

**В. И. ЕРОХОВ**

---

**ЭКОНОМИЧНАЯ  
ЭКСПЛУАТАЦИЯ**

**АВТОМОБИЛЯ**

**В. И. ЕРОХОВ**

**ЭКОНОМИЧНАЯ  
ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
АВТОМОБИЛЯ**

МОСКВА  
ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ СССР  
1986

ББК 39.33.08  
Е76

Рецензенты: кандидат технических наук *Е. А. Галевский*,  
*Н. Г. Опарин*.

**Ерохов В. И.**  
Е76 **Экономичная эксплуатация автомобиля. — М.: ДОСААФ, 1986. — 128 с., ил. 55 к.**

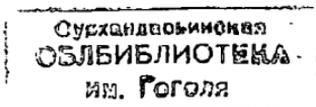
В книге рассмотрены методы и приемы экономичной эксплуатации автомобиля. Изложены основные принципы определения экономичных режимов работы двигателей и скоростей движения автомобилей. Проанализированы особенности управления автомобилем по критерию расхода топлива в различных дорожных условиях. Приведены практические советы и рекомендации водителям по различным вопросам экономичного управления автомобилем.

Для широкого круга профессионалов-водителей транспортных средств и автолюбителей.

Е 3603030000—005  
072(02)—86 35—86

ББК 39.33.08  
6Т2.13

© Издательство ДОСААФ СССР, 1986



Виктор Иванович Ерохов

ЭКОНОМИЧНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЯ

Заведующий редакцией *А. В. Куценко*  
Редактор *Л. И. Карнозов*  
Художник *В. Ю. Лукин*  
Художественный редактор *Т. А. Хитрова*  
Технический редактор *Л. А. Ворон*  
Корректор *Л. И. Логункова*

ИБ № 1948

Сдано в набор 29.04.85. Подписано в печать 27.09.85. Г-83815. Формат 84×108<sup>1/2</sup>. Бумага книжно-журнальная. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. п. л. 6,72. Усл. кр.-отг. 7,04. Уч.-изд. л. 7,0. Тираж 400 000 экз. (1 завод 1—220 000 экз.). Заказ 5-746. Цена 55 к. Изд. № 2/с—371.

Ордена «Знак Почета» издательство ДОСААФ СССР  
129110, Москва, Олимпийский просп., 22.

Отпечатано с матриц 4-й военной типографии на Киевской книжной фабрике,  
252054, Киев, ул. Воровского, 24.

---

## ВВЕДЕНИЕ

---

Экономное и рациональное использование топливно-энергетических ресурсов — одна из наиболее важных народнохозяйственных проблем. Особенно остро она стоит на автомобильном транспорте, относящемся к числу наиболее энергоемких отраслей народного хозяйства.

В системе мероприятий по экономии топлива на автомобильном транспорте водитель занимает одно из центральных мест. Поэтому наиболее доступный и эффективный путь снижения расхода топлива — это повышение его индивидуального мастерства.

Формирование необходимых профессиональных навыков управления автомобилем по критерию эффективности топливоиспользования одновременно способствует решению и другой не менее важной проблемы — повышению экологической эффективности автотранспортных средств.

Но как овладеть всем комплексом приемов и методов экономичного управления автомобилем? Каким образом можно выбирать экономичный режим его работы? Как осуществлять разгон и замедление автомобиля? При какой величине открытия дроссельных заслонок и на какой передаче необходимо производить этот разгон? Как определить необходимую скорость движения автомобиля или частоту вращения коленчатого вала двигателя в момент переключения передач? С какой интенсивностью следует открывать дроссельную заслонку или перемещать рейку топливного насоса высокого давления?

На эти и еще многие другие практические вопросы различные методические пособия и программы подготовки водителей пока определенного ответа не дают. Отсутствует и единая методология подготовки, а также система показателей оценки профессионального мастерства водителей по критерию расхода топлива.

Короче говоря, в настоящее время водитель вынужден интуитивно выбирать и осваивать определенные спо-

собы и приемы экономичного управления автомобилем на основе личного опыта.

В настоящей книге в популярной форме рассмотрен широкий круг практических вопросов и рекомендаций, связанных с разработкой классификации и анализом эксплуатационных факторов, влияющих на расход топлива, с точки зрения профессионального мастерства водителя. Большое внимание уделено вопросам обеспечения автотранспортных средств учебными и штатными приборами и устройствами для контроля фактического расхода топлива на линии, разработки правил экономичного управления автомобилем в различных дорожных условиях, а также создания единой методологии для системы обучения и оценки профессионального мастерства управления автомобилем по различным критериям эффективности (расходу топлива, токсичности отработавших газов, безопасности дорожного движения и др.).

Значительный неиспользованный резерв снижения расхода топлива связан с совершенствованием различных аспектов эксплуатации автомобилей, принадлежащих индивидуальным владельцам. Жесткие ограничения в части экономного и рационального расходования топливно-энергетических, материальных и других ресурсов, требования по охране окружающей среды, повышению ходимости шин и безопасности дорожного движения в целом уже определяют уровень и качество автосервиса, являющегося в какой-то мере барометром состояния и тенденций развития автомобилизации в стране.

Типичные примеры, различные практические советы и рекомендации, помещенные в книге, должны помочь водителям-профессионалам и автолюбителям овладеть рациональными методами и приемами управления автомобилем. Важная роль отведена вопросам самообучения и самоконтроля действий водителя в реальных условиях транспортного процесса.

Автошколы ДОСААФ, учебные автокомбинаты и школы передового опыта отрасли целенаправленно готовят водителей, повышают их профессиональное мастерство, уделяя внимание экономичному управлению автомобилем. Но вместе с тем до сих пор отсутствуют единые программы обучения водителей экономичным приемам и методам управления автомобилем. С целью

решения этой важной проблемы автором разработаны типовые тематические программы индивидуальной и групповой подготовки водителей, которые могут быть использованы в качестве методических пособий. Особое внимание обращено на необходимость углубления теоретических знаний по различным вопросам экономии топлива в реальных условиях эксплуатации. Важная роль отведена формированию правильных первоначальных приемов и навыков экономичного управления автомобилем с последующим их закреплением на практике. С этой целью разработаны и рекомендованы для практического использования специальные тесты для контроля и обучения водителей на тренажерах, динамометрических стендах, а также на специально оборудованных учебных автомобилях в реальных условиях дорожного движения.

В книге рассмотрен комплекс вопросов подготовки и совершенствования мастерства водителей-профессионалов и автолюбителей экономичным приемам управления автомобилем.

## ВОДИТЕЛЮ О ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ АВТОМОБИЛЯ И РАСХОДЕ ТОПЛИВА

---

14  
079

### 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Понятия топливной экономичности автомобиля и эксплуатационного расхода топлива составляют основу экономической эффективности автомобиля. На практике их нередко отождествляют, хотя в действительности методы их определения, а следовательно, и физический смысл — различны.

Под **топливной экономичностью** понимается способность автомобиля (автобуса) выполнять транспортную работу (перевозку пассажиров) в регламентируемых условиях с минимально возможными затратами топлива. Она регламентирована государственными стандартами или отраслевыми нормативами и определяется в соответствии с ГОСТ20306—85, согласно которому действуют следующие показатели: топливная характеристика автомобиля при установившемся движении, топливная характеристика на дороге с переменным профилем, контрольный расход топлива автомобилем. Все эти показатели определяют в дорожных условиях.

Топливная характеристика при установившемся движении, часто называемая дорожной экономической характеристикой, представляет собой зависимость расхода топлива от скорости установившегося движения. Ее определяют при движении автомобиля на прямой передаче в диапазоне от минимально устойчивой до максимальной скорости. Точность определения расхода топлива составляет обычно 2...3%.

Испытания автомобиля на топливную экономичность необходимо проводить только на шоссе. Оно должно иметь горизонтальный прямолинейный участок с асфальтобетонным или цементно-бетонным покрытием, длина измерительного участка должна быть не менее 1 км. На

отдельных его участках длиной не более 25 м допускаются неровности с уклонами не более 0,5%.

Магистраль, на которой расположен мерный участок, должна иметь с двух его сторон дополнительные участки с таким же покрытием протяженностью не менее 2 км. Эти участки предназначены для стабилизации основных параметров автомобиля (расхода топлива, скорости движения, температуры агрегатов) перед въездом его на мерный участок. Стабилизация установившейся скорости движения и расхода топлива из измерительной системы топливоподачи должны быть достигнуты не менее чем за 200 м до начала измерительного участка.

Автомобили (автопоезда) должны находиться в технически исправном состоянии. Давление воздуха в шинах всех колес должно соответствовать требованиям государственных стандартов и нормативно-технической документации завода-изготовителя.

При всех видах испытаний на топливную экономичность автомобиль загружают полностью. Для легкового автомобиля загрузка равна массе снаряженного автомобиля с количеством пассажиров по числу мест, включая и водителя, из расчета 75 кг на человека. Масса снаряженного грузового автомобиля представляет собой его массу в рабочем состоянии, т. е. со снаряжением (инструмент, запасное колесо) и с полной заправкой, но без полезной нагрузки, водителя и пассажиров в кабине (салоне).

В качестве груза используют балласт. Для легковых автомобилей и автобусов в качестве балласта применяют мешки из плотной ткани, заполненные сыпучим наполнителем, а для грузовых автомобилей и автопоездов — балласт, не изменяющий свою массу при увлажнении.

Для специализированных автомобилей (автоцистерны, лесовозы и др.) используют натуральные грузы, транспортируемые ими в реальных условиях, или их натуральные заменители.

В процессе проведения лабораторно-дорожных испытаний топливную экономичность оценивают удельным расходом топлива в л/100 км пробега. Его подсчитывают по следующей формуле:

$$Q_T = 100 \frac{Q_s}{S_M}, \text{ л/100 км,}$$

где  $Q_s$  — количество топлива, израсходованное на мерном участке, л;

$S_m$  — длина мерного участка, км.

Для пересчета расхода топлива на единицу пробега в единицу времени (кг/ч) необходимо воспользоваться следующей зависимостью:

$$G_T = 1000 \cdot Q_s V \gamma, \text{ кг/ч,}$$

где  $V$  — скорость движения автомобиля, км/ч;

$\gamma$  — удельная плотность топлива, кг/м<sup>3</sup>;

$Q_s$  — количество топлива, израсходованное на участке, л/км.

Дорожные экономические характеристики грузовых автомобилей определяют в диапазоне скоростей движения 30...80 км/ч с интервалом 10 км/ч.

Заданную скорость движения автомобиля на мерном участке в дальнейшем уточняют. Значения фактической скорости определяют исходя из времени прохождения мерного отрезка пути по следующей формуле:

$$V_{\text{ф}} = \frac{3,6 \cdot S_m}{t}, \text{ км/ч,}$$

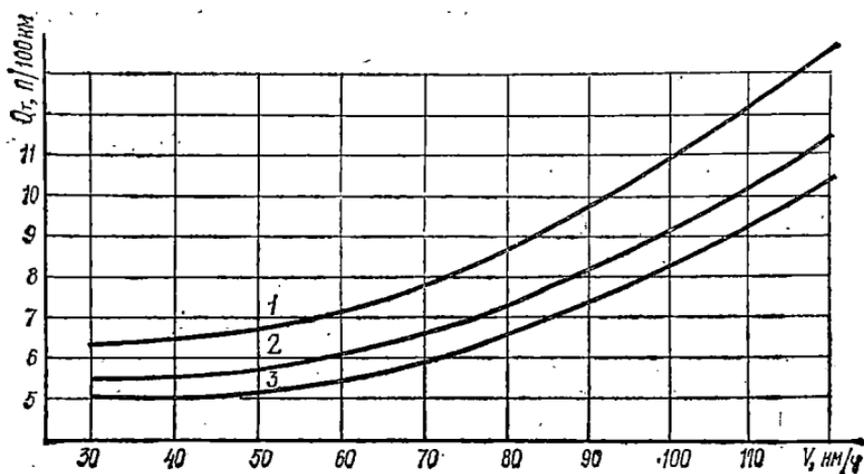
где  $S_m$  — длина мерного участка, м;

$t$  — продолжительность движения на мерном участке, с.

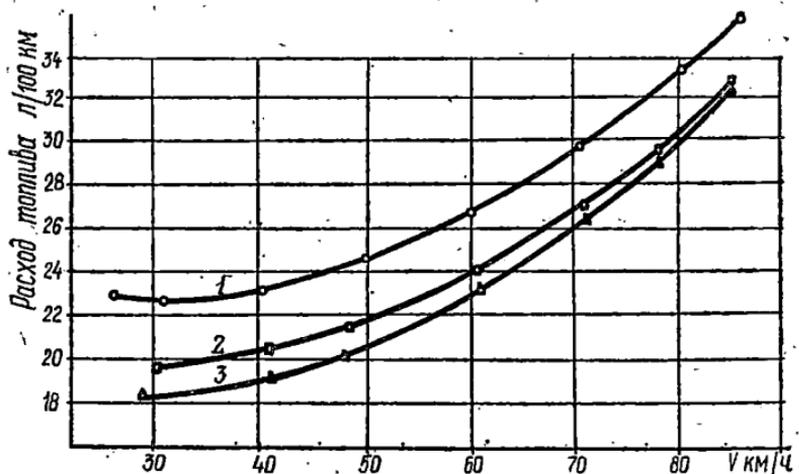
Значение скорости, регистрируемой спидометром, в ряде случаев может отличаться от действительной величины на 10...20%.

В качестве примера на рис. 1, а и б приведены топливно-экономические характеристики наиболее распространенных отечественных легковых и грузовых автомобилей.

В процессе проведения лабораторно-дорожных испытаний кроме измерения расхода топлива и определения действительной скорости движения измеряют также разрежение за дроссельной заслонкой (во впускном трубопроводе), частоту вращения коленчатого вала, температуру масла в картере заднего моста, температуру наружного воздуха и скорость ветра. Значения разрежения за дроссельной заслонкой и частоты вращения коленчатого вала двигателя, соответствующие определенным скоростям движения и расходам топлива в дорожных условиях, в дальнейшем могут быть приняты в качестве установочных (исходных) параметров для воспроизведе-



а



б

Рис. 1. Топливо-экономические характеристики автомобилей:  
 а — легковых; 1 — «Волга» ГАЗ-3102; 2 — «Москвич-2140»; 3 — «Жигу-  
 ли» ВАЗ-2105; б — грузовых; 1 — ЗИЛ-130; 2 — КамАЗ-5320; 3 — МАЗ-5335

дения реальных условий движения на динамометрических стендах.

Перед снятием дорожной экономической характеристики трансмиссию и шины автомобиля прогревают до рабочих температур, а в дальнейшем их контролируют по достижении стабилизации расхода топлива и контрольной величине выбега (свободного качения) со скорости 50 км/ч до полной остановки. Выбег осуще-

ствляют путем быстрого выключения сцепления и перевода рычага коробки передач в нейтральное положение с целью разобщения двигателя и трансмиссии автомобиля. Для легковых автомобилей он должен составлять не менее 450 м, а для грузовых — 650 м. Этот параметр характеризует ходовые качества автомобиля и состояние его трансмиссии. Результаты испытаний, приведенные в главе 5, могут быть рекомендованы в качестве контрольных нормативов при использовании водителем наката.

Стабилизация расхода топлива наступает, как правило, после пробега 25...30 км при скорости движения, равной 75% от ее максимальной величины. Продолжительность прогрева агрегатов составляет 30 мин.

Топливная характеристика автомобиля при движении по дороге с переменным профилем представляет собой график, выражающий зависимость среднего расхода топлива от средних скоростей движения на измерительном участке длиной 10...15 км.

Контрольный расход топлива — это средний расход, измеренный при пробеге автомобиля с заданной скоростью и движении на заданном участке дороги. Его определяют путем измерения расхода топлива в л/100 км при движении автомобиля с полной нагрузкой на ровном горизонтальном участке с усовершенствованным покрытием длиной 3...5 км. Автомобили движутся в этом случае на высшей передаче со скоростью, равной 55...65% от максимального ее значения. Уклоны дороги не должны превышать 1,5%.

Для установившегося режима движения контрольный расход топлива — это норма, ограничивающая допустимый расход топлива для указанных скоростей движения. Ее устанавливает завод-изготовитель с целью определения технического уровня автомобиля для средних условий эксплуатации. В эксплуатационных условиях контрольный расход топлива используют в качестве параметра для оценки технического состояния автомобиля и определения его запаса хода. Контрольный расход топлива с точностью 3...5% и скорость движения автомобиля, при которой он определяется, обычно указывают в технической его характеристике. Для базовых грузовых автомобилей ГАЗ-52 и ГАЗ-53А эта скорость равна 40 км/ч, для ЗИЛ-130 — 50 км/ч, КамАЗ-5320 — 60 км/ч. Для легковых автомобилей она строго фикси-

рована — 80 км/ч. Контрольный расход топлива не является нормой эксплуатационного расхода топлива.

Все заезды при испытании автомобиля на топливную экономичность проводят в двух взаимно противоположных направлениях. Подобная методика исключает влияние дорожных и метеорологических условий на результаты испытаний.

Кроме топливной экономичности автомобиля, существует и такое понятие, как экономичность двигателя. Топливная экономичность двигателя характеризуется величиной отношения расходуемого топлива к эффективной его мощности, развиваемой на данном режиме работы. Ее определяют при стендовых испытаниях, выявляя расход топлива в объемных (л) или весовых (кг) единицах за один час работы (часовой расход топлива), а затем расчетным путем и удельный расход топлива (г/кВт·ч). Он показывает, какое количество топлива в граммах в течение часа необходимо затратить на получение единицы мощности — одного киловатта.

Для сравнительной оценки карбюраторных двигателей по топливной экономичности применяют показатель минимального удельного расхода топлива при полном открытии дроссельной заслонки, а дизелей — при его максимальной цикловой подаче. Минимальный удельный расход топлива характеризует степень превращения скрытой химической энергии топлива в механическую работу. Этот показатель определяют по внешней скоростной характеристике двигателя. Она представляет собой зависимость основных показателей работы двигателя (мощности, расхода топлива и крутящего момента на валу) от частоты вращения при полном открытии дроссельной заслонки или максимальном перемещении рейки топливного насоса высокого давления.

