависимости от его конструктивных параметров. Это выражение определяет изменение внутреннего сопротивления движению, связанного с фазой разгона автомобиля, являющейся общим случаем движения.

Проведенный анализ энергетических затрат позволяет представить топливный баланс фазы разгона следующим уравнением:

$$g_e \cdot N_m = g_e^p N_c \cdot K + g_e^p N_j \frac{\delta_H}{\delta_p} = g_e^p N_c \cdot K + g_e^p N_j A, \quad (4)$$

где

$$A = \frac{G \cdot Z_k^2 + \sum J_k \cdot g}{G \cdot Z_k^2 + J_m \cdot g \cdot \eta_m^2 \cdot \eta_m + \sum J_k \cdot g}.$$

Для построения характеристик топливной экономичности фазы разгона из предыдущих выражений получим:

$$q_p = \frac{Nc \cdot g_e^p}{10V} \left[A(1-\gamma) + \frac{\gamma}{\eta_m} \right] \quad (5)$$

К неустановившимся режимам относятся фазы замедления автомобиля. При накате двигатель отсоединен от трансмиссии автомобиля и работает на холостых оборотах. Экономичность этой фазы движения характеризуется расходом топлива:

$$q_s^0 = \frac{g_e^p \cdot Nc^3 + 1000 Q^q}{10V} \quad (6)$$

Уравнения (5 и 6) позволяют оценить экономичность общих случаев движения. Частное решение этих уравнений для фазы движения с установившимся режимом дает зависимость:

$$q_y = \frac{Nc \cdot g_e}{10V \cdot \eta_m} \quad (7)$$

Экономические характеристики отдельных фаз движения автомобилей позволяют анализировать топливную экономичность циклов движения, которые представляют собой сочетание определенных фаз. Так, для цикла разгон-накат, наиболее часто встречающегося в эксплуатационной практике при движении по горизонтальной дороге, уравнение для построения экономической характеристики с отключенным от трансмиссии и работающим на холостых оборотах двигателем во время наката имеет следующий вид:

$$q_{yc} = \frac{g_e^p \cdot N_m + 1000 Q^q \cdot A(\gamma-1)}{10V[1+A(\gamma-1)]} \quad (8)$$

В эксплуатационной практике возможно движение автомобилей в фазе замедления с отключенным от трансмиссии и неработающим двигателем. При этом слагаемое, учитывающее работу двигателя на холостых оборотах, отсутствует. Такой цикл характеризует импульсное движение автомобилей для принятых дорожных условий:

$$q_m = \frac{g_e^p \cdot N_m (G \cdot z_k^2 + J_m \cdot g \cdot l_m^2 \cdot \eta_m + \sum J_k \cdot g)}{10V (G \cdot z_k^2 \cdot \gamma + J_m \cdot g \cdot l_m^2 \cdot \eta_m + \sum J_k \cdot g \cdot \gamma)} \quad (9)$$

Уравнения (8 и 9) позволяют оценить экономичность общих случаев для разных циклов движения. Для движения автомобилей с установившимся режимом они также преобразуются в уравнение (7).

Зависимость (7) полностью соответствует уравнению академика Б.А. Чудакова для установившейся фазы движения, что подтверждает справедливость проведенных исследований.

Функциональные зависимости, определяющие топливную экономичность автомобилей в эксплуатационных условиях для различных фаз и циклов движения, называются комплексной экономической характеристикой. Эти уравнения оценки топливной экономичности позволяют рассчитывать необходимые затраты топлива, проводить их анализ в функции конкретных условий работы автомобилей, дифференцировать эксплуатационные нормы расхода топлива в зависимости от дорожных покрытий, коэффициента использования пробега и динамического коэффициента использования грузоподъемности для всех режимов движения.

На основании уравнений комплексной экономической характеристики рассчитан по составляющим элементам суммарный расход при различных величинах подачи топлива в двигателях. Расчеты выполнены применительно к автомобилям ГАЗ-53А, УРАЛ-375, УАЗ-69А, ЗИЛ-130 и к автобусу ПАЗ-672 на электронной вычислительной машине "Минск-22" по соответствующим программам.

Полученные экономические характеристики позволяют подразделить расход топлива на производительные и непроизводительные затраты и оценить целесообразность расхода топлива при неустановившихся режимах. Уравнения экономических характеристик дают возможность выявить влияние конструктивных параметров автомобиля на перераспределение расхода топлива по составляющим внешним и внутренним сопротивлениям для различных фаз и циклов движения.

Экономические характеристики дают информацию об оптимальной степени регулирования топливной системы двигателя в процессе разгона автомобилей. В результате аппроксимации экономических характеристик и зависимостей открытия дросселя от конструктивных параметров автомобилей и дорожных условий по

лучена определенная закономерность регулирования мощности карбюраторных двигателей, обеспечивающая наилучшие предельные показатели топливной экономичности фазы разгона (рис. 1). Зависимость регулирования мощности двигателей характеризуется степенной функцией:

$$\alpha = a n^x - b \frac{l_m}{\psi} \quad (10)$$

Уравнение (10) определяет оптимальное регулирование мощности карбюраторных двигателей по минимальным значениям экономических характеристик автомобилей.

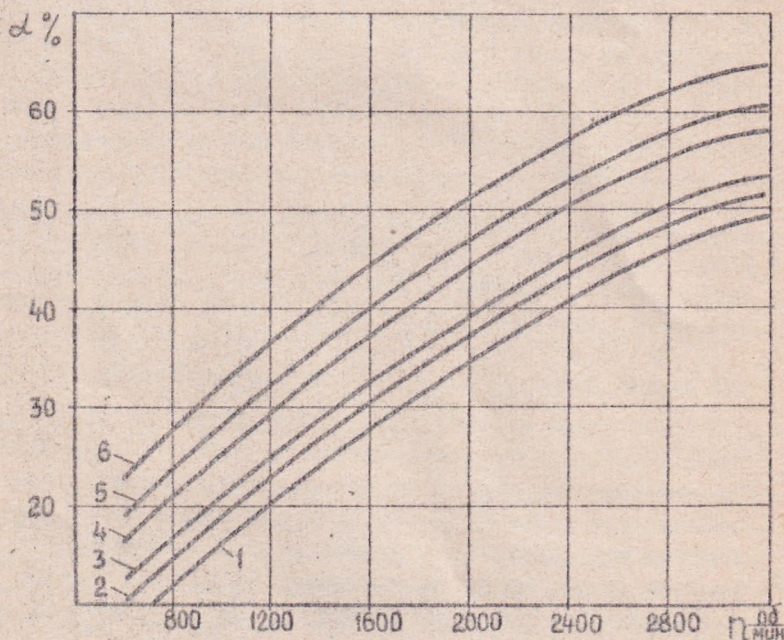


Рис. 1. Зависимости оптимального регулирования двигателя автобуса ПАЗ-672: 1 - $\psi = 0,01$; $l_m = 21,105$.
 2 - $\psi = 0,02$; $l_m = 21,105$. 3 - $\psi = 0,03$; $l_m = 21,105$.
 4 - $\psi = 0,05$; $l_m = 21,105$. 5 - $\psi = 0,02$; $l_m = 11,679$.
 6 - $\psi = 0,02$; $l_m = 6,83$.

Оптимальное регулирование оказывает влияние на расход топлива и среднюю техническую скорость движения в цикле. Ана -

лиз результатов расчета многочисленных циклов, наиболее характерных для реальных условий эксплуатации, с разной интенсивностью разгона показывает опережающее значение изменения средней технической скорости по сравнению с расходом топлива. Изменение режима разгона может влиять как положительно, так и отрицательно на расход топлива в зависимости от величины скорости установившегося движения в цикле с постоянной длиной пути.