Величины минимального удельного расхода топлива указывают в технических характеристиках автомобильных двигателей. Следует отметить, что показатели удельного расхода топлива постоянно улучшаются. До недавнего времени для большинства карбюраторных двигателей легковых автомобилей они находились в пределах 305...325 г/кВт·ч, а грузовых — 340...365 г/кВт·ч. Практическая реализация обширного плана конструкторско-технологических мероприятий в промышленности позволила уменьшить удельный расход топлива для карбюраторных двигателей легковых автомобилей до

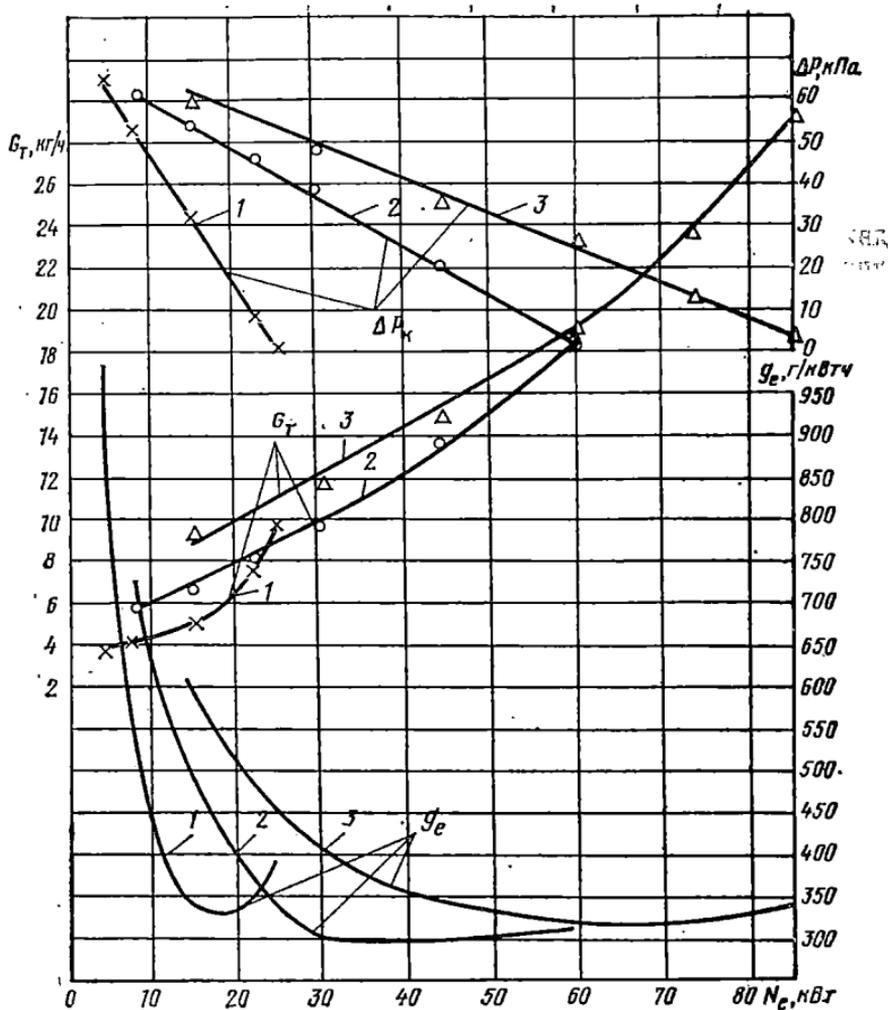


Рис. 2. Нагрузочные характеристики двигателя ЗМЗ-53:

1 — 1000 об/мин; 2 — 2000 об/мин; 3 — 3000 об/мин

280...300 г/кВт·ч, а для грузовых до 300...340 г/кВт·ч. Удельный расход топлива у современных дизелей составляет 225...235 г/кВт·ч, а у некоторых экспериментальных образцов он достиг 190...200 г/кВт·ч.

В эксплуатационных условиях двигатель работает преимущественно на режимах частичных нагрузок, при которых эффективность топливоиспользования заметно ухудшается. Кривые, показывающие зависимость часового и удельного расхода топлива в зависимости от на-

грузки двигателя, называют нагрузочными характеристиками. Минимальный удельный расход топлива по нагрузочной характеристике, как правило, в среднем на 10% меньше, чем удельный расход топлива при работе двигателя по внешней скоростной характеристике. Эта закономерность может быть использована водителем с целью экономичного управления автомобилем.

Серия нагрузочных характеристик карбюраторного двигателя ЗМЗ-53 представлена на рис. 2. По мере увеличения открытия дроссельной заслонки часовые расходы топлива возрастают, подчиняясь прямолинейному закону. В зависимости от режима работы и типа карбюратора при положении дроссельной заслонки, близком к ее полному открытию, вступление в работу экономайзера может сопровождаться ступенчатым увеличением расхода топлива.

С уменьшением нагрузки топливная экономичность двигателя заметно ухудшается. Частично это связано с увеличением насосных потерь, т. е. расходом энергии на заполнение цилиндров свежей горючей смесью и удаление продуктов ее сгорания. Большие величины насосных потерь характерны для режимов частичных нагрузок. Это связано с тем, что во время такта впуска движение поршня тормозится высоким разрежением во впускном трубопроводе. У дизельных двигателей подобные явления отсутствуют. Поэтому изменение величины удельных расходов топлива по мере уменьшения нагрузки у дизельного двигателя возрастает в меньшей степени, чем у карбюраторного. Применение дизельных двигателей на автомобильном транспорте обеспечивает снижение расхода топлива на 25...40% по сравнению с бензиновыми двигателями.

**Эксплуатационный расход топлива** характеризует эффективность топливоиспользования в реальных условиях движения. Под расходом понимают количество топлива или газа, потребляемое автомобилем в зависимости от технического его состояния и условий эксплуатации.

Эксплуатационный расход топлива определяется суммарным расходом, отнесенным к пройденному пути в реальных условиях движения:

$$Q_{\text{эк}} = 1000 \frac{\sum Q_{\text{г}}}{S}, \text{ л/100 км,}$$

где  $Q_{\text{эк}}$  — эксплуатационный расход топлива, л/100 км;  
 $\Sigma Q_{\text{т}}$  — общее количество топлива, израсходованное  
в процессе движения, л;

$S$  — длина пройденного пути автомобилем, км.

Этот показатель прост, но недостаточно полон, так как не учитывает скорость движения, полезную загрузку автомобиля и выполненную транспортную работу. Именно поэтому для оценки эффективности топливоиспользования автором предложен показатель *эффективной топливной экономичности*, под которой следует понимать способность автомобиля совершать транспортную работу с наименьшими затратами топлива и времени. Этот показатель можно подсчитать по формуле:

$$q_{\text{эф}} = \frac{Q_{\text{т}}}{P \cdot V_{\text{а}}} \cdot \frac{\text{л} \cdot \text{ч}}{\text{т} \cdot \text{км}},$$

где  $q_{\text{эф}}$  — эффективная топливная экономичность автомобиля, л·ч/ткм;

$Q_{\text{т}}$  — расход топлива, л;

$P$  — масса перевозимого груза, т;

$V_{\text{а}}$  — средняя техническая скорость движения автомобиля, км/ч.

С ростом величины расхода топлива ( $Q_{\text{т}}$ ) эффективная топливная экономичность автомобиля заметно ухудшается. Чем выше в процессе движения загрузка автомобиля, тем лучше используется мощность двигателя и тем меньше расход топлива на выполнение транспортной работы. Кроме того, чем больше пройденный автомобилем в одинаковых условиях путь, тем эффективнее расход топлива. Если загрузка автомобиля отсутствует ( $P=0$ ), то он не производит полезной транспортной работы и эффективная топливная экономичность становится бесконечно большой. Расход топлива в этом случае затрачивается на перемещение собственной массы автомобиля.

Минимальный расход топлива для грузовых автомобилей соответствует величине установившейся скорости движения, равной 25...30 км/ч, а легковых — 30...35 км/ч. Однако эффективная топливная экономичность соответствует для грузовых автомобилей скорости, равной 60...65 км/ч, а легковых — 80...85 км/ч.

Еще более совершенный показатель эффективности топливоиспользования — *расход топлива на единицу транспортной работы*. Его определяют как отношение

расхода топлива на единицу пути к выполненной на этом участке работе:

$$Q_w = \frac{Q_{\text{эк}}}{W_{\text{тр}}} \cdot 100, \text{ л/100 ткм,}$$

где  $Q_{\text{эк}}$  — эксплуатационный расход топлива, л;

$W_{\text{тр}}$  — объем транспортной работы, ткм.

Этот показатель настолько важен, что на автомобильном транспорте его нормируют. Для бортовых автомобилей с карбюраторными двигателями он равен 2 л на 100 ткм, а с дизельными — 1,3 л на 100 ткм.

## 2. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЕЙ

Существующие методы оценки топливной экономичности автомобиля можно разделить на две группы: дорожные и стендовые. Наибольший практический интерес представляют результаты испытаний в реальных условиях движения: в городском, магистральном или пригородном сообщениях. Эти испытания характеризуются простотой и достоверностью полученных результатов. В дальнейшем результаты испытаний на топливную экономичность используют для разработки дифференцированных базовых норм расхода топлива.

Этот цикл представляет собой диаграмму «путь — скорость», в соответствии с которой имитируют движение автомобиля на динамометрическом стенде. Исходными данными для построения такой диаграммы служат режимы движения легковых автомобилей в центральной части города. Поэтому ездовой испытательный цикл включает в себя программу режимов движения автомобилей по времени, разработанную на основе статистической обработки режимов движения.

Динамометрические стенды оборудуют сменными инерционными массами, соответствующими массе автомобиля и имитируемым дорожным условиям. Стенды оснащают системой, поддерживающей температурный режим автомобиля в заданных пределах. Это позволяет свести к минимуму погрешности, связанные с движением автомобиля на дороге. Ездовые испытательные циклы отличаются по продолжительности отдельных режимов в общем балансе времени работы автомобиля на

динамометрическом стенде и по методике проведения испытаний.

В настоящее время в мире применяют три методики определения расхода топлива легковыми автомобилями на неустановившихся режимах: европейскую (испытательный цикл ЕЭК ООН) и две американских, одна из них является федеральным стандартом США, а вторая разработана Агентством по контролю за загрязнением окружающей среды.

В нашей стране принята европейская методика испытаний. В ее основу положен рассмотренный городской ездовой цикл (ГЕЦ). Средняя скорость движения автомобиля за цикл составляет 18,7 км/ч, а максимальная — 50 км/ч. При воспроизведении ездового городского цикла величина ускорений и замедлений составляет 1,04 и 0,99 м/с<sup>2</sup> соответственно.

Кроме определения расхода топлива по ГЕЦ, методикой предусмотрены испытания на установившихся скоростях, равных 90 и 120 км/ч по горизонтальной дороге или на стенде с беговыми барабанами. В технических характеристиках современных автомобилей расход топлива указывают в соответствии с европейской методикой.

В табл. 1 приведены результаты испытаний на топливную экономичность легковых автомобилей в соответствии с рекомендациями упомянутых циклов.

**Магистральный ездовой цикл (МЕЦ)** устанавливает оценочные показатели топливной экономичности, условия и методы экспериментального их определения в условиях, имитирующих магистральные и городские режимы движения.

Таблица 1

Модель автомобиля	Режим движения	Результаты испытаний	
		расход топлива, л/100 км	скорость движения, км/ч
«Волга» ГАЗ-24	Малая роза	9,8	36,1
	ГЕЦ	9,9	36,3
«Волга» ГАЗ-3102	Малая роза	9,0	36,0
	ГЕЦ	9,2	36,4
«Волга» ГАЗ-31027	Малая роза	11,8	36,2
	ГЕЦ	13,5	36,5
«Москвич-2140»	Малая роза	7,7	36,5
	ГЕЦ	7,9	36,6

Для определения оценочных показателей топливной экономичности автомобилей выбирают измерительный участок длиной 4 км. Он должен быть прямолинейным, горизонтальным, с цементно-бетонным или асфальтобетонным гладким покрытием и разметкой через каждые 400 м, допустимые уклоны не должны превышать 0,5% на участках длиной 50 м.

389764  
Режимы движения грузовых автомобилей регламентированы РТМ 37.031.018 — 80 в соответствии с операционной картой, имитирующей магистральные и городские условия движения. Операционная карта представляет собой график максимальных допустимых скоростей в магистральном и городском условиях движения.

Для измерения расхода топлива в соответствии с рекомендациями МЕЦ заезд начинают с установившейся скорости, равной 30 км/ч. Отсчет расхода топлива и времени движения начинают с момента пересечения отметки мерного участка и заканчивают в момент пересечения его конца. Максимальная скорость автомобиля не должна превышать 75 км/ч. Служебное торможение осуществляют с замедлением, равным 1...1,2 м/с<sup>2</sup>. Режимы разгона осуществляют при полной подаче топлива.

При определении расхода топлива и скорости движения грузовых автомобилей по городскому ездовому циклу максимальная скорость не должна превышать 60 км/ч. В этом заключается основное отличие МЕЦ от ГЕЦ.

В настоящее время отечественная автомобильная промышленность нормирует расход топлива выпускаемых ею автомобилей. Для грузовых автомобилей принят расход топлива при движении с установившейся скоростью 60 км/ч. Нормируемые величины расхода топлива для наиболее распространенных в народном хозяйстве грузовых автомобилей и автопоездов при скорости движения 60 км/ч приведены в табл. 2.

Из таблицы следует, что норма расхода топлива у автомобилей с бензиновыми двигателями к 1985 г. уменьшена на 8...13%, а с дизелями — на 8,5...9,5%. Удельная норма на транспортную работу снижена на 12...14% и 8...10% соответственно.

Одновременно с этим совершенствуют и методы нормирования топливной экономичности легковых автомобилей. С 1979 г. введены более жесткие нормы расхода топлива легковыми автомобилями при их движении

Таблица 2

Модель автомобиля (автопоезда)	Грузоподъемность, т	Полная масса, т	Норма расхода топлива, л/100 км		Удельный расход топлива, л/100 ткм	
			1982 г.	1985 г.	1982 г.	1985 г.
ЗИЛ-130	6,0	10,5	29,0	25,8	2,82	2,45
ЗИЛ-130 (с прицепом)	11,5	18,54	37,3	33,2	2,04	1,86
ЗИЛ-ММЗ-555	5,2	10,05	32,0	28,5	3,22	2,86
КамАЗ-5320	8,0	15,3	23,2	21,1	1,51	1,39
КамАЗ-5320 (с прицепом)	16,0	26,8	30,0	27,3	1,10	1,01
КамАЗ-5511 (самосвал)	10,0	19,15	26,5	24,1	1,39	1,10
КамАЗ-5510 (сельскохозяйственный тягач)	14,2	25,9	32,0	29,1	1,12	1,10
МАЗ-5335	8,0	15,0	23,8	21,7	1,58	1,46
МАЗ-5335 (с прицепом)	16,0	27,0	32,0	29,0	1,20	1,05

с постоянными скоростями и в соответствии с предписаниями ездового испытательного цикла (табл. 3).

Таблица 3

Модель автомобиля	Режим движения	Норма расхода топлива, л/100 км		
		1979 г.	1980 г.	1985 г.
«Жигули» ВАЗ-2101	90 км/ч	7,0	6,2	6,0
	120 км/ч	9,5	8,6	8,2
	ГЕЦ	10,3	9,0	8,5
«Жигули» ВАЗ-21011	90 км/ч	7,2	6,5	6,0
	120 км/ч	9,6	9,0	8,4
	ГЕЦ	10,5	9,5	9,0
«Жигули» ВАЗ-2103	90 км/ч	7,4	6,7	6,3
	120 км/ч	10,0	9,1	8,6
	ГЕЦ	11,4	10,2	9,6
«Жигули» ВАЗ-2105	90 км/ч	—	7,3	—
	120 км/ч	—	10,2	—
	ГЕЦ	—	10,2	—

**МЕТОДЫ ЭКОНОМИЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
АВТОМОБИЛЕМ**

---

Согласно статистическим данным 15...20% водителей по различным причинам систематически допускают перерасход топлива. В то же время возросший уровень работы по экономному и рациональному использованию автомобильного топлива предъявляет все более высокие требования к индивидуальному мастерству водителя. Несмотря на это, количественные оценки влияния квалификации водителя на расход топлива все еще различны, а иногда и противоречивы.

Повышенный расход топлива сопровождается дополнительным износом агрегатов автомобиля и загрязнением окружающей среды. Поэтому в современных условиях вопросы экономичного управления приобретают исключительно важное значение. В процессе первоначального обучения водитель должен получить комплекс знаний по этим вопросам и прежде всего представления о тех элементах дорожного движения, которые обеспечивают если не экономию, то недопущение перерасхода топлива. В своей повседневной практической деятельности водитель должен осознанно воздействовать на достижение экономии топлива. Теоретические знания основ экономичной работы при управлении автомобилем и основными его агрегатами — фундамент многоплановой работы по рациональному расходованию топливно-энергетических ресурсов на автомобильном транспорте.

Любое мероприятие по повышению квалификации водителя благодаря массовости этой профессии и непосредственному влиянию его мастерства на эффективность работы автомобиля во всех случаях обеспечивает получение заметного экономического эффекта. Именно поэтому в последние годы формирование профессиональных навыков водителя осуществляют через развитую систему обучения, которая стала более целенаправленной, направленную на улучшение транспортного процесса по различным критериям эффективности (например, топ-

ливной экономичности, безопасности дорожного движения, токсичности отработавших газов).

Работу по экономии топлива в части, зависящей от водителя, проводят преимущественно в двух направлениях:

улучшение подготовки и переподготовки водителей с оценкой профессионального их мастерства по критерию «топливо»;

совершенствование методов дифференцированного нормирования топлива на конкретных маршрутах.

Количественные оценки влияния отдельных факторов на экономичное управление носят преимущественно экспертный характер и изменяются в широких пределах: 5...20% на хорошей дороге и 10...40% вне дорог. В этой главе изложены основные принципы, правила и рекомендации по обучению приемам управления автомобилем в различных дорожно-транспортных ситуациях (ДТС).

## **1. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭКОНОМИЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ АВТОМОБИЛЕМ**

Профессиональное мастерство водителя в аспекте топливной экономичности на практике оценивают преимущественно по обобщающему показателю — выполнению линейных и удельных норм расхода топлива на транспортную работу. Такая оценка по существу правильна, но уже недостаточна для установления объективных характеристик профессионального мастерства водителя и распространения передовых методов управления автомобилем.

Наиболее рельефно грани профессионального мастерства управления автомобилем проявляются при проезде перекрестка или при преодолении подъема. В процессе разгона, являющегося наиболее характерным режимом, водителю интуитивно приходится выбирать величину угла и интенсивности открытия дроссельной заслонки карбюратора.

Несмотря на то, что методы, техника и приемы управления автомобилем, определяющие в целом стиль управления, у каждого водителя строго индивидуальны, для целей обучения они могут быть типизированы.

Создание и реализация действенной системы обучения связаны прежде всего с классификацией факторов

экономичного управления, которые можно объединить в три группы.

Первую группу составляют технические факторы. Водитель должен хорошо знать влияние конструктивных и регулировочных особенностей автомобиля, а также технического его состояния на расход топлива.

Во вторую группу включены организационные факторы: характер транспортной работы, режимы и маршруты движения, дорожные условия. Здесь важное место занимает повышение коэффициента использования грузоподъемности и пробега автомобиля.

К третьей группе отнесены факторы, связанные непосредственно с управлением автомобилем. Методологическую основу этой группы составляют рациональный выбор стратегии, тактики движения и оперативных методов управления. В их число входят: исключение ошибок при разгоне, торможении, переключении передач, прохождении спусков, подъемов, закруглений, а также использование потенциальных экономических качеств автомобиля.

Все эти факторы водитель должен знать так же хорошо, как и Правила дорожного движения, поскольку экономичный водитель одновременно является, как правило, и безопасным.

Неквалифицированный водитель на неотрегулированном автомобиле может перерасходовать до 30% (иногда и больше) топлива по сравнению с величиной, установленной заводом-изготовителем для оценки технического уровня выпускаемой продукции или технического состояния автомобиля для средних условий эксплуатации.