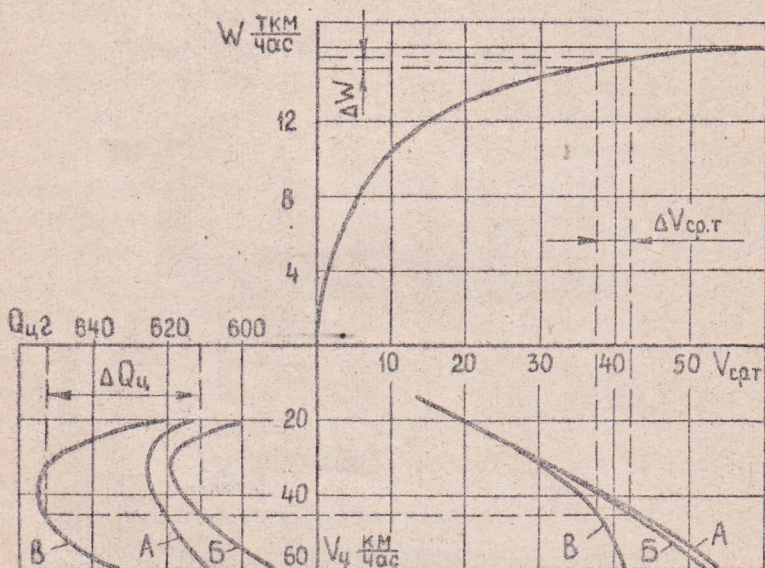


Рис. 2. Влияние интенсивности разгона автомобиля ЗИЛ-130 на среднюю техническую скорость, часовую производительность и расход топлива за цикл длиной 2000 метров:
 А — при разгоне по внешней скоростной характеристике,
 Б — при разгоне по оптимальным экономическим характеристикам,
 В — при разгоне с произвольным открытием дросселя.

Пределные значения показателей динамики и экономичности при оптимальном регулировании двигателей зависят от максимальной скорости разгона и от условий движения. Регулирование мощности двигателей в соответствии с оптимальными экономическими

кими характеристиками (линии Б, рис. 2) оказывает более существенное влияние на улучшение топливной экономичности и средней скорости в сдерживающих условиях при наличии различных помех движению (линии В) по сравнению со свободными условиями, позволяющими производить разгон автомобилей по внешней скоростной характеристике (линии А).

Следовательно, основным фактором, влияющим на топливную экономичность, является перераспределение энергетических затрат в процессе движения за цикл на внешние и внутренние сопротивления, зависящие от условий движения и характера регулирования мощности двигателей, от технического совершенства автомобилей.

С помощью уравнений комплексной экономической характеристики можно анализировать различные фазы и циклы движения с учетом переходных процессов работы двигателей и автомобилей, разрабатывать наиболее выгодные режимы движения для различных условий эксплуатации транспортных машин.

Оптимизация регулирования мощности, определяемая степенной функцией, зависит от экономичности двигателей, конструктивных параметров автомобилей, условий движения и обеспечивает лучшие показатели топливной экономичности.

Результаты экспериментальных исследований

В соответствии с теоретическими исследованиями постановка эксперимента предусматривала определение показателей динамики и топливной экономичности фаз разгона и полного цикла движения при испытаниях автомобиля в реальных дорожных условиях. Основной задачей определения экспериментальных характеристик являлось подтверждение возможности улучшения топливной экономичности автомобиля оптимальным регулированием мощности двигателя.

Для определения показателей разгона испытывался серийный автомобиль в дорожных условиях при постоянных положениях откры-

тия дросселя карбюратора с интервалом через каждые 10% от полного поворота его оси.

Для фиксации экспериментальных показателей применялись киносъёмочные камеры АК-16 с электрическим приводом от аккумуляторной батареи емкостью 128 а-ч. Метод киносъёмки позволяет одновременно фиксировать на одной пленке изменяющиеся по времени показатели динамики и экономичности в стационарных и дорожных условиях при длительных испытаниях, обладает хорошей надежностью. При этом исключается влияние личных качеств экспериментатора на результаты испытаний, имеется возможность снятия с киноленты показателей в любом диапазоне по времени.

Испытания проводились на серийном автомобиле УАЗ-69А с двигателем ГАЗ-21А. На автомобиле были смонтированы необходимые для испытаний приборы и оборудование. Последовательность проведения опытов с указанием изменений показателей некоторых параметров и условий, номера заездов фиксировались на киноленту. Погрешности результатов эксперимента определялись по разработанной методике.

Обработка результатов эксперимента показала, что экспериментальные значения избыточной мощности на разгон автомобиля хорошо согласуются с расчетными данными. Это позволило разделить расход топлива по основным составляющим элементам мощностного и топливного балансов автомобиля. Для фазы разгона разделение топлива было выполнено на основании уравнения (4).

Сопоставляя экономические характеристики процесса разгона, полученные по результатам обработки экспериментальных зависимостей предварительных дорожных испытаний, следует отметить, что они отличаются от теоретических. Расход топлива по результатам дорожных испытаний оказался меньшим по сравнению с расчетными данными. При этом установлено, что разность показаний зависит от скорости разгона. Средняя величина расхождений опытных показателей с расчетными при разгоне на прямой передаче составила 13%, на второй передаче - 23%.

Одной из основных причин несоответствия опытных и расчет-

ных показателей оказался дополнительный расход топлива двигателем из поплавковой камеры за счет снижения уровня топлива в карбюраторе одновременно с расходом из установленного на автомобиле расходомера.

Дальнейшие испытания были выполнены с целью изучения зависимости изменения уровня топлива в поплавковой камере карбюратора от интенсивности разгона автомобиля. Этот этап экспериментов осуществлялся на станции диагностирования автомобилей СДЗ-ЧПИ при условиях, аналогичных дорожным испытаниям (величина и скорость открытия дросселя, интенсивность разгона).

При обработке результатов эксперимента установлено, что уровень топлива в карбюраторе изменяется. В процессе разгона автомобиля с постоянным передаточным числом трансмиссии изменение уровня топлива в поплавковой камере не зависит от положения дроссельной заслонки, а в основном является функцией числа оборотов коленчатого вала двигателя (рис. 3).

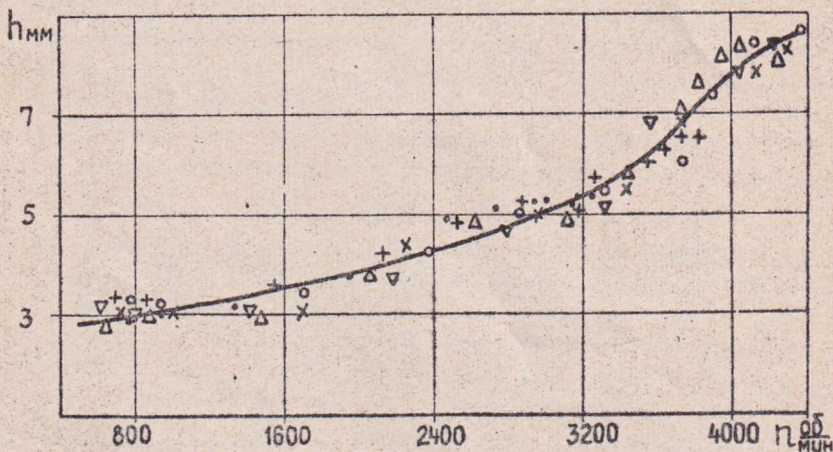


Рис. 3. Снижение уровня топлива в карбюраторе К-22И в зависимости от числа оборотов коленчатого вала двигателя ГАЗ-21А при разгоне автомобиля на второй передаче:

• $-d = 20\%$, + $-d = 30\%$, Δ $-d = 40\%$,
 \times $-d = 50\%$, ∇ $-d = 60\%$, \square $-d = 100\%$.

Определяющим условием изменения уровня являются гидравлические сопротивления впускного сечения запорной иглы карбюратора.

Третий этап контрольных испытаний выполнен в дорожных условиях с целью определения результирующих показателей экономических характеристик. Данные эксперимента обработаны с учетом дополнительного расхода топлива от снижения уровня в карбюраторе. Одна из экономических характеристик процесса разгона автомобиля по результатам расчетов и испытаний на третьей передаче построена на рис. 4. Отклонения опытных показателей от расчетных экономических характеристик в большинстве случаев не превышают $\pm 5\%$.

Экспериментальные экономические характеристики подтвердили целесообразность регулирования подачи топлива с целью улучшения топливной экономичности неустановившихся режимов движения автомобиля. При скорости разгона 45 км/час дроссельная заслонка может быть открыта на 20% по углу поворота оси (точка А, рис. 4). По уравнению (10) оптимального регулирования дроссель должен быть открыт на 35% (точка А'). При этом, по сравнению с предыдущим положением дросселя, улучшается динамика разгона с одновременным уменьшением расхода топлива на перемещение в два раза.

Расхождения между результатами дорожных испытаний и расчетными экономическими характеристиками, их корректировка, с учетом дополнительного расхода топлива за счет снижения уровня в поплавковой камере карбюратора, подтвердили достоверность и объективность выполненных экспериментальных исследований.

Экспериментальные исследования подтвердили возможность улучшения топливной экономичности автомобилей качественным и количественным регулированием мощности двигателей в эксплуатационных условиях.