Водитель, садясь за руль, должен определить тактику и арсенал приемов экономичного управления. Тактика представляет собой принятие определенных решений, связанных с выбором рациональных режимов работы и практической их реализацией в конкретной ДТС.

Арсенал целенаправленных действий водителя охватывает пять основных этапов: предпусковую подготовку, пуск и прогрев, трогание с места, движение и остановку автомобиля. Рациональное выполнение определенных технических приемов управления автомобилем может обеспечить от 5 до 20% экономии топлива.

Одна из основных проблем повышения эффективной эксплуатации подвижного состава — увеличение средней

технической скорости, представляющей собой основной измеритель продолжительности транспортного процесса и его эффективности в целом. Под средней технической скоростью движения следует понимать скорость, определяемую из чистого времени движения и продолжительности остановок во время движения (остановки у светофоров, при заторах и др.). Точное и своевременное определение рационального положения дроссельной заслонки и интенсивности ее открытия, движение на правильно выбранной передаче по горизонтальной дороге, на спуске и подъеме, обеспечение равномерного движения автомобиля, а также рациональное соблюдение условий проезда перекрестков, тоннелей и пешеходных переходов — вот основные условия, при которых обеспечивается минимально возможный расход топлива.

Основные принципы экономичного управления заключаются в следующем:

- эффективный пуск, прогрев двигателя, трогание автомобиля с места и начало движения;

- правильное управление дроссельной заслонкой карбюратора или рейкой топливного насоса высокого давления (ТНВД), сцеплением, своевременное переключение передач;

- рациональный выбор соответствующей передачи и скорости движения;

- рациональное выполнение режимов разгона и замедления;

- правильный выбор экономичной скорости движения;
- эффективное использование потенциальных топливно-скоростных качеств автомобиля.

В процессе дорожного движения водитель должен знать и прогнозировать возможные режимы работы автомобиля, а также развитие ДТС в целом.

Если предположить, что факторы всех упомянутых трех групп дают 100% экономии топлива, то за счет экономичного управления автомобилем (факторы третьей группы) расход топлива можно снизить до 30%. Факторы же первой и второй групп (технические и организационно-технологические) обеспечивают экономию топлива до 70%. Водитель, правильно обученный управлению автомобилем при различных транспортно-технологических циклах и знающий типичные элементы этих циклов, через 1...3 года будет автоматически правильно управлять автомобилем, не допуская перерасхода топ-

Таблица 4

Фактор перерасхода топлива	Причина перерасхода топлива	Величина перерасхода топлива по отношению к линейной норме, %
Непроизводительные потери топлива, связанные с предпусковыми операциями при безгражданском хранении	Несовершенство пусковой системы	1...2
Потери топлива при пуске двигателя	Неудовлетворительное техническое состояние автомобиля, низкая квалификация водителя	4...6
Потери топлива при трогании с места	Проскальзывание шин, низкая квалификация водителя	7...10
Движение на пониженных передачах и неоптимальных скоростях движения	Низкая квалификация, тяжелые дорожные условия	20...25
Несоблюдение оптимального температурного режима	Несовершенная конструкция, плохое техническое состояние автомобиля, низкая квалификация водителя	12...15
Неправильное переключение передач, выполнение разгона и замедления	Низкая квалификация водителя, тяжелые дорожные условия, несовершенство конструкции автомобиля	35...40
Продолжительная работа автомобиля на холостом ходу	Низкая квалификация водителя, несовершенная конструкция, плохое техническое состояние автомобиля	4...5

лива, а при возможности экономя в городе 5...15% и за городом 10...30% топлива.

Для уточнения влияния мастерства управления автомобилем на расход топлива используются методы исследования деятельности водителя как оператора. Качество этой деятельности особенно важно в условиях жесткой регламентации надежности работы водителя в течение всей смены на линии.

На практике различают два метода оценки профессионального мастерства водителей: статистический и экспериментальный. Статистический метод основан на результатах обработки путевых листов. Однако он не позволяет эффективно управлять экономичными режимами

в процессе выполнения транспортной работы. Экспериментальный метод основан на результатах испытаний специально оборудованных автомобилей. Именно поэтому более предпочтительно использование экспериментального метода.

Экспериментально установлено, что при испытании легкового автомобиля на динамометрическом стенде влияние типичных ошибок управления на расход топлива даже у опытного водителя-испытателя достигает 2...3%.

Проведенные экспериментальные работы позволили типизировать основные ошибки водителя при управлении автомобилем. В табл. 4 приведена структура этих ошибок и показано их влияние на расход топлива.

## **2. СЛАГАЕМЫЕ ВОЗМОЖНЫХ ПОТЕРЬ И ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Водитель должен хорошо знать, что в реальных условиях эксплуатации существуют две группы потерь топлива. Первая группа связана с прямыми потерями, а вторая — с неполнотой сгорания топлива в цилиндрах двигателя.

Прямые потери возникают вследствие подтекания топлива из системы питания или испарения, неправильной заправки автомобиля, некачественного проведения технического обслуживания и ремонта подвижного состава. Эти потери характеризуют в целом уровень транспортной культуры водителя, гражданское и профессиональное его отношение к народному богатству.

Вторая группа потерь зависит от принципиально неустраняемых технологических потерь автомобильного топлива, сопровождающихся превращением скрытой химической энергии топлива в механическую работу. Величина их предопределяется выбросом непрореагировавшей части топлива с отработавшими газами в виде продуктов неполного сгорания углеводородов (СН) и окиси углерода (СО). Знание водителем общих закономерностей рабочего процесса двигателя и особенностей регулировок систем питания и зажигания поможет ему свести эти потери к минимуму.

Прямые (непроизводительные) потери топлива при заправке автомобиля достаточно велики и достигают в среднем 0,9...1,2 г/л объема бензобака. Например, рез-

ко возрастают потери при заправке бензобака под самую горловину (особенно в жаркую погоду). В случае продолжительной стоянки автомобиля, заправленного таким образом, возможны утечки через горловину благодаря расширению топлива при нагревании бензобака. В процессе движения автомобиля, заправленного под горловину, с негерметичной крышкой бензобака утечки топлива заметно возрастают.

Структура и удельный вес относительных потерь топлива для автомобилей средней грузоподъемности с карбюраторным двигателем составляют: из-за неполноты сгорания 96% (500 кг), при заправке 3% и при испарении топлива из системы питания 1%.

Суммарно эти потери доходят до 5...6% от общего количества топлива, потребляемого автомобилем за один год эксплуатации. Из этого следует, что наиболее доступный резерв экономии топлива на автомобильном транспорте — повышение общей культуры эксплуатации.

---

### Глава 3.

## РЕГУЛИРОВКА СИСТЕМ АВТОМОБИЛЯ НА ЭКОНОМИЧНОЕ РАСХОДОВАНИЕ ТОПЛИВА

---

Правильная регулировка агрегатов и систем автомобиля оказывает заметное влияние на расход топлива, который в значительной степени предопределяется качеством смесеобразования и равномерностью распределения горючей смеси по отдельным цилиндрам двигателя. На практике же у карбюраторных двигателей неравномерность распределения достигает 30% и более, что сопровождается повышенным расходом топлива.

### 1. ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ ТОПЛИВА В МЕХАНИЧЕСКУЮ РАБОТУ

Смесеобразование представляет собой совокупность различных взаимосвязанных процессов дозирования, распыления и испарения топлива, выпадения капель в пленку, распределения жидкой фазы по отдельным ци-

линдрам, а также теплообмена между горючей смесью и элементами впускного тракта.

**Бензиновые двигатели.** Горючей смесью называют смесь паров жидкого топлива с воздухом, образующуюся в карбюраторе и далее во впускном тракте двигателя. Горючая смесь, смешанная в цилиндрах двигателя с оставшимися от предыдущего цикла продуктами сгорания (остаточными газами), носит название рабочей смеси.

Важнейшее качество карбюраторов в процессе продолжительной эксплуатации — это стабильность работы его дозирующих систем. Неправильная регулировка или нестабильная работа карбюратора сопровождается увеличением расхода топлива до 20%. Техническая служба АТП и сам водитель, уточняя соответствующие регулировки и поддерживая их на необходимом уровне, могут воздействовать на основные эксплуатационные характеристики карбюратора, обеспечивая экономичную работу двигателя.

В процессе эксплуатации вследствие различных недостатков и дефектов впускного тракта, а также несовершенства процессов смесеобразования полного сгорания топлива даже при теоретическом коэффициенте избытка воздуха не происходит.

Коэффициент избытка воздуха представляет собой соотношение следующих физических величин:

$$\alpha = \frac{G_B}{G_T \cdot l_0},$$

где  $G_B$  — действительное количество воздуха в горючей смеси, кг;

$l_0$  — теоретически необходимое количество воздуха (кг) для полного сгорания 1 кг топлива;

$G_T$  — действительный расход топлива, кг.

Для автомобильных топлив коэффициент  $\alpha$  изменяется в широких пределах от 6,5 (метанол) до 14,5...14,9 (автомобильные бензины) при нормальном атмосферном давлении 760 мм рт. ст. и температуре 20° С.

Количество воздуха, необходимое для полного сгорания топлива и экономичной работы двигателя, должно быть несколько больше теоретического, оно равно 16...17 кг на 1 кг топлива. Коэффициент у бедных смесей больше единицы и составляет 1,05...1,15. Если же количество воздуха в горючей смеси достигает 20...22 кг,

процесс ее сгорания в карбюраторном двигателе прекращается.

Неисправный карбюратор вызывает или обогащение, или обеднение горючей смеси. Внешние признаки бедной смеси характеризуются вспышками пламени в карбюраторе и работой двигателя после выключения зажигания. К повышенному расходу топлива приводит работа двигателя на переобогащенной смеси.

При определенных навыках водитель может самостоятельно определить неправильную работу дозирующих систем. Если в глушителе при движении на спуске возникают хлопки, то неисправна система холодного хода или мала частота вращения коленчатого вала двигателя. Об этих же дефектах свидетельствуют и хлопки в карбюраторе при трогании автомобиля с места и в начале разгона. Если такие дефекты наблюдаются при большой частоте вращения коленчатого вала, то неисправна главная дозирующая система карбюратора.

Типичные закономерности влияния состава горючей смеси на показатели работы карбюраторного двигателя приведены в табл. 5.

Косвенно о составе горючей смеси можно судить по цвету юбки изолятора

Таблица 5

Характеристика горючей смеси	Коэффициент избытка воздуха	Мощность двигателя	Удельный расход топлива	Характеристика работы двигателя
Богатая (переобогащенная)	0,6...0,8	Уменьшается на 20...25%	Увеличивается на 30%	Хлопки в глушителе, черный дым
Обогащенная	0,8...0,85	Максимальная	Увеличивается на 12...15%	Бесперебойная работа, хорошая динамика
Нормальная	1,0	Уменьшается на 4...5%	Увеличивается на 4...8%	Бесперебойная работа
Бедная (обедненная)	1,05...1,15	Уменьшается на 10%	Минимальный	Бесперебойная работа, приемистость ухудшается
Переобедненная	1,20...1,45	Значительно уменьшается на 15...25%	Увеличивается на 8...12%	Хлопки в карбюраторе, перегрев двигателя

свечи зажигания. Нормальное состояние характеризуется цветовой гаммой от светло-серых до светло-коричневых оттенков отложений на конусе и юбке свечи. При стехиометрическом (теоретическом) составе горючей смеси или обедненной горючей смеси, что соответствует экономичным условиям эксплуатации, юбка имеет коричневый цвет, а при обогащении горючей смеси — черный.

Применение автомобильных бензинов с повышенным содержанием ароматических углеводородов, например бензина АИ-93, при неблагоприятных метеорологических условиях (высокой влажности до 80% и низкой температуре до минус 4...6° С) сопровождается обледенением карбюратора. Отложение льда первоначально происходит в диффузоре, а затем и на оси дроссельной заслонки. Сужение диффузора и канала смесительной камеры сопровождается увеличением расхода топлива на 20...30% и ухудшением динамических качеств (приемистости) автомобиля на 40...50%, а в некоторых случаях приводит к остановке двигателя.

Избежать образования льда в процессе движения можно, периодически кратковременно останавливая автомобиль. Слой льда быстро тает, и отмеченные дефекты исчезают через 2...3 мин.

Так как образование льда наиболее интенсивно происходит в зоне выходных отверстий системы холостого хода, то в современных карбюраторах, например семейства ВАЗ, вводят подогрев смесительных камер. Такое конструктивное решение обеспечивает устойчивую работу на обедненных смесях на холостом ходу и режимах малых нагрузок.

Сейчас в бензиновых двигателях применяют составы горючей смеси, у которых  $\alpha$  практически не превышает 1,15...1,20. Эффективное использование обедненных смесей возможно только при совершенном протекании рабочего процесса, что достигается послойным распределением топлива в заряде.

Наиболее известный способ расслоения горючей смеси, основанный на использовании форкамерно-факельного процесса, предложен сотрудниками Института химической физики Академии наук СССР. Способ и основные элементы конструкции двигателя защищены авторскими свидетельствами и запатентованы в США, Японии, Англии, Франции и Италии.

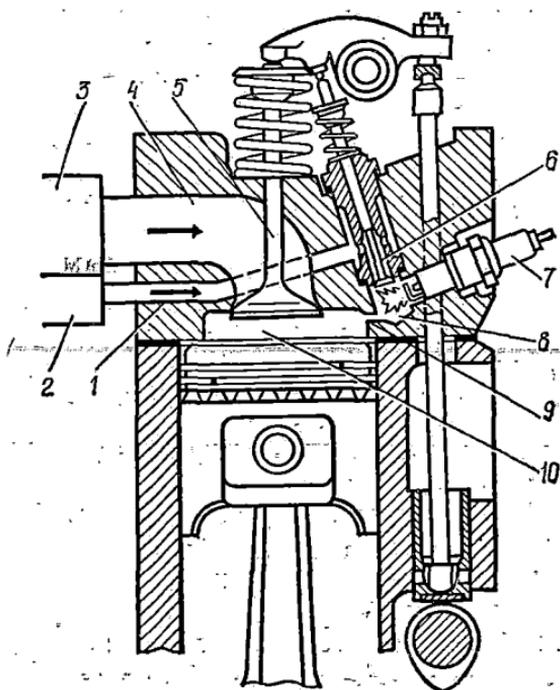


Рис. 3. Принципиальная схема двигателя с форкамерно-факельным зажиганием:

1 — канал питания форкамеры; 2 — форкамерная секция карбюратора; 3 — основная секция карбюратора; 4 — впускной канал; 5 — впускной клапан основной камеры; 6 — клапан форкамеры; 7 — свеча; 8 — форкамера; 9 — сопловое отверстие; 10 — основная камера сгорания.

Принцип форкамерно-факельного способа воспламенения горючей смеси заключается в том, что рабочая смесь в основной камере воспламеняется от факела. продуктов сгорания, выбрасываемых через сопловые отверстия из дополнительной камеры (форкамеры) малого объема, равного 3...4 см<sup>3</sup>. В дополнительной камере рабочая смесь воспламеняется обычной свечой зажигания.

Активные продукты сгорания, содержащиеся в факеле, а также большая скорость выброса факела из сопловых отверстий позволяют осуществлять воспламенение в основной камере очень бедных смесей ( $\alpha = 1,6...1,7$ ).

Этот способ обеспечивает высокие скорости сгорания бедных смесей, высокую эффективность рабочего процесса в целом, улучшает эксплуатационные показатели двигателя. Так, автомобиль ЗИЛ-130Ф с форкамерно-факельным зажиганием обеспечивает экономию топлива по пробегу в среднем на 10%, а по выполнению транспортной работы на 12%.

В последнее время этот способ успешно применяют на двигателе ЗМЗ-4022.10 легкового автомобиля среднего класса «Волга» ГАЗ-3102.

Принципиальная схема двигателя с форкамерно-фа-

50...60% выше карбюраторного двигателя. В эксплуатации стоимость удельных затрат на техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР) дизеля также на 15...20% выше.

Стабильность регулировочных параметров дизеля лучше, чем у карбюраторного двигателя, но его эксплуатация в целом требует более высокой культуры. При пробеге 50 тыс. км без проведения каких-либо операций ТО и ТР содержание СО у дизеля увеличивается на 50...60%, СН — на 5...18% и NO<sub>x</sub> — на 4,5...5,5%. Расход топлива также поднимается до 10...20%. Аналогичные параметры отработавших газов (ОГ) у карбюраторного двигателя становятся заметно хуже. Несответствие угла опережения впрыска топлива даже на 1° относительно оптимального значения приводит к увеличению расхода топлива у дизеля на 1 л/100 км.

Совершенствование регулировочных параметров топливной аппаратуры дизелей обеспечивает дополнительно снижение расхода топлива на 2...3%. Одновременно с этим на 25% уменьшается их дымность.

Перспективные нормы на допустимую величину дымности и токсичности ОГ в настоящее время настолько жестки, что многие ведущие зарубежные дизелестроительные фирмы, даже в ущерб топливной экономичности, понижают степень форсирования рабочего процесса на 15...20% (по степени сжатия). Одной из альтернатив сохранения эксплуатационных качеств в случае понижения степени сжатия может быть применение турбонаддува, повышающего мощность двигателя на 20% и топливную экономичность на 4...6% по сравнению с двигателем без наддува.

В нашей стране в настоящее время турбонаддув применяют на дизелях ЯМЗ-238П мощностью 206...213 кВт и ЯМЗ-240П мощностью 310 кВт.

Для обеспечения надежного пуска дизелей наибольшее распространение получают свечи накаливания. При температуре до -5°С дизель пускается достаточно уверенно без средств облегчения пуска, а со свечами накаливания до -21°С.

**Газовые двигатели.** Газобаллонные автомобили имеют ряд бесспорных технико-эксплуатационных и экономических преимуществ по сравнению с базовыми модификациями. Народнохозяйственный эффект от применения сжиженного нефтяного газа (СНГ) и сжатого

природного газа (СПГ) связан прежде всего с расширением номенклатуры топливно-энергетических ресурсов.

Отечественной промышленностью разработано 10 моделей газобаллонных автомобилей и автобусов, работающих на СНГ. Большинство из них уже освоены. Поступление газобаллонных автомобилей в народное хозяйство осуществляют как по линии производства новых, так и переоборудования эксплуатирующихся автомобилей в условиях автотракторных предприятий. В нашей стране эксплуатируется около 20 тыс. газобаллонных автомобилей на СНГ (преимущественно грузовых).

При переводе бензинового двигателя на СНГ при неизменной степени сжатия отмечают уменьшение на 5...6,5% величины максимальной его мощности. Рабочий процесс газового двигателя не отличается от бензинового.

Октановое число СНГ достигает 110...120 ед., что позволяет повысить степень сжатия у газовых двигателей на 23...25% по сравнению с бензиновыми модификациями. Высокая антидетонационная стойкость СНГ и хорошая его смешиваемость с воздухом позволяют форсировать газовые двигатели по степени сжатия: например, для двигателя ЗИЛ-130 с 6,5 до 8 ед., а для двигателя ЗМЗ-53 с 6,7 до 8,5 ед. Повышение степени сжатия обеспечивает увеличение мощности двигателя ЗИЛ-138 на 2,5...3%, а ЗМЗ-53-07 на 4...5%. При переводе карбюраторного двигателя на питание СНГ при оптимальной степени сжатия минимальный удельный расход топлива уменьшается на 5...6%. Работа двигателя на СНГ сопровождается снижением шума на 7...8 дБ.