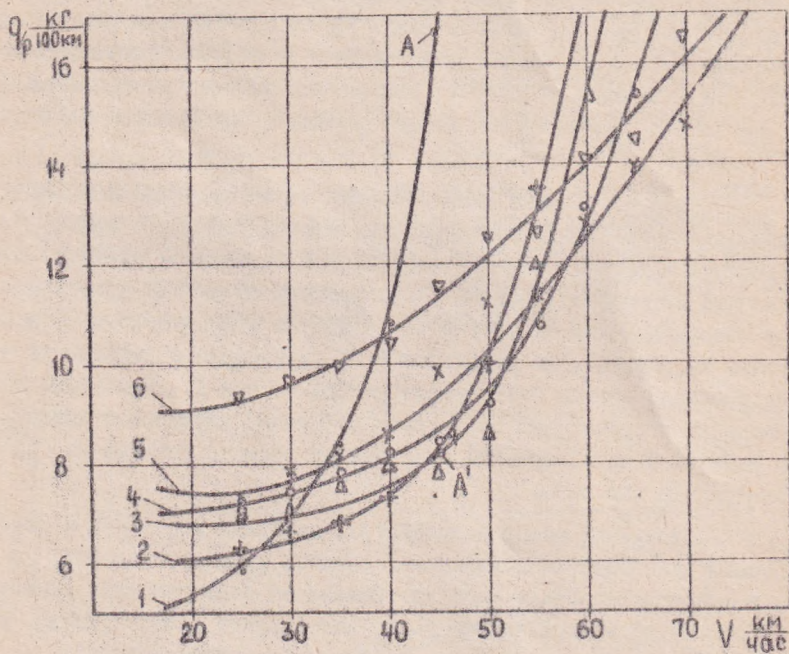


Рис. 4. Экономические характеристики разгона автомобиля УАЗ-69А по результатам испытаний на третьей передаче с постоянными открытиями дросселя:

1 - $d = 20\%$, 2 - $d = 30\%$, 3 - $d = 40\%$,
 4 - $d = 50\%$, 5 - $d = 70\%$, 6 - $d = 100\%$.

Экономическая эффективность оптимального регулирования мощности двигателей

Теоретические и экспериментальные исследования показали принципиальную возможность улучшения топливной экономичности эксплуатационных режимов движения автомобилей. Для общей экономичности автомобиля по расходу топлива в условиях эксплуатации совершенно не безразлично, каким образом происходит регулирование мощности двигателя при неустановившихся режимах движения. Изменение регулирования двигателей при разгоне оказывает существенное влияние на динамические показатели и расход топлива в конкретных циклах движения автомобилей.

Для оценки экономического значения оптимального регулирования двигателей по изложенной в работе методике определена реальная стоимость экономии одного процента топлива для определенных условий эксплуатации автомобилей. Применительно к Южно-Уральскому территориальному транспортному управлению уменьшение расхода топлива на один процент обеспечивает годовую экономию при работе автомобиля ЗИЛ-130 в сумме 12,67 рубля, а автобуса ЛАЗ-695М — 17,8 рубля.

Полученная закономерность регулирования мощности двигателей на максимальную топливную экономичность автомобилей для эксплуатационных режимов движения просчитывалась по теоретическим и экспериментальным данным на участках длиной 1000 и 2000 м. Процент эффективности оптимального регулирования мощности определялся в сравнении с произвольным открытием дросселя и по внешней скоростной характеристике двигателей. В зависимости от средней технической скорости получено 14-20% по сравнению с произвольным движением и 8% экономии топлива по сравнению с разгоном автомобилей по внешней скоростной характеристике двигателей.

Для различных циклов, наиболее характерных в практике работы автомобилей и автобусов, с учетом свободных и сдерживающих условий движения подтверждена практическая возможность улучшения топливной экономичности при существующей средней

технической скорости перевозки грузов и пассажиров. С учетом современных технико-эксплуатационных показателей это позволит получить при эксплуатации 1000 автобусов годовую экономию в сумме 89 тыс. рублей.

В ы в о д ы

1. В качестве критерия оценки эксплуатационной экономичности автомобилей целесообразно принимать расход топлива на единицу пути и проводить исследования топливной экономичности на базе энергетического анализа, так как основным назначением всех фаз движения является перевозка грузов и пассажиров и каждая фаза характеризуется своими затратами.