Газовое топливо по сравнению с бензином имеет более широкие пределы воспламенения, что позволяет наиболее эффективно обеднить состав горючей смеси. Применение СНГ позволяет существенно снизить токсичность ОГ по основным параметрам: по CO — в 2...4 раза, NO<sub>x</sub> — в 1,2...2 раза и CH — в 1,1...1,4 раза, что удовлетворяет требованиям стандартов большинства индустриально развитых стран.

Сравнение результатов испытаний автомобилей ЗИЛ-130 и ЗИЛ-138 показало, что содержание CO в ОГ на установившихся режимах составляет 0,8...3,5% и 0,1...0,8% соответственно. Это свидетельствует о том, что в продуктах сгорания газообразных топлив содержание CO в 4 раза меньше, чем в бензиновых.

Более перспективно применение на автомобильном транспорте СПГ. В зависимости от способа питания автомобильных двигателей газобаллонные автомобили подразделяются на универсальные (газобензиновые) и специализированные (газовые). На универсальных автомобилях устанавливают двигатели, содержащие две автономные системы питания — бензиновую и газовую. Использование двух систем питания способствует увеличению запаса хода автомобиля в целом и расширению сферы его применения. Вместе с тем такое конструктивное решение не позволяет получить оптимальные показатели автомобиля при его работе на одном из видов топлива.

Особенность конструкции газобаллонного автомобиля — наличие газобаллонной установки, содержащей от 4 (семейство ГАЗ) до 8 баллонов (семейство ЗИЛ). Масса автомобиля при этом увеличивается на 600 кг, а следовательно, его грузоподъемность уменьшается на эту же величину. Полезная емкость одного баллона составляет 50 л. Максимальное рабочее давление газа в баллоне составляет 20 МПа. При таком давлении тепловая энергия, содержащаяся в одном баллоне, эквивалентна 10 л бензина. Запас хода автомобиля ЗИЛ-138А, работающего только на СПГ, составляет 200 км.

При переводе бензинового двигателя на СПГ при неизменной степени сжатия максимальная мощность его уменьшается на 15...18%, что связано с рядом особенностей протекания рабочего процесса, энергетических параметров рабочего тела и условий смесеобразования. Создание специальной конструкции газового двигателя со степенью сжатия 8 ед. позволяет повысить мощность двигателя на 12%, уменьшить расход топлива на 10%, а также повысить запас хода автомобиля ЗИЛ-138А на 15%.

## 2. ТОПЛИВНЫЙ БАЛАНС АВТОМОБИЛЯ

Основные факторы, непосредственно влияющие на расход топлива, связаны с механическими потерями в двигателе и трансмиссии, а также с преодолением сопротивления движению автомобиля.

Расход топлива на перемещение автомобиля складывается из расходов на преодоление сопротивления качению, аэродинамического сопротивления и сил инерции.

Знание водителем физической сущности принципиальных составляющих топливного баланса является основой экономного и рационального расходования автомобильного топлива.

Топливный баланс автомобиля можно представить следующей зависимостью:

$$Q_s = Q_{дв} + Q_f + Q_{тр} + Q_w + Q_I + Q_\alpha,$$

- $Q_s$  — суммарный расход топлива на движение автомобиля;
- $Q_{дв}$  — суммарный расход топлива на преодоление механических, тепловых и насосных потерь в двигателе и на привод вспомогательных агрегатов;
- $Q_f$  — расход топлива на преодоление сопротивления качению автомобиля;
- $Q_w$  — расход топлива на преодоление аэродинамического сопротивления;
- $Q_\alpha$  — расход топлива на преодоление подъемов и уклонов;
- $Q_I$  — расход топлива на преодоление сил инерции автомобиля;
- $Q_{тр}$  — расход топлива на преодоление механических потерь в трансмиссии.

В качестве примера на рис. 4 приведена характеристика топливного баланса легкового автомобиля «Жигули» ВАЗ-2105. Проанализируем отдельные составляющие топливного баланса автомобиля.

**Уменьшение потерь в двигателе.** Повышение топливной экономичности особенно важно для грузовых автомобилей с карбюраторными двигателями большого литража, т. е. с большим абсолютным расходом топлива. В структуре парка количество автомобилей с бензиновыми двигателями составляет около 75%. В этих двигателях 25...30% энергии, выделяющейся в цилиндре при сгорании топлива, превращается в полезную работу, а непроизводительные потери энергии достигают: в системе охлаждения 28...30%, с отработавшими газами 34...38%, прочие потери 4...7%.

В дизеле эффективность преобразования выделившейся энергии в полезную работу несколько выше и достигает 36...39%. Применение турбонаддува улучшает эти показатели до 39...45%.

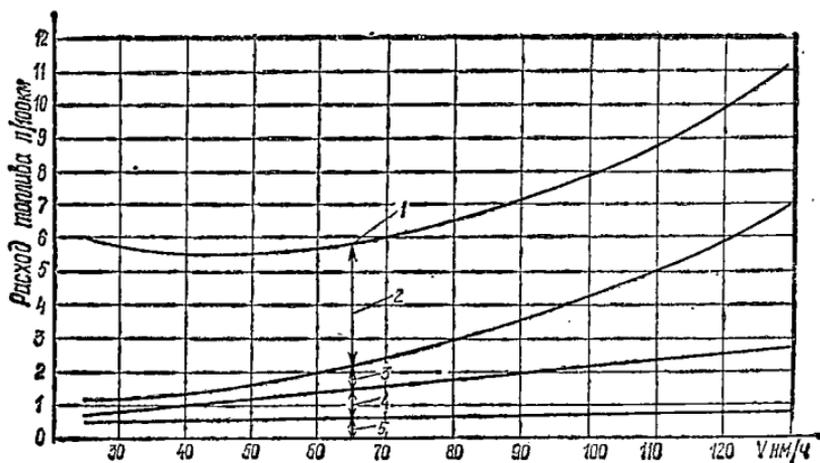


Рис. 4. Характеристика топливного баланса легкового автомобиля малого класса:

1 — суммарный расход топлива; 2 — расход топлива, затрачиваемый на привод двигателя; 3 — на преодоление воздушной среды; 4 — на сопротивление качению; 5 — на механические потери в трансмиссии

В процессе эксплуатации фактические показатели топливоиспользования значительно ниже потенциальных, поэтому вопросам рационального теплового режима двигателя, необходимого состава горючей смеси и температуры ОГ необходимо уделять особое внимание.

Одно из главных направлений улучшения топливной экономичности карбюраторных двигателей — снижение неравномерности распределения топлива по цилиндрам. В случае нарушения теплового режима двигателя до 40% топлива поступает в камеру сгорания в виде пленки и определенная часть топлива не принимает участия в процессе сгорания. Эта часть выбрасывается с ОГ в виде углеводородов, что обедняет фактический состав горючей смеси, принимающий участие в процессе окисления топлива в цилиндрах двигателя. Неравномерное распределение смеси по цилиндрам, достигающее 30%, повышает в ОГ содержание CO на 45..55% и CH на 35..45%, а также сопровождается ухудшением топливной экономичности на 10%.

Снижения механических потерь в двигателе достигают, уменьшая силы трения между взаимодействующими деталями или применяя для смазки более качественные масла. Уменьшение потерь на трение, газообмен и

привод вспомогательных агрегатов позволяет снизить расход топлива до 4%.

Использование терморегулируемого вентилятора, автоматически включающегося в работу в зависимости от температурного режима двигателя, позволяет повысить топливную экономичность до 2%.

С целью снижения расхода топлива в нашей стране проводятся экспериментальные работы по созданию автомобильных двигателей с выключением цилиндров. Подобное техническое решение особенно важно для двигателей с большим запасом мощности, эксплуатирующихся преимущественно на малых нагрузках при низких КПД.

Современный уровень микропроцессорной техники позволяет создать конструкции двигателей с автоматическим выключением одного или группы цилиндров. Число выключаемых цилиндров зависит от потребляемой автомобилем мощности. Выключение цилиндров осуществляют путем прекращения подачи топлива или выключения из работы клапанов механизма газораспределения.

Экспериментальные работы на серийных карбюраторных двигателях показали, что отключение цилиндров на режимах малых нагрузок и холостом ходу обеспечивает экономию топлива на 25...35%. Одной из проблем работ этого направления является обеспечение плавной работы двигателя в момент включения или выключения цилиндров. По мере увеличения нагрузки и частоты вращения коленчатого вала эффективность работы двигателя с выключенными цилиндрами значительно уменьшается.

**Запас мощности двигателя.** Доля мощности, преобразуемой в полезную работу, ограничивается термодинамическим КПД двигателя. Эффективная (полезная) мощность, которая подводится непосредственно к трансмиссии легкового автомобиля, при экономичной скорости движения 40 км/ч составляет 21%, а при максимальной скорости 135 км/ч она уже повышается на 28%. Для дизеля эти мощности составляют 33% при скорости движения 30 км/ч и 37% при скорости 80 км/ч.

60% производимой энергии двигатель потребляет на собственные нужды. Баланс мощности двигателя ЗИЛ-130 представлен на рис. 5. Равенство номинальной мощности, развиваемой двигателем и потребляемой ав-

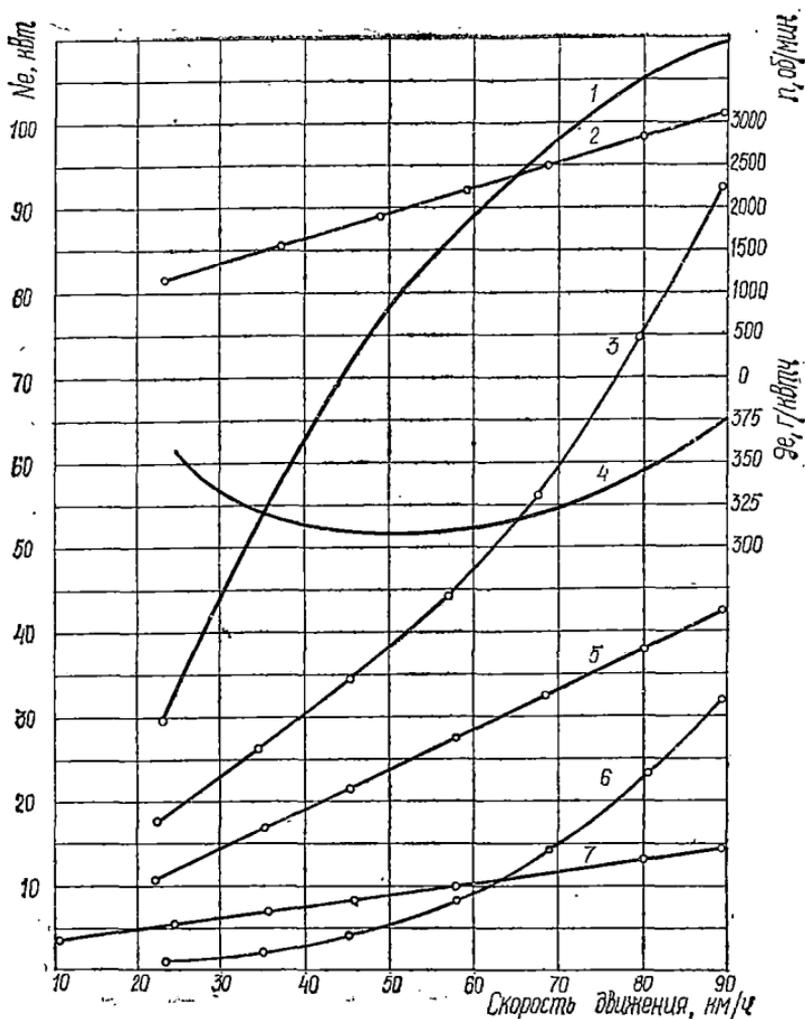


Рис. 5. Тягово-мощностной баланс автомобиля ЗИЛ-130 с полезной нагрузкой 6 т:

1 — мощность двигателя; 2 — частота вращения; 3 — суммарное сопротивление движению; 4 — удельный расход топлива; 5, 6, 7 — мощность двигателя, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению, воздушной среды и трение в трансмиссии

томобилем при равномерном движении (см. пересечение кривых 1 и 3), определяет максимальную скорость движения. Большинство грузовых автомобилей оборудованы ограничителями частоты вращения коленчатого вала. Из рисунка следует, что максимальная скорость движения автомобиля ЗИЛ-130 соответствует максимальной мощности двигателя. При скоростях меньше максималь-

ных существует значительный запас мощности. Этот запас имеет важное практическое значение для преодоления подъемов, выполнения обгонов и маневров в условиях интенсивного городского движения.

Значительный резерв экономии топлива связан с правильным подбором и реализацией в эксплуатации характеристик двигателя, согласованных с трансмиссией автомобиля. Механические потери в трансмиссии с ручным управлением коробкой передач достигают 10...15%, т. е. их КПД равен 0,85...0,9. Значительная величина механических потерь приходится на главную передачу.

В трансмиссиях с автоматической коробкой передач из-за повышенных потерь в гидротрансформаторе расход топлива на 10...12% больше, чем с механической.

Часть энергии топлива, израсходованная на преодоление подъемов и инерции автомобиля, в дальнейшем может быть использована путем свободного качения на спуске или по горизонтальной дороге.

Наиболее благоприятна регулировка двигателя с более крутой характеристикой крутящего момента и максимальным его значением при более низкой частоте вращения коленчатого вала. Такие двигатели имеют высокую мощность при пониженной частоте вращения коленчатого вала, а следовательно, и лучшую топливную экономичность.

Масса автомобиля и мощность двигателя также должны быть взаимно увязаны. Удельная мощность двигателя, представляющая собой отношение максимальной его мощности к полной массе автомобиля, для магистральных автопоездов с массой 27...42 т составляет 4,5...7,5 кВт/т. Меньшие значения удельной мощности относятся к автопоездам более высокой грузоподъемности. Снижение удельной мощности автопоезда с 6,7 до 5,1 кВт/т позволяет уменьшить расход топлива на 4...5%.

Удельная мощность двигателей легковых автомобилей зависит от их рабочего объема и повышается с его ростом. Статистический анализ конструкций автомобилей и их двигателей позволил выявить следующие закономерности (табл. 6).

На топливную экономичность близких по массе автомобилей заметное влияние оказывает рабочий объем двигателя. В различных условиях эксплуатации это влияние неоднозначно. В городских условиях двигатель

Таблица 6

Рабочий объем двигателя, л	1,0	1,2	1,5	2,2	3,0
Удельная мощность двигателя, кВт/т	35,0	37,0	39,0	42,0	49,0

большого рабочего объема, обладающий большим запасом мощности, дросселируют больше по сравнению с двигателем меньшего объема. Такая работа неизбежно сопровождается увеличенным расходом топлива. При одной и той же частоте вращения коленчатого вала двигатель с рабочим объемом 2,5 л имеет расход топлива на 20% больше, чем двигатель с рабочим объемом 1,5 л. Однако в загородных условиях (на режимах средних и максимальных нагрузок) положение резко изменяется. Двигатель меньшего рабочего объема работает при полном или близком к нему открытии дроссельной заслонки, т. е. на обогащенном составе горючей смеси, сопровождающемся повышенным расходом топлива. В этих условиях двигатель с большим рабочим объемом работает на обедненной горючей смеси, обеспечивающей более экономичный режим.

По сравнению с рядными V-образные двигатели характеризуются более высоким механическим КПД, что позволяет в одинаковых условиях улучшить топливную экономичность до 2%.

**Совершенствование систем питания.** Широкое использование карбюраторных двигателей обусловлено экономической целесообразностью их применения и сложившимся топливно-энергетическим балансом. Следует отметить, что в нашей стране наметились реальные предпосылки для широкой дизелизации автомобильного транспорта.

Наибольшее распространение получили многокамерные карбюраторы с последовательным открытием дроссельных заслонок. Преимущественно применяют двухкамерные и реже четырехкамерные карбюраторы. Доля двухкамерных карбюраторов в мировой практике двигателестроения составляет около 40% для двигателей с рабочим объемом до 1,5 л и повышается по мере увеличения рабочего объема.

В двухкамерных карбюраторах первичная камера обеспечивает экономичную работу автомобиля на холос-

том ходу, режимах малых и средних нагрузок. Вторичная камера вступает в работу при больших нагрузках, включая и полную. Первичная камера обеспечивает эффективную работу в условиях городских режимов движения. Вторичная — при высоких скоростях движения, т. е. свыше 100 км/ч.

Поиск технических решений по улучшению эксплуатационных показателей карбюраторных двигателей сводится к улучшению дозирования топлива на малых и средних нагрузках, на холостом и принудительном холостом ходу, а также к улучшению процессов смесеобразования на режимах пуска и прогрева.

С целью совершенствования процессов топливоподачи на режимах принудительного холостого хода (ПХХ) используют карбюраторные приставки, которые улучшают процессы смесеобразования и топливоподачи на режимах ПХХ. Особенность работы двигателя на этих режимах заключается в том, что при резком закрытии дроссельной заслонки происходит временное обогащение горючей смеси. Для предотвращения ее ненужного переобогащения между карбюратором и впускным трубопроводом устанавливают ограничитель разрежения. Принцип его работы заключается в том, что на режиме ПХХ под действием высокого разрежения открывается впускной клапан и во впускной трубопровод поступает дополнительное количество воздуха.

При наличии ограничителя разрежения практически полностью прекращается выброс СО на режимах ПХХ и в несколько раз уменьшается количество канцерогенных веществ. Однако на этих режимах наблюдают повышенное содержание СН в отработавших газах.

Использование приставок обеспечивает снижение расхода масла в изношенных двигателях до 15...20%.

Применение ограничителей разрежения позволяет уменьшить содержание СО и альдегидов, расход моторного масла, нагарообразование в двигателе и устранить хлопки в глушителе на режиме ПХХ.

Работа автомобильного двигателя с ограничителем разрежения сопровождается повышенным содержанием СН и ОГ на режимах ПХХ, что связано с поступлением в цилиндры двигателя топливной пленки, оставшейся на стенках впускного трубопровода от предыдущих рабочих циклов. Попадая в цилиндры двигателя, в которых не происходит сгорание топлива, она в дальнейшем вы-

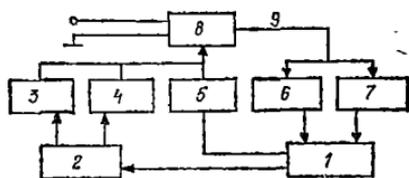


Рис. 6. Функциональная схема экономайзера ПХХ карбюратора К-90:

1 — карбюратор; 2 — двигатель; 3 — датчик частоты вращения коленчатого вала; 4 — датчик положения дроссельной заслонки; 5 — датчик температуры охлаждающей жидкости; 6, 7 — электромагнитные клапаны; 8 — электронный блок управления; 9 — соединительный кабель

брасывается в выпускную систему в виде несгоревших СН.

Наиболее эффективный путь экономии топлива на режиме ПХХ связан с полным прекращением подачи топлива. В современных карбюраторах эту функцию выполняют экономайзеры ПХХ с электронным управлением. Их конструктивные решения и принципы действия весьма многообразны.

Для двигателей автомобилей семейства ЗИЛ Московским карбюраторным заводом совместно с НИИАТ (Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта) разработан экономайзер ПХХ, принцип действия которого основан на полном прекращении подачи топлива путем перекрытия каналов. Функциональная схема этого экономайзера показана на рис. 6. Он содержит два электромагнитных клапана 6 и 7, электронный блок 8, датчик частоты вращения коленчатого вала 3, датчик положения дроссельной заслонки 4, датчик температуры 5 и соединительный кабель 9.

Перекрытие каналов холостого хода в карбюраторе К-90 производится двумя самостоятельными электромагнитными клапанами 6 и 7, управление которыми осуществляется по двум командным параметрам: от датчика 3 частоты вращения коленчатого вала и от датчика 4 положения дроссельной заслонки.

Применение экономайзера ПХХ улучшает топливную экономичность автомобиля ЗИЛ-130 на 1,5...2% и в 2,1 раза уменьшает выброс СО в период единичного его замедления.

Надежная работа экономайзера ПХХ равноценна, а в некоторых случаях и превышает срок службы основных дозирующих систем карбюратора. Выход системы ПХХ из строя не ухудшает эксплуатационных показателей при работе двигателя на остальных режимах.

Регулировать электронную часть экономайзера ПХХ в условиях эксплуатации не требуется. Традиционную регулировку карбюратора на режимах минимальной

частоты вращения коленчатого вала производят по тем же параметрам, которые рекомендованы отраслевыми и заводскими инструкциями по эксплуатации базовых автомобилей.

Применение экономайзера с электронным управлением на двигателях ЗИЛ вместе с тем позволяет эффективно решить трудную задачу диагностирования технического состояния двигателя. Электронная схема экономайзера является, по существу, встроенным диагностическим элементом, а сам экономайзер спроектирован и изготовлен с учетом требований повышения приспособляемости систем питания к диагностированию.

Такие экономайзеры применяют на легковых автомобилях «Жигули» ВАЗ-2105 и ВАЗ-2107; на которых устанавливают карбюраторы типа «Озон». Датчик положения дроссельной заслонки выполнен в виде микропереключателя с механическим приводом от дросселя карбюратора. Экономия топлива в городских условиях эксплуатации может достигать 3%.

**Сопротивление движению автомобиля.** Заметное влияние на расход топлива оказывает сопротивление качению автомобиля, зависящее от конструкции и массы автомобиля, скорости движения, состояния дороги, конструкции и давления воздуха в шинах.

При движении грузового автомобиля средней грузоподъемности по горизонтальной дороге с наиболее экономичной скоростью 60 км/ч удельный вес основных составляющих топливного баланса может быть представлен следующим образом: двигатель 30%, сопротивление качению (шины) 28%, аэродинамическое сопротивление 24%, вспомогательные агрегаты 8%, трансмиссия 10%.

Автомобильные шины радиальной конструкции обеспечивают меньшим сопротивлением качению и обеспечивают снижение расхода топлива от 5 до 10%.

Все более широкое распространение получают широкопрофильные шины, для которых в определенных условиях эксплуатации характерны минимальные потери на качение. Вообще, использование специальных шин на автомобильном транспорте становится важным резервом экономии топлива. В настоящее время применяют преимущественно шины с универсальным рисунком протектора. Совершенствование конструкции шин, снижающее затраты на качение только на 15...20%, обеспечивает снижение расхода топлива в среднем на 3...5%.

Сопротивление качению в значительной степени зависит от давления воздуха в шинах. Применение более жестких шин уменьшает расход топлива, но одновременно вызывает повышенные динамические нагрузки на элементы трансмиссии и дорожное полотно.

Преодоление подъема с точки зрения энергетических затрат аналогично увеличению сопротивления качению.

Для трогания автомобиля с места и его разгона необходимы дополнительные затраты мощности на преодоление сил инерции. Понятно, что чем больше запас мощности, используемый на преодоление сил инерции, тем быстрее возрастает скорость автомобиля.

**Аэродинамическое сопротивление.** На аэродинамическое сопротивление при движении легкового автомобиля по горизонтальной дороге с экономичной эффективной скоростью 80 км/ч расходуется 65% всей энергии. Остальные 35% идут на преодоление сопротивления качению и механические потери. В городских же условиях энергетические затраты на 55% связаны с ускорениями автомобиля, 32% падает на сопротивление качению, а 13% на аэродинамическое сопротивление.

Аэродинамическое сопротивление у магистральных автопоездов на 80% складывается из лобового сопротивления и сопротивления, связанного с наличием обширных зон отрицательного давления, возникающих сзади кабины и полуприцепа. Применение обтекателя на 30% сокращает суммарную величину коэффициента обтекаемости автопоезда.

Автомобильной промышленностью разработано восемь разновидностей обтекателей: плоские, клиновидные, конические, выпуклые, вогнуто-выпуклые и др. Универсальная конструкция обтекателей позволяет устанавливать их на всех отечественных автомобилях-фургонах и автопоездах семейств ГАЗ, ЗИЛ и КамАЗ.

Многочисленные экспериментальные исследования обтекателей на автомобилях КамАЗ и МАЗ при скорости движения 60...65 км/ч (обычной для магистралей страны) показали, что их применение обеспечивает снижение расхода топлива на 4...5%. Даже такие простейшие мероприятия, как применение брезента в качестве покрытия на платформе бортового автомобиля, дает экономию топлива до 1,5...2,5%.

Промышленное производство аэродинамических обтекателей организовано на Белорусском и Камском авто-

мобильных заводах, но их можно изготовить и силами автотранспортных предприятий. Заслуживает внимания опыт предприятий территориального объединения «Главленавтотранс» Минавтотранса РСФСР, оснастивших обтекателями автопоезда на междугородных трассах. Применение простейших щитовых обтекателей обеспечило снижение расхода топлива на 4%.

При установке багажника на крыше легкового автомобиля сопротивление воздушной среды возрастает на 25...40%. Согласно результатам, полученным польскими специалистами, при большой высоте груза на багажнике расход топлива увеличивается до 30%. Даже пустой багажник ведет к увеличению расхода топлива до 5%.

### 3. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ТОПЛИВ

Физико-химические свойства автомобильных топлив и регулировочные параметры двигателей должны быть связаны теснейшим образом. К основным характеристикам автомобильных топлив относят: октановое или цетановое число, фракционный состав, плотность и температуру полного его испарения.

Для автомобильных бензиновых двигателей со степенью сжатия 6,2...6,7 необходим бензин с октановым числом (ОЧ) 70...76. С целью предотвращения детонации применяют различные присадки-антидетонаторы. Наибольшее распространение получил тетраэтилсвинец (ТЭС), применяемый уже свыше 50 лет. Современные высокооктановые этилированные бензины содержат ТЭС в количестве 0,15...0,85 кг/м<sup>3</sup>.

При сгорании этилированных бензинов 50...75% соединений свинца, находящегося в топливе, выбрасываются вместе с ОГ в виде различных свинцовых соединений. Так как размер этих частиц меньше 1 мкм, то они остаются взвешенными в воздухе, проникают в организм человека, оседают на почву и растительность.

Один грузовой автомобиль средней грузоподъемности выделяет 2,5...3 кг свинцовых соединений в год. Около 50% этих соединений осаждается вблизи транспортных магистралей. Применение этилированного бензина через 25...30 тыс. км вызывает отложение нагара в камере сгорания, сопровождающееся увеличением выброса СН до 15%.

При этом следует обратить внимание и на другой аспект применения ТЭС. Установлено, что тончайшая пленка свинца на стенках камеры сгорания и седлах клапанов предохраняет их от коррозии и износа.

Поиски нетоксичного антидетонатора заставили обратить внимание на соединения марганца. В нашей стране работы, связанные с созданием антидетонатора на основе соединений марганца (ЦТМ), выполнены под руководством академика А. Н. Несмеянова.

Однако при длительной эксплуатации на бензине с ЦТМ на свечах откладывается нагар, вызывающий перебои в работе двигателя. При регулярном обслуживании системы зажигания эти перебои исчезают. Применение специальных свечей зажигания устраняет явление нагарообразования на электродах свечей.

**Метанол.** Для улучшения антидетонационных свойств бензинов и расширения номенклатуры топливно-энергетических ресурсов в последнее время на автомобильном транспорте стали в качестве добавки к низкооктановым бензинам применять метанол.

Метанол представляет собой топливо не нефтяного происхождения. Его получают преимущественно из природного газа и древесной массы. В дальнейшем по мере совершенствования технологии получения метанола возможны и другие источники сырья, например биомасса. Промышленные способы получения метанола (метилового спирта) экономически недостаточно эффективны.

Метанол ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) представляет собой бесцветную жидкость, легко растворимую в воде. Температура его замерзания составляет  $-97,8^\circ\text{C}$ , температура кипения  $65^\circ\text{C}$ , плотность  $800\text{ кг/м}^3$ , температура самовоспламенения  $467^\circ\text{C}$ , а у бензинов  $222^\circ\text{C}$ . Октановое число составляет 105...110 ед. Метанол можно хранить и транспортировать в таких же емкостях и теми же способами, как и бензин.

К достоинствам метанола относят высокую теплоту испарения, обеспечивающую эффект внутреннего охлаждения двигателя, что позволяет применять высокие степени сжатия без опасения детонации. Обычно присадка метанола составляет 15%, и тогда смесь имеет марку БМ-15. Метанол можно подавать как через самостоятельный дозатор, так и смешивать с бензином.

Применение бензо-метаноловых смесей позволяет использовать серийную аппаратуру карбюраторных двига-

телей с минимальными переделками, в частности обязательна замена традиционных пластмассовых деталей, с которыми соприкасается смесь. Применение метанола повышает экономичность работы двигателя на малых и средних нагрузках соответственно на 7 и 3%. На режимах больших нагрузок расход топлива уменьшается на 1,5...2%.

Температура ОГ двигателей, работающих на бензо-метаноловой смеси, на 30...60° С ниже, чем у обычных двигателей.

Вместе с тем применение метанола имеет ряд недостатков. Он токсичен, вызывает коррозию металла, ухудшает пусковые качества двигателя. Окончательное решение в пользу широкого применения метанола в качестве топлива или его присадок к бензину будет получено по результатам широких эксплуатационных испытаний.

**Впрыск воды.** Подача воды в двигатель с целью повышения антидетонационных свойств горючей смеси является одним из наиболее заманчивых и доступных направлений. Механизм действия воды на процессы смесяобразования и рабочий процесс двигателя достаточно известен и связан прежде всего с охлаждением заряда рабочей смеси и деталей цилиндра-поршневой группы.

Вода обладает высокой теплотой испарения, равной 530 ккал/кг, а бензин — только 75...80 ккал/кг. Она не участвует непосредственно в процессе сгорания; но ее пары, обладая большой теплоемкостью, оказывают существенное влияние на скорость сгорания рабочей смеси, температуру и давление рабочего цикла. Антидетонационный эффект воды складывается из трех основных факторов: охлаждение заряда рабочей смеси, охлаждение цилиндра и его деталей и действие водяного пара как инертной среды на рабочий процесс.

Добавка воды к топливу снижает тепловые нагрузки и содержание окислов азота, повышает коэффициент наполнения. Подача воды в количестве 10% от расхода топлива эквивалентна повышению октанового числа бензина на 2...3 ед.

Реализация подачи воды во впускной трубопровод с технической точки зрения не представляет особых трудностей, и автолюбители для подобных целей используют различные простейшие устройства. Однако следует иметь в виду, что простое добавление воды к бензину,

на который рассчитан двигатель, не дает никакого положительного эффекта. Наоборот, добавка воды в количестве 15...20% ухудшает топливную экономичность автомобилей ЗИЛ-130 и «Москвич-2140» на 20...25%.

Более перспективно использование приготовленных водно-топливных эмульсий. Для повышения их стабильности применяют поверхностно-активные вещества (ПАВ). Концентрацию ПАВ ограничивают по соображениям нагарообразования, образования различных отложений в двигателе и стоимости присадок. Водно-топливные эмульсии с содержанием воды до 25% могут иметь ПАВ в количестве 1%. Работы по применению водно-топливных эмульсий находятся в стадии широких экспериментальных исследований.

#### 4. ВЫБОР И ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОНОМИЧНЫХ РЕГУЛИРОВОК АВТОМОБИЛЯ

**Система питания автомобильных двигателей.** В процессе продолжительной эксплуатации вследствие отложения смол, нагарообразования на жиклерах, клапанах и других причин характеристики дозирующих элементов карбюратора постепенно изменяются, нарушая взаимодействие его основных элементов и систем. Типичными регулировками карбюратора являются: уменьшение пропускной способности топливных и воздушных жиклеров, изменение уровня топлива в поплавковой камере, нарушение герметичности поплавка, клапана подачи топлива или клапана экономайзера, изменение производительности ускорительного насоса, плотности прилегания дроссельной заслонки и нарушение работы системы холостого хода. Регулировкой карбюратора воздействуют на зависимость основных параметров двигателя от состава горючей смеси, приготавливаемой карбюратором.

**Система холостого хода современных карбюраторов** обеспечивает изменение состава горючей смеси в широких пределах. Неправильная регулировка в условиях АТП значительно увеличивает выброс вредных веществ при одновременном ухудшении топливной экономичности на 1...1,5%.

Продолжительность работы грузового автомобиля на холостом ходу в городских условиях эксплуатации составляет 16...17%, а у легковых автомобилей, например такси, достигает 35%.

Система холостого хода относится к числу наиболее нестабильных систем карбюратора. Ее дефекты приводят к переобогащению или к переобеднению горючей смеси, а нарушение регулировки сопровождается изменением частоты вращения коленчатого вала.

Так, расход топлива, приходящийся на исправную систему холостого хода, для грузовых автомобилей составляет 11...13% от общего баланса потребляемого топлива, а в случае ее нарушения достигает 18...20%. Для легковых автомобилей малого класса этот расход составляет 14...15%. Система холостого хода уже при наработке 8...9 тыс. км значительно изменяет первоначальные (установочные) параметры. Например, переобогащение горючей смеси связано с увеличением расхода топлива до 4%.

Нарушение первоначальной регулировки системы происходит из-за самопроизвольного изменения положения винта качества горючей смеси, засмоления выходных каналов холостого хода, а также изменения правильного положения дроссельной заслонки.

- Работа двигателя на обедненной или переобедненной горючей смеси протекает неустойчиво и сопровождается повышенными вибрациями. Кроме того, ухудшаются динамические качества автомобиля и удобство управления им, что снижает топливную экономичность и безопасность дорожного движения. Именно поэтому регулировать систему холостого хода карбюраторов на обедненную горючую смесь крайне нежелательно. Это повышает расход топлива на 1,5%.

Современные многокамерные карбюраторы отличаются сложной системой холостого хода, представляющей определенные трудности при проведении регулировочных работ. В многокамерных карбюраторах с параллельным открыванием дроссельных заслонок эти трудности связаны с необходимостью обеспечения одинакового количества и качества дозирования топлива отдельными системами холостого хода.

Для поддержания системы холостого хода карбюраторов в надлежащем состоянии необходимо при каждом ТО-2 обязательно проводить контрольные проверки и в случае необходимости выполнять соответствующие регулировочные операции. У двухкамерных карбюраторов с параллельным открыванием дроссельных заслонок регулировку системы холостого хода необходимо выпол-

нять в такой последовательности. Перед регулировкой завернуть в обеих камерах винты качества горючей смеси до упора, а затем отвернуть на 3,5 оборота. Пустить двигатель и в одной из камер винтом упора установить минимальную величину открытия дроссельной заслонки, обеспечивающую устойчивую работу двигателя. Затем обеднить горючую смесь, заворачивая винты качества сначала на  $1/2$  оборота, а затем на  $1/4$  оборота до тех пор, пока двигатель начнет работать с заметными перебоями. После этого несколько обогатить горючую смесь, поворачивая винт качества до устойчивой работы двигателя. Затем аналогичную регулировку провести для системы холостого хода второй камеры.

После регулировки состава горючей смеси измерить с помощью тахометра частоту вращения коленчатого вала на холостом ходу и в случае необходимости винтом упора довести ее до величины, рекомендуемой заводами-изготовителями. В заключение измерить содержание СО в ОГ, которое не должно превышать 1,5% при работе двигателя с минимальной частотой вращения коленчатого вала. Если карбюратор отрегулирован правильно, то при резком открытии дроссельной заслонки двигатель должен работать без «провалов», а при сбросе газа не должен глохнуть.

В настоящее время разработаны системы холостого хода, не требующие регулировки в сторону обогащения. Такая система, например, использована в карбюраторе «Озон», устанавливаемом на автомобилях семейства ВАЗ. Для обеспечения в производстве эффективной подстройки и идентичности характеристик в зоне малых нагрузок в систему холостого хода дополнительно введено два винта.

С помощью одного из них регулируют необходимый состав горючей смеси, а с помощью второго — ограничивают минимальную величину открытия дроссельной заслонки. В эксплуатационных условиях эти винты трогать не рекомендуется.

На эксплуатационный винт качества горючей смеси холостого хода в этом карбюраторе надето резиновое кольцо, предотвращающее неконтролируемый подсос воздуха из атмосферы, а также ограничительный колпачок, позволяющий водителю изменять состав смеси на режимах холостого хода только в сторону его обеднения. Введение ограничительного колпачка исключает

повышенный выброс вредных веществ, так как перерегулировка системы холостого хода возможна только на станциях технического обслуживания.

**Ускорительный насос** оказывает заметное влияние на эксплуатационные качества автомобиля. Единственная его характеристика — максимальная производительность, определяемая за 10 полных ходов поршня при темпе 20 открываний в минуту.

Большинство конструкций ускорительных насосов с увеличением наработки существенно изменяют свои первоначальные параметры. А ведь производительность ускорительного насоса настолько важный эксплуатационный параметр, что регламентирован техническими условиями заводов-изготовителей. Автомобильные заводы в настоящее время сознательно завышают производительность ускорительного насоса с таким расчетом, чтобы и к концу службы карбюратора получать удовлетворительную характеристику.

Превышение производительности ускорительного насоса в 2...2,5 раза относительно оптимального значения сопровождается увеличением расхода топлива в городских условиях эксплуатации до 1...1,3%. Такое необоснованное обогащение горючей смеси на режимах разгона приводит к увеличению выброса СО на 1,6...2,1 % и СН в 1,5...2 раза.

В процессе испытаний легкового автомобиля по ездовому циклу ускорительный насос срабатывает 7 раз, величина перемещения дроссельной заслонки не превышает 50% от максимальной (полного открытия), доля топлива, приходящаяся на эту систему, составляет 5...10% от общего количества.

Производительность ускорительных насосов необходимо проверять на специальном приборе НИИАТ-577Б два раза в год. При регулировке количества топлива, подаваемого ускорительным насосом, необходимо уменьшать до значений, обеспечивающих необходимые ускорения и удовлетворительные динамические качества, а также уменьшение расхода топлива до 0,9...1,1%.

Наличие эксплуатационных износов в системе привода ускорительного насоса нарушает закон подачи топлива. Так, зазор в его приводе 1 мм соответствует запаздыванию действия ускорительного насоса на 5° по углу поворота дроссельной заслонки карбюратора.