2. Проведенный энергетический анализ затрат на перемещение автомобилей в каждой фазе позволил подразделить их на внешние, характеризующие процесс перевозки, и внутренние, определяющие конструктивные особенности автомобилей. Соотношение этих затрат постоянно изменяется в зависимости от условий и режимов движения, перераспределение которых целесообразно учитывать коэффициентом внутренних потерь и связанным с ним расходом топлива.

3. Комплексная экономическая характеристика, основанная на базе энергетического анализа, позволит характеризовать экономичность различных фаз и циклов движения и определить пути повышения топливной экономичности автомобилей в эксплуатационных условиях работы.

4. Проведенный теоретический анализ и экспериментальные исследования подтвердили целесообразность оптимального регулирования мощности двигателей, определяемого степенной функцией (10), что позволяет улучшать топливную экономичность автомобилей.

5. Разработанная методика экспериментальных исследований с применением киносъёмочной аппаратуры, обладающей хорошей надёжностью, обеспечила одновременную фиксацию показате-

лей динамики и экономичности в стационарных и дорожных усло-
виях при длительных испытаниях.

6. Оптимальное регулирование мощности двигателей позво-
лит улучшить топливную экономичность автомобилей при сохране-
нии существующей в условиях эксплуатации средней технической
скорости. С учетом современных технико-эксплуатационных пока-
зателей это обеспечит годовую экономию в сумме 89 тыс. рублей
при эксплуатации 1000 автобусов.

7. Разработанная методика и характеристики топливной
экономичности для всех режимов позволяют с помощью ЭВМ рас-
считывать эксплуатационные экономические характеристики в за-
висимости от средней технической скорости различных циклов и
условий движения автомобилей. Это дает возможность определять
оптимальные режимы движения, дифференцировать расходы топлива
в зависимости от условий эксплуатации с учетом использования
грузоподъемности и коэффициента использования пробега автомо-
билей при выполнении транспортного процесса.

_____ооооооо_____

Основное содержание диссертации опубли-
ковано в следующих работах:

1. Аняскин Л.Г., Иванов В.В., Квитко Х.Д., Патрушев Н.В.
Методика дорожных испытаний автомобилей с применением
кинокамеры. Сб. научных трудов № 52, Челябинск, 1969.
2. Аняскин Л.Г., Патрушев Н.В. Оценка топливной экономичности
на неустановившихся режимах движения. Сборник научных
трудов № 52, Челябинск, 1969.
3. Бездомов А.Г., Патрушев Н.В. Исследование влияния веса ав-
томобиля и мощности двигателя на выбор передаточных чи-
сел трансмиссии. Сборник научных трудов, № 106, Челяби-
нск, 1972.
4. Бездомов А.Г., Патрушев Н.В. Определение динамических ка-

честь автомобиля при диагностировании. Сборник научных трудов, № 62, ч. П, Челябинск, 1968.

5. Бездомов А.Г., Патрушев Н.В. Определение элементов топливной экономичности автомобиля при диагностике. Сборник научных трудов, № 62, ч. П, Челябинск, 1968.
6. Патрушев Н.В., Бездомов А.Г. Исследование составляющих элементов топливного баланса автомобиля. Сборник научных трудов, № 106, Челябинск, 1972.

Материалы диссертации докладывались:

- 1) на конференции инженерно-технических работников Уральского ордена Трудового Красного Знамени автомобильного завода, Миасс, 1971;
- 2) на научно-технических конференциях политехнического института им. Ленинского комсомола, Челябинск, 1968, 1970 (материалы конференции опубликованы), 1971, 1972;
- 3) на конференции Государственного научно-исследовательского института автомобильного транспорта (Уральский филиал), Челябинск, 1972;
- 4) на объединенном заседании кафедр "Автомобили и тракторы", "Автомобильный транспорт" машиностроительного института, Курган, 1972;
- 5) на конференции инженерно-технических работников автотранспортных предприятий Южно-Уральского территориального транспортного управления, Челябинск, 1971;
- 6) на конференции инженерно-технических работников автобусного завода, Курган, 1972.

Техн. редактор ПРОКОФЬЕВА Т.И.

ФБ 60134. Подписано к печати 3/IV - 72 г. Формат бумаги 60x90
I/16. Объем 1,5 п.л. Отпечатано на ротационной ЧПМ. Тираж 120 экз.
Зак. 97/278.