В эксплуатационных условиях износы достигают 3,5 мм, что приводит к перерасходу топлива до 1%.

У всех ускорительных насосов карбюраторов, сдаваемых в капитальный ремонт, производительность понижена. В зависимости от модели количество карбюраторов, соответствующих техническим условиям заводов-изготовителей, составляет всего 10...40%. В случае неудовлетворительного состояния ускорительного насоса расход топлива увеличивается на 2...3%, что связано с заметным ухудшением динамических качеств автомобиля.

**Экономайзер рабочих режимов.** Расход топлива, проходящий на эту систему в условиях реального движения, составляет 24...32%. Система экономайзера, состоящая из клапана и его привода, обогащает горючую смесь при полном (или близком к этому) открытии дроссельной заслонки. Если система не имеет привода, то ее называют эконоостатом. Характерная неисправность эконоостата связана с закоксовыванием его распылителя и уменьшением производительности топливного жиклера.

Герметичность клапана экономайзера, момент его включения, а также производительность жиклера оказывают заметное влияние прежде всего на мощностные и экономические качества. Наиболее распространенный дефект экономайзера — негерметичность клапана приводит на режимах малых и средних нагрузок к повышенному расходу топлива до 6...8%. Такая негерметичность не редкость и для новых карбюраторов, число которых может достигать 20...25% от контрольной партии. Именно поэтому в процессе ТО и ТР необходимо обращать особое внимание на состояние клапана экономайзера, проверяя его на приборе НИИАТ-528М.

Очень важный параметр — момент включения клапана. Его более раннее включение даже на величину 0,8 мм существенно обогащает горючую смесь на режимах малых и средних нагрузок, что крайне нежелательно. Расход топлива в этом случае повышается на 4...5%. Позднее включение клапана экономайзера ухудшает топливную экономичность на 3...5%.

**Главная дозирующая система** в значительной мере предопределяет экономические показатели автомобиля. Характерно, что в процессе эксплуатации ее дозирующие элементы не изнашиваются, только в некоторых

случаях наблюдается отложение нагара или осмоление жиклеров.

Технологический допуск на изготовление топливных жиклеров главной дозирующей системы грузовых автомобилей составляет 3%, а допуск расхода топлива на нагрузочных режимах (наиболее характерных для реальных условий эксплуатации) достигает 6...8%. Таким образом, уже на стадии производства карбюраторов предусмотрены неоправданно завышенные потери топлива. Величина разброса топливно-экономических характеристик автомобиля средней грузоподъемности составляет 11...12%. Наиболее распространенные дефекты системы — заусенцы на диффузорах карбюратора, а также нарушения геометрических параметров топливных и эмульсионных каналов. Повышение культуры производства и технической эксплуатации может обеспечить уменьшение расхода топлива до 6...8% с последующим его снижением до 2...3%.

**Система зажигания автомобильных двигателей.** Наиболее существенное влияние на эксплуатационные свойства автомобиля оказывает величина угла опережения зажигания. Поэтому на АТП контроль и регулировку этой системы необходимо проводить по технологии, идентичной или близкой к той, которая принята на заводах-изготовителях.

Отклонение угла опережения зажигания на  $12^\circ$  в сторону уменьшения от номинального значения (позднее зажигание) приводит к увеличению расхода топлива на постоянных режимах работы на 12...25%, а в реальных условиях эксплуатации на 6...7%. Отклонение угла опережения зажигания в сторону увеличения (раннее зажигание) ухудшает топливную экономичность на постоянных режимах до 5...10%, а в реальных условиях эксплуатации — до 4...5%.

На АТП и СТОА регулировку угла опережения зажигания целесообразно проводить при испытаниях автомобиля на динамометрическом стенде в режиме максимального крутящего момента. Регулировку производят, поворачивая корпус распределителя зажигания до получения на данном режиме максимального крутящего момента или максимальной мощности.

Правильная регулировка автоматов опережения зажигания оказывает заметное влияние на расход топлива. При движении автомобиля с более высокими скоро-

стями с целью снижения расхода топлива угол опережения должен быть ранним. В современных системах зажигания увеличение угла производит центробежный автомат опережения зажигания. Неисправность этого автомата сопровождается ухудшением топливной экономичности на 3...5%, а неисправность вакуумного автомата на 2...4%.

Нарушение регулировочных зазоров между контактами прерывателя вызывает увеличение расхода топлива на 2...4%. Поэтому в процессе эксплуатации необходимо следить за состоянием контактов, не допуская их обгорания и загрязнения.

Малые искровые промежутки между электродами свечей вызывают появление регулярных пропусков зажигания, что сопровождается увеличением расхода топлива на 2...2,5%.

Работающая с регулярными перебоями свеча зажигания четырехцилиндрового карбюраторного двигателя приводит к увеличению расхода топлива до 7%. Одна неработающая свеча у восьмицилиндрового двигателя ухудшает топливную экономичность автомобиля ЗИЛ-130 при движении с постоянной скоростью 60 км/ч на 15...20%.

**Механизм газораспределения.** Увеличение регулировочного зазора между штангой и коромыслом впускных клапанов на 0,1 мм вызывает нарушение фаз газораспределения. Для двигателей семейства ЗИЛ и ГАЗ такому зазору соответствует отклонение угла п. к. в. на 8...9°.

Нарушение фаз газораспределения приводит к уменьшению коэффициента наполнения двигателя и росту коэффициента остаточных газов. Все это вызывает уменьшение мощности двигателя на 3...4% и сопровождается увеличением расхода топлива. С ростом зазора расход топлива возрастает на 5...7%, а с уменьшением — на 1,5...2%. Повышенный износ кулачка распределительного вала механизма газораспределения сопровождается увеличением расхода топлива на 5...6%.

**Ходовая часть автомобиля.** Правильная регулировка ходовой части автомобиля также оказывает заметное влияние на расход топлива. Обычно ее техническое состояние определяют по величине свободного качения автомобиля на горизонтальной дороге со скорости 50 км/ч до полной остановки. Для грузовых автомоби-

величина должна составлять не менее м, а легковых — 400...450 м.

Схождение колес автомобиля наиболее важный эксплуатационный параметр, оказывающий заметное влияние на расход топлива, устойчивость и износ шин передних колес. Влияние углов установки управляемых колес на расход топлива связано с изменением сопротивления качению. Влияние схождения управляемых колес на расход топлива связано с изменением сопротивления качению. Увеличение схождения с 6 до 15 мм уменьшает свободный выбег автомобиля ЗИЛ-130 до 30...40%. При невысоких скоростях движения (до 50 км/ч) такие нарушения регулировки сопровождаются увеличением расхода топлива на 14...18%, а при скорости движения свыше 50 км/ч — до 10%.

Продолжительная эксплуатация автомобиля приводит к изменению технического состояния переднего моста и привода рулевого механизма. Перемещение конца рычага рулевого привода на 0,1 мм сверх норматива ведет к изменению углов установки управляемых колес на 0,5 мм. В процессе эксплуатации максимальные величины установки управляемых колес грузовых автомобилей изменяются от минус 12 мм до плюс 16 мм. Количество автомобилей с неправильно отрегулированными параметрами схождения колес составляет значительную величину.

По характеру износа протектора шин косвенно можно судить и о регулировке правильного схождения управляемых колес. Износ наружной стороны протектора шин свидетельствует о том, что схождение колес велико, а износ внутренней стороны указывает на то, что схождение недостаточное.

Величина схождения управляемых колес зависит от типа автомобиля и применяемых шин. Для большинства легковых автомобилей она составляет 1...2 мм, а для грузовых — 5...8 мм.

Регулировку схождения колес по наружным боковым поверхностям шин производят на специальных стендах, но сначала находят точки равного бокового биения колес и располагают их в горизонтальной плоскости. Несоблюдение этого условия связано с неправильной регулировкой величины схождения.

Подшипники колес должны быть отрегулированы так, чтобы последние вращались свободно, без заедания

и нагревания подшипников. Но нельзя допускать также заметных люфтов и качаний колеса на подшипниках. Колесо должно вращаться строго в одной плоскости.

Особое внимание следует уделять регулировке тормозов. Они должны надежно и равномерно тормозить все колеса автомобиля, но при отпущенном тормозе колодки не должны иметь легкого касания с тормозными барабанами. Даже малейшее трение колодок о барабаны неизбежно ведет к нагреву тормозов, увеличению сопротивления качению, сопровождающихся ростом расхода топлива на 4...5%.

**Трансмиссия.** Заметное влияние на расход топлива оказывают техническое состояние и регулировочные параметры трансмиссии. Увеличение зазора в сопряжениях главной передачи связано с ростом потерь, сопровождающимся дополнительным расходом топлива. Чрезмерная затяжка подшипников главной передачи, неправильный зазор между зубьями главной передачи и дифференциала также вызывают перерасход топлива в пределах 2...4%. Поэтому на АТП технологический процесс текущего ремонта главной передачи должен осуществляться в строгом соответствии с рекомендациями заводов-изготовителей.

---

## Глава 4.

### **ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЯ НА РАСХОД ТОПЛИВА**

---

Техническое состояние автомобиля и в особенности двигателя, трансмиссии и ходовой части оказывает заметное влияние на расход топлива. Около 30% подвижного состава имеют повышенный расход топлива из-за различных технических неисправностей или недостаточной квалификации технического персонала и водителей.

Увеличение наработки автомобиля неизбежно связано с закономерным изменением основных регулировочных параметров двигателя и технического состояния его узлов и систем, влияющих на стабильность и качество

дозирования топлива, на воспламенение горючей смеси и расход топлива.

Отказы по основным агрегатам и системам автомобиля, влияющие на расход топлива, распределяются следующим образом: система питания 30%, двигатель 28%, система зажигания 26% и трансмиссия 16%.

Двигатель — один из наиболее ненадежных агрегатов автомобиля. Отказы и неисправности его основных элементов и систем снижают эффективность выходных параметров автомобиля. В зависимости от характера неисправностей и функциональных особенностей этих систем увеличение расхода топлива может достигать 30%.

Характерные неисправности и разрегулировки, а также типичные причины их появления в работе автомобильных двигателей связаны с затруднением пуска холодного и прогретого двигателя, неустойчивой работой двигателя на холостом ходу, недостаточной мощностью двигателя и повышенным расходом топлива.

Одна из основных причин перерасхода топлива — недостаточный уровень технического состояния и обслуживания автомобилей, особенно систем питания и зажигания.

Только технически исправный и надлежащим образом отрегулированный автомобиль может обеспечить высокую степень эффективного использования топлива. Неплотность прилегания выпускных клапанов и нарушение регулировочных зазоров в клапанном механизме являются прямым следствием возрастания концентрации СН и расхода топлива.

Квалифицированные водители особое внимание обращают на техническое состояние автомобиля и очень требовательны к своевременному и качественному проведению ТО и ТР. Все это обеспечивает снижение расхода топлива на 5...10%.

Техническое состояние ходовой части и трансмиссии определяют по комплексному показателю — выбегу автомобиля. Различные эксплуатационные неисправности этих систем сопровождаются дополнительной нагрузкой двигателя при выполнении одинаковой транспортной работы.

В табл. 7 приведены характерные неисправности автомобиля и двигателя, влияющие на расход топлива.

**Система питания карбюраторных двигателей.** Нарушение правильной работы системы питания связано

Таблица 7

Узлы и системы автомобиля (двигателя)	Характер неисправности	Частота появления дефекта, %	Перерасход топлива, %
Карбюратор	Увеличение производительности главных топливных жиклеров на 10%	12...15	4...5
	Уменьшение пропускной способности воздушных жиклеров главной дозирующей системы на 10%	8...12	1,5...2,5
	Нарушение регулировки системы холостого хода:		
	переобогащение горючей смеси	60...75	1,7...2,3
	переобеднение горючей смеси	8...10	1,0...1,5
	Негерметичность клапана экономайзера	60...70	6...8
	Неисправность привода экономайзера:		
	раннее включение	34...54	4...6
	позднее включение	25...37	3...5
	Нарушение уровня топлива в поплавковой камере:		
	снижение уровня на 3 мм	15...20	4...6
	повышение уровня на 2 мм	33...42	2...3
	Нарушение регулировки ускорительного насоса:		
	повышение производительности в 2...3 раза выше оптимальной	30...80	0,8...1,1
уменьшение производительности в 2 раза по сравнению с оптимальной	10...20	0,6...0,9	
Износ (увеличение зазоров до 3 мм) в приводе ускорительного насоса	80...85	1,0...1,1	
Воздушный фильтр	Повышение гидравлического сопротивления фильтра в 1,5...2 раза	75...80	6...8
	Повышение уноса масла из ванны фильтра в двигатель	65...70	—

Узлы и системы автомобиля (двигателя)	Характер неисправности	Частота появления дефекта, %	Перерасход топлива, %
Система зажигания	Нарушение величины угла опережения зажигания:		
	раннее зажигание на 12°	50...55	4,5...5
	позднее зажигание на 12°	35...42	6...7
	Обгорание или загрязнение контактов прерывателя	26...40	5...8
	Нарушение регулировки зазора между контактами прерывателя:		
	в сторону увеличения зазора на 0,1 мм	18...26	1...2
	в сторону уменьшения зазора на 0,1 мм	22...37	3...4
	Неисправности автоматов опережения зажигания, вызывающие изменение угла опережения зажигания:		
	вакуумного на 6°	28...35	2...5
	центробежного на 4°	15...30	2...4
Свеча зажигания	Отложение нагара на электродах свечи зажигания	25...35	1,5...2
	Нарушение зазора между электродами свечи:		
	в сторону увеличения	15...20	0,8...1,5
	в сторону уменьшения	17...28	1,8...2
	Работа свечи зажигания четырехцилиндрового двигателя с перебоями	8...10	7...8
	Отключение одной свечи зажигания восьмицилиндрового двигателя	12...18	15...20
Цилиндро-поршневая группа двигателя	Снижение величины компрессии в цилиндрах двигателя на 25%	15...18	10...12
	Нарушение зазора между штангой и коромыслом на 0,1 мм:		
Механизм газораспределения	в сторону увеличения	18...27	5...7
	в сторону уменьшения	18...22	1,5...2

Узлы и системы автомобиля (двигателя)	Характер неисправности	Частота появления дефекта, %	Перерасход топлива, %
Агрегаты автомобиля	Чрезмерная затяжка подшипников главной передачи, ступиц колес и тормозных барабанов	30...50	16...18
	Уменьшение давления воздуха в шинах против оптимальной величины на:		
	10...15%	25...35	3,5...4,0
	20...25%	10...15	8...9
	Нарушение регулировки сцепления	20...24	1...1,5
	Отклонение от нормы схождения передних колес на величину 1 мм	45...60	3...4
Понижение температуры охлаждающей жидкости на каждые 10°C	10...70	1,8...2,0	

прежде всего с изменением технического состояния карбюратора, агрегатов очистки топлива и воздуха, бензинового насоса, топливопроводов и бензинового бака.

Характерными неисправностями агрегатов очистки топлива и воздуха являются увеличение гидравлического сопротивления и снижение пропускной способности, а также ухудшение качества фильтрования.

Неплотности крепления впускного трубопровода и карбюратора вызывают дополнительный неконтролируемый подсос воздуха и нарушают работу двигателя на режимах малых нагрузок и особенно на холостом ходу.

**Система холостого хода.** На автомобильном транспорте ограничение токсичности ОГ осуществляют в основном, снижая содержание в них CO, которое достигает максимального значения при работе двигателя на холостом ходу и на режимах ускорения автомобиля. Режимы холостого хода — это предельный случай дросселирования двигателя. Коэффициент наполнения двигателя при этом составляет 0,18...0,2, а коэффициент остаточных газов — 0,25...0,35. Отмеченные особенности связаны с необходимостью обогащения горючей смеси.

В процессе эксплуатации 60...75% карбюраторов дают переобогащенный состав горючей смеси при рабо-

Таблица 8

Модель автомобиля	Контролируемые параметры			
	Частота вращения коленчатого вала, об/мин	Расход топлива, кг/ч, не более	Содержание СО в ОГ, %	
			ГОСТ 17.2.2.03 — 77	Оптимальная величина
«Жигули» ВАЗ-2105	750	0,52	1,5	0,7...1,0
«Москвич-2140»	800	0,60	1,5	0,9...1,2
«Волга» ГАЗ-3102	550	0,75	1,5	0,7...0,75
«Волга» ГАЗ-24	550	0,80	1,5	0,8...1,1

те двигателя на минимальной частоте вращения, что сопровождается перерасходом топлива на 1,7...2,3%. Количество карбюраторов, эксплуатирующихся с переобедненным составом горючей смеси, составляет всего 8...10% и сопровождается перерасходом топлива на 1...1,5%. В случае неправильной регулировки системы холостого хода выброс продуктов неполного сгорания СО и СН увеличивается на 35...40% и 30...35% соответственно.

Наблюдениями за работой системы холостого хода в условиях АТП установлено, что для выполнения требований ГОСТ 17.2.2.03—77 регулировку карбюратора по содержанию СО в ОГ во многих случаях ошибочно выполняют по нижнему пределу (0,3...0,5%). Однако при такой регулировке наблюдается ухудшение динамических качеств автомобиля, нарушается устойчивая работа двигателя и ухудшается удобство управления в целом. Для получения удовлетворительных эксплуатационных качеств легковых автомобилей систему холостого хода необходимо регулировать по содержанию СО в ОГ в соответствии с данными, приведенными в табл. 8.

Рекомендуемая регулировка системы холостого хода обеспечивает соблюдение требований ГОСТ 17.2.2.03—77 в период между плановыми техническими обслуживаниями. Более эффективными мероприятиями, обеспечивающими выполнение жестких предписаний по снижению токсичности ОГ, является создание карбюраторов со звуковыми скоростями течения горючей смеси на режимах холостого хода.

**Поплавковый механизм карбюратора.** В процессе продолжительной эксплуатации наиболее распространенной неисправностью этого механизма является повыше-

ние уровня топлива в поплавковой камере. Возникает она вследствие: нарушения работы клапана подачи топлива (неправильный ход иглы, негерметичность клапана, разрушение уплотнительных элементов), задевания поплавка о стенку поплавковой камеры, негерметичности или неправильной массы поплавка.

Количество карбюраторов, эксплуатирующихся с повышенным уровнем топлива в поплавковой камере, достигает 33...42%. А повышение уровня только на 2 мм сопровождается увеличением расхода топлива в городских условиях на 4%.

Понижение уровня топлива в поплавковой камере наблюдается в 15...20% случаев. Если уровень понизится на 3 мм, расход топлива возрастает до 6%.

**Ускорительный насос.** Практически все отечественные карбюраторы, за исключением семейства ВАЗ, имеют ускорительные насосы в виде взаимодействующих элементов поршень — направляющая. Принципиальным конструктивно-технологическим и эксплуатационным недостатком таких карбюраторов является заметное изменение первоначальной производительности насоса и наличие износов в подвижных элементах его привода.

Влияние максимальной производительности ускорительного насоса на расход топлива и выброс вредных веществ при испытании автомобиля по ездовому циклу показано на рис. 7. Превышение производительности насоса у новых карбюраторов в 2...2,5 раза выше оптимальных величин увеличивает расход топлива до 1...1,1%. Еще более существенно влияние увеличенной производительности на выброс вредных веществ. Такое необоснованное с точки зрения рабочего процесса обогащение горючей смеси на режимах разгона приводит к увеличению выброса продуктов неполного сгорания СО в 1,6...2,1 раза и СН в 1,5...2 раза.

Уменьшение производительности ускорительного насоса карбюратора К-88АМ с 20 до 10 см<sup>3</sup> снижает содержание СО в 2 раза и на 1,2...1,5% уменьшает расход топлива за период разгона автомобиля.

По мере увеличения наработки карбюратора уменьшение производительности ускорительного насоса связано с износом его поршня и направляющей в корпусе поплавковой камеры. В случае неоптимальной производительности насоса и нарушения закона подачи топлива

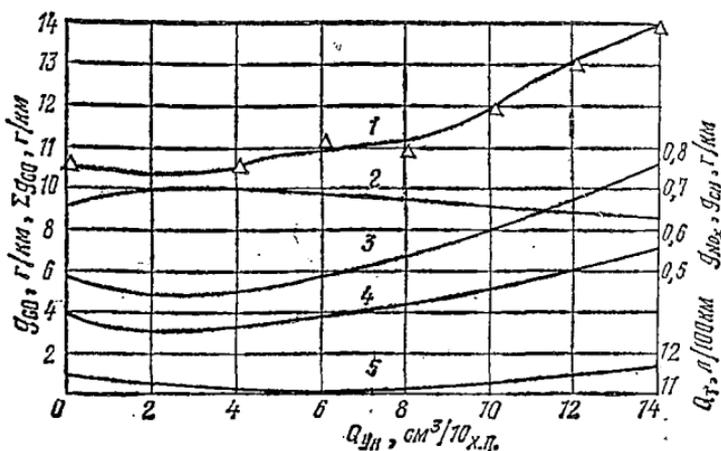


Рис. 7. Влияние максимальной производительности ускорительного насоса на расход топлива и выброс вредных веществ:

1 — суммарный выброс вредных веществ, приведенный к CO; 2 — CO; 3 — CH; 4 — NO; 5 — расход топлива

на режимах разгона автомобиль не получает необходимого ускорения, что оказывает существенное влияние на последующую фазу его движения — затягивание движения на низших передачах, ухудшение динамических качеств в целом. Совокупность отрицательных явлений при уменьшении производительности по сравнению с необходимой, например у карбюратора К-126Г, приводит к увеличению расхода топлива для автомобиля «Волга» ГАЗ-24 до 1,1%.

Понятно, что износы в системе ускорительного насоса заметно влияют на его производительность и поэтому у насосов с конструктивными элементами в виде поршень — направляющая она не может быть сохранена в процессе продолжительной эксплуатации. Наиболее же прогрессивные диафрагменные ускорительные насосы могут обеспечить более стабильную производительность.

Обычно все насосы карбюраторов перед сдачей их в капитальный ремонт характеризуются пониженной производительностью. В зависимости от конструкции и модели карбюратора количество ускорительных насосов, соответствующих техническим условиям заводов-изготовителей, составляет 15...40% (табл. 9).

Эксплуатационные износы в системе привода ускорительного насоса приводят к нарушению закона подачи

**Воздушные фильтры.** К любым воздушным фильтрам предъявляют три основных требования: эффективная очистка воздуха, минимальное гидравлическое сопротивление и минимальный унос моторного масла из ванны в двигатель.

В эксплуатационных условиях 65...70% инерционно-масляных воздушных фильтров не соответствуют ТУ по уносу моторного масла в двигатель, а их гидравлическое сопротивление уже при наработке 40...50 тыс. км на 45...55% выше предусмотренного заводами-изготовителями. При наработке 10 тыс. км в ванне (объемом 0,5 л) воздушного фильтра остаются только следы масла, а его унос способствует образованию в продуктах сгорания канцерогенных веществ.

Повышение гидравлического сопротивления воздушного фильтра ведет к нарушению регулировки карбюратора и переобогащению горючей смеси. При наработке фильтром свыше 100 тыс. км гидравлическое сопротивление увеличивается в два раза, что ведет к уменьшению расхода топлива до 6...7%. Выброс СО автомобилем средней грузоподъемности при скорости движения 40 км/ч увеличивается с 42 до 54 г/км, а количество СН возрастает с 6,5 до 8,1 г/км.

**Топливный насос.** С увеличением наработки топливный насос заметно изменяет первоначальные параметры. Через 150 тыс. км давление нагнетания и разрежение на всасывании, характеризующие состояние впускных и выпускных клапанов, уменьшаются до 30%. Максимальная производительность насоса Б-10Б, устанавливаемого на двигателях ЗИЛ-130, после такой наработки уменьшалась на 50% и составляла 100 л/ч при проверке на свободный слив. Для нормальной работы в умеренной климатической зоне достаточно, чтобы топливные насосы обеспечивали производительность 75 л/ч для автомобиля ЗИЛ-130.

Современные автомобильные бензины содержат много легких фракций, что способствует при повышенных температурах образованию паровых пробок. Этот дефект, наиболее часто приводящий к отказам насоса, проявляется как при малых, так и больших расходах топлива. Двигатель начинает работать неустойчиво и даже глохнет на холостом ходу.

Повышение максимального давления топлива достаточно эффективно для борьбы с паровыми пробками, но

нарушает работу поплавкового механизма. Увеличение же проходных сечений ограничено требованиями компактности конструкции и снижения металлоемкости топливного насоса.

В процессе эксплуатации необходимо следить за тем, чтобы топливный насос хорошо обдувался вентилятором, а всасывающий бензопровод был хорошо изолирован от нагретых поверхностей двигателя.

Бензопроводы целесообразно изготавливать из стойких к температурным воздействиям материалов. Обязательно необходимо следить за работой паропроводящих клапанов и устройств для перепуска топлива в бак, особенно на режимах холостого хода и малых нагрузок. В случае экстренной остановки двигателя из-за паровых пробок топливный насос необходимо охладить. Замена теплоизоляционных прокладок между корпусом насоса и двигателем из других материалов недопустима.

Наиболее характерные отказы топливных насосов — это нарушение герметичности клапанов, подтекание топлива через разъемы корпусных деталей, выход из строя диафрагмы и возвратной пружины коромысла.

Предел устойчивой работы двигателя ЗИЛ-130 на бензине А-76 по внешней характеристике наступает при частоте вращения коленчатого вала 1600 об/мин и температуре топлива 60° С. В этом случае насос имеет, как правило, 3...4-кратный запас по производительности.

**Система зажигания.** Наиболее распространенные эксплуатационные дефекты системы зажигания: нарушение угла опережения зажигания, обгорание и загрязнение контактов прерывателя, неисправность автомата опережения зажигания и нарушение работы свечей зажигания.

Значение угла опережения зажигания — наиболее нестабильный параметр. Даже поэлементная проверка и регулировка системы зажигания по ТУ заводов-изготовителей может давать поле разброса 12 и более градусов.

Эффективное сгорание бедных смесей достигается изменением угла опережения зажигания. Если состав смеси обедняется на величину 0,1, то это должно сопровождаться увеличением угла опережения зажигания на 2...3°.

При определенных условиях сгорание носит взрывной характер, называемый детонацией, которая характе-

ризуется одновременным сгоранием в цилиндре и оставшейся части заряда, вызванным самовоспламенением. Этот процесс носит неуправляемый характер.

На слух детонация воспринимается как резкий металлический звон или резкие щелчки. Сильная детонация приводит к разрушению деталей ЦПГ и прежде всего поршней цилиндра.

Иногда водители ошибочно принимают детонацию за стук поршневых пальцев. Однако стук поршневых пальцев проявляется только в сильно изношенных двигателях в виде глухих, а не звонких и коротких звуков.

На режимах разгона автомобиля, например «Москвича-2140», при полном открытии дроссельной заслонки наблюдают кратковременную, но достаточно ощутимую детонацию. Механизм этого явления довольно прост. В начале разгона в цилиндры двигателя поступают легкие фракции топлива, октановое число которых на 15...20 ед. меньше основной массы бензина. Легкая детонация на режимах разгона не опасна и, обычно служит показателем правильной установки зажигания.

Знание водителем общих закономерностей и причин появления детонации во многом способствует предотвращению нежелательного явления. Наиболее простой путь борьбы с детонацией связан с правильным применением соответствующих сортов бензина, правильной установкой угла опережения зажигания и поддержанием рационального теплового режима двигателя.

Наиболее высока вероятность появления детонации при  $\alpha=1$ . При работе двигателя на смесях экономичного состава ( $\alpha=1,05...1,15$ ) детонация появляется гораздо чаще по сравнению с мощностными составами ( $\alpha=0,85...0,90$ ). С точки зрения подавления детонации в эксплуатации обогащение горючей смеси эффективно, но связано с повышенным расходом топлива и выбросом продуктов неполного сгорания. Значительное обеднение горючей смеси также ведет к исчезновению детонации, но неизбежно связано с ухудшением динамики и топливной экономичности автомобиля.

Путем правильной установки угла опережения зажигания сравнительно легко можно управлять детонацией. Слишком раннее опережение зажигания вызывает детонационные стуки, а после некоторого уменьшения угла опережения зажигания они исчезают. Однако позднее зажигание ведет к увеличению расхода топлива на

5...6% и ухудшению динамики автомобиля на 2...3%. Внешне это проявляется в перегреве двигателя и возникновении детонации.

Заметное влияние на детонацию оказывают нагрузочные режимы работы двигателя. В любом случае по мере прикрытия дроссельной заслонки детонация исчезает.

Нарушение правильной работы свечей зажигания — один из распространенных дефектов системы зажигания. Увеличение искрового промежутка между электродами приводит к росту выбросов СН на 12...24%, а уменьшение — до 30%. Влияние искрового промежутка на расход топлива показано на рис. 8.

Свеча зажигания может служить надежным индикатором технического состояния двигателя и его систем. Ее гарантированный срок службы соответствует одному году или наработке 35 тыс. км при работе двигателя на бензине без антидетонационных присадок, а в случае их использования — 25 тыс. км. Если свечи выходят из строя преждевременно, необходимо обратить внимание на состояние системы питания и зажигания.

Контролировать состояние и работу свечей зажигания целесообразно через 10...15 тыс. км. В этом случае необходимо с помощью пескоструйного аппарата очистить их от нагара и отрегулировать величину зазора между электродами.

При нормальной работе свечи зажигания нагар, образующийся на ее электродах и юбке, выгорает, т. е. свеча обладает способностью самоочищаться. У исправной свечи зазор между электродами соответствует норме, цвет корпуса — от светло-серого до светло-коричневого, отложений нагара на конусе и юбке нет. Наиболее неблагоприятный режим работы двигателя, спо-

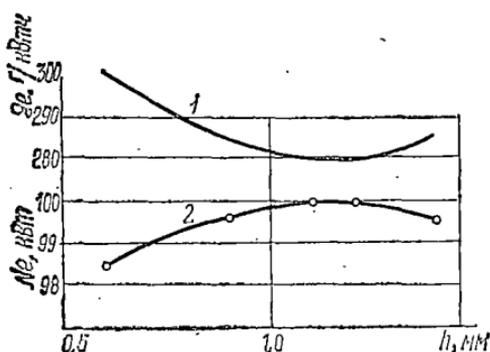


Рис. 8. Влияние искрового промежутка в свечах зажигания на показатели работы двигателя:

$n$  — 2400 об/мин, полное открытие дроссельной заслонки; 1 — расход топлива; 2 — мощность двигателя

собствующий отложению нагара, — продолжительная работа на холостом ходу. Правильная работа свечей зажигания проверяется под нагрузкой.

В процессе выбора свечей зажигания водитель обязан обращать внимание на их тепловую характеристику, которая должна полностью соответствовать основным режимам работы двигателя. Свеча с неправильно подобранной тепловой характеристикой может быть причиной возникновения калильного зажигания, что приводит к резкому уменьшению мощности и появлению звонких стуков, напоминающих детонацию.

Для обеспечения бесперебойной и эффективной работы двигателя свеча зажигания не должна нагреваться выше или ниже определенных пределов. Черный влажный нагар или масло на юбке изолятора — верный показатель того, что свеча не нагревается до температуры самоочищения. Это, в свою очередь, указывает на износ ЦПГ (поршневых колец). Белый или чистый конус изолятора свечи является признаком слишком горячей свечи для данного типа двигателя или слишком раннего зажигания.

Свечи зажигания, очищенные от нагара и отрегулированные по величине зазора между электродами, перед установкой на двигатель необходимо проверить на приборе под давлением. В исправных свечах при давлении 0,8...0,9 МПа искра должна появляться регулярно, без перебоев между электродами и без поверхностного разряда. Завертывать свечи необходимо с использованием графитной смазки, что предохраняет их от пригорания и повреждения седел в головке блока цилиндров.

**Трансмиссия и ходовая часть.** Техническое состояние трансмиссии и ходовой части автомобиля, обеспечивающее легкость хода, оказывают заметное влияние на расход топлива. Легкость хода оценивают по выбегу автомобиля, т. е. его свободному качению в соответствии с ранее приведенными нормативами. Эксплуатационные износы и неправильная регулировка механизмов трансмиссии и ходовой части автомобиля в значительной мере увеличивают затраты мощности на перемещение автомобиля.

Неисправности трансмиссии (сцепления и коробки передач) нарушают удобство управления автомобилем и понижают безопасность дорожного движения.

**Задний мост.** Неисправности заднего моста обычно связаны с чрезмерной затяжкой и перекосом подшипников главной передачи, заеданием шестерен главной передачи и дифференциала, а также с неправильным выбором трансмиссионных масел.

Наиболее распространенные дефекты заднего моста — неправильная регулировка тормозных колодок и чрезмерная затяжка ступиц колес. Количество неисправных автомобилей с такими дефектами достигает 30...50%. Расход топлива в этом случае увеличивается на 16...18%.

Чрезмерная затяжка подшипников главной передачи, неправильный зазор между зубьями главной передачи и дифференциала связаны с ростом дополнительных затрат на трение, что сопровождается увеличением расхода топлива на 2...4%.

**Передний мост.** В процессе продолжительной эксплуатации геометрические параметры передних мостов подвержены закономерным изменениям. Однако в большинстве случаев эти изменения одновременно и должным образом не контролируются и не устраняются.

Согласно статистическим данным НИИАТ величина развала управляемых колес, соответствующая ТУ заводов-изготовителей, после наработки 25...50 тыс. км составляет всего 20...25% от всей выборки. Довольно распространенный дефект — перекос (неперпендикулярность продольной оси) переднего моста.

Величина схождения управляемых колес автомобиля средней грузоподъемности изменяется от минус 5 до плюс 12 мм, что в два с лишним раза превышает нормативные значения. Углы развала управляемых колес изменяются от плюс 2 до минус 2,5°, что также в два с лишним раза превышает нормативные значения. Экспериментально установлено, что зазор (износ) в шкворневых соединениях величиной 0,1 мм вызывает изменение угла развала колес на 4'. Наиболее достоверные измерения радиальных зазоров в соединениях шкворень — втулка обеспечивает прибор НИИАТ Т-1.

На долю нарушения величины схождения передних колес приходится 45...60% всех неисправностей переднего моста. Механизм влияния углов установки управляемых колес на расход топлива связан с изменением сопротивления качению автомобиля. Неправильное схо-

ждение передних колес на 1 мм против оптимальной величины сопровождается увеличением расхода топлива на 3...4%.

Неправильная регулировка и наличие люфтов, а в некоторых случаях и заедание рулевого механизма ухудшают управление автомобилем и сопровождаются повышенным расходом топлива на 1,5...2,5%.

**Коробка передач.** Характерные эксплуатационные дефекты коробки передач связаны с неправильным зацеплением шестерен, трудностью включения и выключения передач, самовыключением передач, а также с неправильным применением смазки. К неисправностям приводят также перекося шестерен и неправильная их приработка. Такие дефекты могут быть устранены только в процессе инструментального технологического процесса ТО и ТР автомобилей. Устранение перечисленных дефектов обеспечивает снижение расхода топлива на 2...4%.

**Сцепление.** К основным неисправностям сцепления относят нарушение регулировок и пробуксовывание в процессе движения автомобиля. Нарушение регулировок связано с погнутостью дисков, отсутствием смазки и повышенным износом в выжимном подшипнике, а также с неправильным зазором и ходом педали сцепления. Все эти дефекты неизбежно приводят к ухудшению удобства управления автомобилем.

При правильной регулировке сцепление включается мягко и плавно. Неправильно отрегулированное сцепление сопровождается резким его включением, и водитель для предотвращения останова двигателя вынужден увеличивать частоту вращения коленчатого вала двигателя.

К пробуксовыванию сцепления приводят замасливание фрикционных накладок и потеря упругости нажимных пружин. Периодическое проявление упомянутых дефектов связано с увеличением расхода топлива до 1,5...2%.

**Шины.** Дисбаланс колес, неправильное и неравномерное давление воздуха в шинах, неравномерный износ беговой дорожки заметно влияют на расход топлива. Уменьшение давления в шинах на 10...15% против рекомендуемого заводами-изготовителями ведет к увеличе-

нию расхода топлива на 3,5...4%. Количество подобных дефектов в эксплуатации достигает 25...35%.

У шин, эксплуатируемых с пониженным или повышенным давлением воздуха, происходит частичное разрушение каркаса и отслаивание нитей корда. Систематическая продолжительная работа шин с пониженным давлением уменьшает в целом надежность и срок их службы, снижает безопасность дорожного движения и повышает расход топлива. Уменьшение давления воздуха в шинах на 20...25% сопровождается увеличением расхода топлива до 8...9%. Использование шин с универсальным рисунком протектора увеличивает расход топлива на 1...1,2%.

**Организация технологических процессов ТО и ТР.** На экономное и рациональное расходование топлива заметное влияние оказывает эффективная работа участков по регулировке и ремонту топливной аппаратуры, электрооборудования, шин и спидометров.

При рациональной технологии поддержания работоспособности систем питания на АТП один раз в год при очередном ТО-2 рекомендуется снять карбюратор с автомобиля, разобрать, промыть и проверить его детали и системы на соответствующих стендах. После сборки карбюратор надо отрегулировать на двигателе в соответствии с приведенными рекомендациями.

В процессе проведения ТО-2 необходимо:

проверить состояние карбюратора (герметичность поплавкового клапана, исправность ускорительного насоса, клапана экономайзера) и убедиться в нормальной затяжке резьбовых соединений жиклеров, пробок и клапанов, установить нормальный уровень топлива в поплавковой камере;

убедиться в полном открытии дроссельной заслонки при нажатии до упора на педаль;

убедиться в полном закрытии и открытии воздушной заслонки;

проверить состояние воздушного фильтра;

проверить состояние свечей зажигания, очистить их от нагара и установить необходимый зазор между электродами;

проверить состояние распределителя зажигания (промыть и очистить контакты прерывателя, установить между ними требуемый зазор, проверить исправность

вакуум-корректора, убедиться в исправности графитного контакта);

· проверить и отрегулировать установку угла опережения зажигания;

· проверить состояние клапанов механизма газораспределения.

Обслуживая дизели, надо проверить общее техническое состояние форсунок и ТНВД, правильность цикловой подачи и установки опережения впрыска, состояние и крепление топливопроводов.

После ТО-2 следует проверить надежность пуска двигателя и при необходимости отрегулировать минимальную частоту вращения коленчатого вала двигателя.

В настоящее время практически во всех АТП созданы специализированные участки по ремонту шин. Давление воздуха в них замеряют обычным способом (с помощью манометра) после предварительного вскрытия вентиля, что неизбежно приводит к некоторой утечке воздуха из-за различных неплотностей посадки золотника. Замеряя давление во внутренних шинах сдвоенных колес, следует использовать дополнительную насадку на патрубке манометра или снимать внешнее колесо. Широкое распространение получают методы замера без вскрытия вентиля. В их основе лежит зависимость величины давления в шине и ее деформации при вдавлении специального наконечника в боковину. Для централизованной подкачки на АТП созданы специальные посты, оснащенные необходимым технологическим оборудованием и приборами контроля.

После проведения работ по обслуживанию трансмиссии и ходовой части в объеме ТО-2 необходимо особое внимание обратить на полное растормаживание колес автомобиля при отпускании педали тормоза и выключении стояночного тормоза.

Применение методов инструментальной проверки и оценки различных неисправностей и разрегулировок автомобилей и их двигателей обеспечивает снижение расхода топлива на 4...5% и суммарного выброса вредных веществ на 15...20% (приведенный к СО),

## МЕТОДЫ И ПРИЕМЫ ЭКОНОМИЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ

---

### 1. ЭКОНОМИЧНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЕЙ

Режимы работы двигателя наиболее полно характеризуют автотранспортный процесс и зависят от многих факторов, большинство из которых поддаются учету. Поэтому в современных условиях интенсивного дорожного движения водитель должен знать механизм и отдельные слагаемые возможной экономии или перерасхода топлива.

На практике высокая экономичность автомобиля может быть достигнута улучшением показателей работы двигателя в диапазоне основных эксплуатационных режимов. Оценить качество работы двигателя предпочтительнее путем построения универсальных характеристик, которые отличаются выделением зон с постоянными минимальными удельными расходами топлива. Для их построения предварительно определяют серию скоростных характеристик двигателя при заданных углах открытия дроссельной заслонки. Величины углов открытия заслонки задают таким образом, чтобы равномерно охватить все рабочее поле двигателя.

Универсальная характеристика удельного расхода топлива в наглядной форме отражает всю совокупность экономичных режимов работы двигателя, которые могут быть реализованы водителями в эксплуатации. На стадии обучения водители должны обращать внимание на закономерность протекания линий постоянного расхода топлива по универсальной характеристике двигателя. Это позволит в дальнейшем выбрать экономичный режим работы конкретного двигателя, а также качественно оценить пригодность принятой регулировки и технического состояния систем двигателя в каждой точке рабочего его поля.

Линии постоянного расхода топлива универсальной характеристики, представленные на рис. 9, позволяют не только выделить области минимального расхода топлива, но и являются исходными данными для разработки правил экономичного управления автомобилем. Рас-

Не, кВт

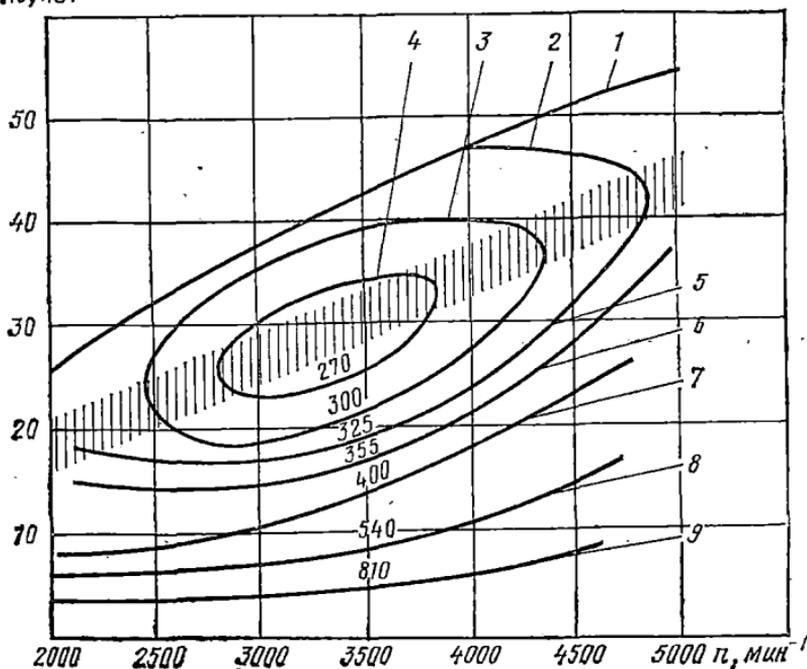


Рис. 9. Универсальная характеристика карбюраторного двигателя легкового автомобиля:

1 — мощность двигателя; 2—9 — линии постоянного расхода топлива; заштрихованная область — сопротивление движению автомобиля

смаатриваемая область расположена всегда ниже границы внешней скоростной характеристики.

Минимальный удельный расход топлива при работе двигателя по нагрузочной характеристике с постоянной частотой вращения коленчатого вала соответствует мощности приблизительно 75% от максимального ее значения для данного режима.

Отклонение режима работы двигателя от оптимального сопровождается ухудшением его топливной экономичности. Увеличение удельного расхода топлива при пониженной частоте вращения и мощности двигателя обусловлено ростом относительных насосных и тепловых потерь, а также ухудшением процессов смесеобразования. Для обеспечения стабильности воспламенения на этих режимах необходимо обогащать горючую смесь, что связано с дополнительным ухудшением топливной экономичности двигателя. Экономичная область работы

двигателей грузовых автомобилей с карбюраторными двигателями находится в пределах 1500...2000 об/мин, а легковых — 2500—3000 об/мин.

Повышение удельного расхода топлива на режимах максимальных или близких к ним нагрузок является следствием увеличенных потерь на трение, дополнительного расхода мощности на привод вспомогательных агрегатов силовой установки и обогащения горючей смеси. Наиболее экономичен предэкономайзерный режим. В случае применения карбюраторов с последовательным включением камер экономичным считают режим, соответствующий началу включения дополнительной камеры, а на высоких скоростях движения — эконостата.

Закономерность изменения универсальной характеристики дизеля отличается от такой же закономерности карбюраторного двигателя. Снижение частоты вращения высокооборотного двигателя до 2200 об/мин сопровождается улучшением топливной экономичности.

В городских условиях автомобильные двигатели по различным причинам работают вне экономичной области, при низкой частоте вращения и частичных нагрузках, для которых характерны повышенные удельные расходы топлива. Экономичная же область работы двигателя находится между 45 и 75% максимальной частоты вращения коленчатого вала, что вытекает из анализа универсальных характеристик двигателя.

**Режимы работы автомобилей.** Продолжительность наиболее характерных режимов работы автомобилей и автобусов в Москве в зависимости от общего баланса времени пребывания их на линии и расход топлива на этих режимах представлены в табл. 10.

Из таблицы следует, что режимы разгона наиболее представительны как по продолжительности, так и по расходу топлива. Этим и можно объяснить повышенное внимание к ним со стороны водителей и работников технических служб АТП.

Продолжительность работы автомобиля на постоянных режимах относительно невелика, а их влияние на основные показатели автомобиля весьма заметно.

**Холостой ход.** Продолжительность работы двигателя на холостом ходу автомобилей составляет 17...22%, автобусов 29%, достигая у легковых таксомоторов 30...35%.

Таблица 10

Режим работы автомобиля	Продолжительность работы, %			Расход топлива, %	
	легковые автомобили	грузовые автомобили	автобусы	в городских условиях экс- плуатации	городской ез- довой цикл (ГЕЦ)
Холостой ход	22	17	29	10...14	15...16
Ускорение	37	42	38	45...51	42...44
Постоянная скорость	12	16	9	20...23	32...34
Замедление	29	25	24	8...12	7...8

В условиях междугородного сообщения эта продолжительность в зависимости от параметров и состояния дорожной сети, а также от характеристик транспортных потоков составляет 1...5%. Большие значения относятся к насыщенным автомагистралям, например к дорогам Московской области.

Двигатель на холостом ходу, как известно, не производит полезной работы, поэтому водитель должен стремиться к ограничению продолжительности этого режима. Если работа автомобиля на холостом ходу не связана прямо или косвенно с безопасностью дорожного движения, то при любой остановке, превышающей две минуты, необходимо выключать двигатель.

**Режимы ускорения.** В городских условиях продолжительность работы автомобиля на неустановившихся режимах достигает 67%. В часы пик доля режимов разгона дополнительно увеличивается на 10...20%. Протяженность участков разгона и замедления, существенным образом влияющих на среднюю техническую скорость движения, составляют 70...80% от общего пути, пройденного автомобилем.

На долю режимов разгона падает 45...51% общего количества потребляемого топлива. Во время разгона расход топлива в 1,35...1,45 раза больше, чем при равномерном движении автомобиля на этом же участке. Это можно объяснить тем, что значительная часть топлива, расходуемая на приобретение автомобилем кинетической энергии, при замедлении может быть обращена в полезную работу лишь частично. В процессе разгона грузового автомобиля средней грузоподъемности с карбюраторным двигателем с места путем последова-

Таблица 11

Величина ускорения в процессе разгона до скорости 60 км/ч, м/с <sup>2</sup>	Частота вращения коленчатого вала, об/мин	Путь за время разгона, м	Расход топлива за разгон, см <sup>3</sup>
0,9*	1500...1600	450	240
0,7		475	285
1,4	2000...2100	385	210
1,0		395	250
1,75	2500...2600	320	220
1,25		340	260

\* В числителе значения для нагрузки 4 т, а в знаменателе — 8 т.

тельного переключения передач до скорости 40 км/ч на преодоление инерционных сил дополнительно расходует-ся 50...60 г топлива.

Расход топлива на режимах разгона прежде всего зависит от средней величины ускорения автомобиля, производительности ускорительного насоса, частоты и качества выполнения приемов переключения передач, а также от суммарного числа оборотов коленчатого вала, приходящихся на единицу пути.

В табл. 11 представлены параметры разгона автомобиля КамАЗ с различной полезной нагрузкой.

Испытания автомобиля с различными типами ускорений показали, что наиболее экономичный разгон достигается при ускорении 1 м/с<sup>2</sup>.

Средние величины ускорений грузовых автомобилей, работающих с прицепами, в 1,3...1,5 раза меньше, чем у одиночных автомобилей.

Важный резерв снижения расхода топлива — совершенствование организации дорожного движения путем уменьшения его неравномерности. Снизить неравномерность можно правильным формированием однородности транспортного потока, сокращением числа остановок перед светофорами и перекрестками, а также использованием водителем менее напряженных объездных магистралей.

Влияние количества остановок на расход топлива может быть показано на примере испытания автомобиля на участке протяженностью 4 км (см. табл. 12).

Таблица 14

Автомобли, автопоезда	Расход топлива (л/100 км) при скорости движения, км/ч					
	30	40	50	60	70	80
ЗИЛ-130 (шины И-Н142Б)	22,8	23,5	25,2	27,1	30,3	34,4
ЗИЛ-130 (шины МИ-151)	25,3	26,1	28,2	30,5	33,4	37,3
ЗИЛ-130 + ГКБ-817 (шины И-Н142Б)	27,6	29,2	29,9	33,7	37,5	—
ЗИЛ-130 + ГКБ-817	30,8	32,2	34,5	38,0	42,5	—
КамаЗ-5320	19,5	20,4	21,9	24,3	27,3	31,5
КамаЗ-5320 + ГКБ-8850	25,2	27,5	27,5	30,3	34,7	40,1
МАЗ-5335	18,0	18,9	20,8	23,5	27,7	31,5
МАЗ-5335 + МАЗ-8926	26,2	27,3	29,9	33,5	39,3	45,4

лива соответствует скорости движения 30 км/ч. Однако, если учитывать фактор продолжительности транспортного процесса, картина резко меняется. При скорости движения 60 км/ч расход топлива у автомобилей ЗИЛ-130 и КамаЗ-5320 равен соответственно 45 и 40,5 л·ч/100 км. При движении этих автомобилей со скоростью 30 км/ч удельный расход топлива с учетом продолжительности транспортного процесса увеличивается в 1,7 и 1,6 раза соответственно.

Аналогичные закономерности характерны и для легковых автомобилей. Эффективная экономичная скорость движения «Волги» ГАЗ-24 равна 80...85 км/ч, расход топлива в этом случае равен 13,5 л/100 км, для «Волги» ГАЗ-3102 он несколько меньше — 12,1 л/100 км. При движении ж/д автомобиля со скоростями 30...35 км/ч удельный расход топлива увеличивается в 1,8...2 раза.

Чтобы понять физический смысл приведенных закономерностей, необходимо обратиться к нагрузочной характеристике двигателя. Влияние нагрузки на топливную экономичность двигателя показано на рис. 11. С уменьшением нагрузки удельный расход топлива заметно повышается.

ся, что связано с ухудшением рабочего процесса, относительным увеличением доли остаточных газов, а также с ростом потерь тепла в системе охлаждения и с ОГ.

Важную роль в снижении расхода топлива играет и правильный выбор необходимой передачи применительно к конкретной дорожной обстановке. При равномерном движении автомобиля с постоянной скоростью, но на различных передачах, расход топлива существенно меняется. Для автомобиля ЗИЛ-130, двигающегося с одной и той же скоростью на третьей или четвертой передачах, расход топлива соответственно повышается на 25 и 16% по сравнению с расходом на прямой передаче.

При движении автомобиля «Жигули» ВАЗ-2103 по горизонтальному участку дороги на любой из промежуточных передач наблюдается повышенный расход топлива во всем диапазоне скоростей. Наиболее наглядно это видно на примере движения автомобиля со скоростью 40 км/ч, которая может быть достигнута на любой промежуточной передаче. На третьей передаче расход топлива увеличивается на 12%, на второй — на 70%, а на первой — возрастает в три раза.

Движение автомобиля с небольшими скоростями на прямой передаче сопровождается малой частотой вращения коленчатого вала, снижающей величину давления в системе смазки. Поэтому продолжительное время ездить на прямой передаче со скоростями, близкими к минимально устойчивой (менее 40 км/ч), нецелесообразно. Частота вращения коленчатого вала двигателя, соответствующая такой скорости, для различных моделей легковых автомобилей равна 1500...1600 об/мин.

Структура и параметры транспортных потоков оказывают заметное влияние на формирование режимов работы автомобилей. Максимальное число (плотность) транспортных средств, двигающихся в одной пачке (потоке), достигает 130...140 единиц, что практически соизмеримо с длиной перегонов между пешеходными переходами и перекрестками. Расход топлива при свободном движении автомобиля ЗИЛ-130 с полной нагрузкой и скоростью 35 км/ч на 1 км пути составляет 230 см<sup>3</sup>, а при интенсивности движения, равной 600 авт/ч, он достигает 353 см<sup>3</sup>, т. е. увеличивается на 65%.

Влияние интенсивности дорожного движения на расход топлива носит сложный характер. В случае увели-

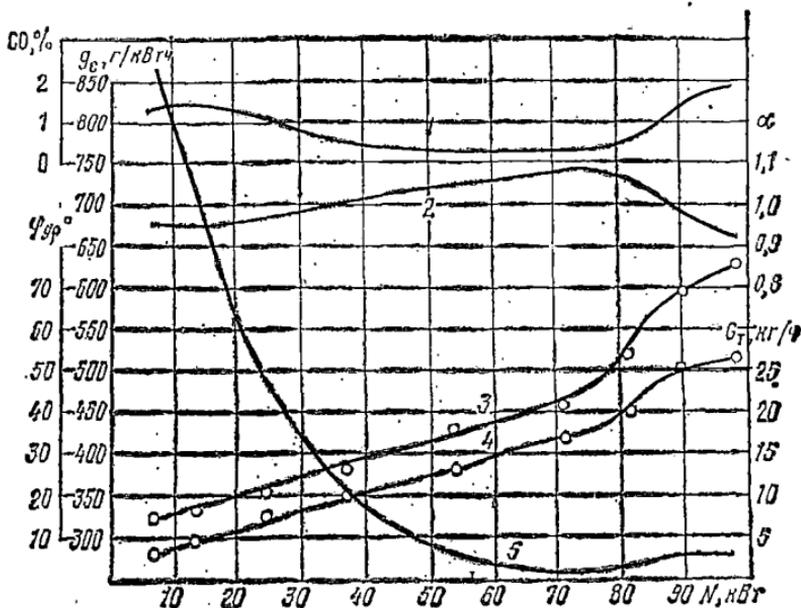


Рис. 11. Нагрузочная характеристика двигателя ЗИЛ-130

$n$  — 2000 об/мин; 1 — CO; 2 —  $\alpha$ ; 3 — угол открытия дроссельной заслонки,  $\varphi_{др}$ ; 4 — расход топлива,  $G_T$ ; 5 — удельный расход топлива,  $q_e$

чения средней скорости движения до 40 км/ч, несмотря на рост интенсивности дорожного движения, наблюдается уменьшение расхода топлива.

Таким образом, расход топлива у автомобиля в транспортном потоке (из-за неравномерности дорожного движения) существенно отличается от расхода у одиночного автомобиля на горизонтальном участке дороги. Именно поэтому в городских условиях водитель должен следить за равномерным движением автомобиля с постоянными скоростями.

**Режимы замедления.** В городских условиях продолжительность работы грузовых автомобилей на режиме ПХХ достигает 25% общего баланса времени пребывания автомобиля на линии. В этом режиме двигатель, не совершая транспортной работы, потребляет в среднем 8...12% топлива от его общего расхода.

При переходе двигателя на режим ПХХ путем резкого закрытия дроссельной заслонки происходит значительное и ненужное переобогащение горючей смеси, поступающей в цилиндры двигателя. Поэтому эти режи-

мы сопровождаются повышенным выбросом продуктов неполного сгорания топлива (СО и СН).

Специальные эксперименты показали, что торможение грузового автомобиля средней грузоподъемности со скорости 30...40 км/ч до полной остановки приводит к безвозвратной потере энергии, эквивалентной 60 г топлива.

В городских условиях наиболее характерный режим ПХХ соответствует частоте вращения коленчатого вала 1400 об/мин и полному закрытию дроссельной заслонки.

Существует два принципиальных направления снижения токсичности отработавших газов на режимах ПХХ. Первое связано с интенсификацией процесса сгорания, а второе — с его прекращением. Для первой группы устройств характерны подача дополнительного количества горючей смеси и изменение параметров системы зажигания. К ним относят приоткрыватели дроссельной заслонки, демпферы ее закрытия и обводные системы, обеспечивающие снижение выброса СН на 40...65%, но одновременно с этим ухудшающие топливную экономичность на 4...5%. В этом случае несколько ухудшается и эффективность торможения двигателем.

Ко второй группе устройств относят: ограничители разрежения, экономайзеры ПХХ и комбинированные системы.

Общие рекомендации водителю по выбору режимов работы двигателя и автомобиля следующие:

экономичная эффективная скорость движения на горизонтальном участке дороги должна быть на 25...30% меньше максимальной скорости автомобиля;

частота вращения коленчатого вала должна быть на 30...40% ниже номинальной частоты вращения для данного типа двигателя.

В процессе движения важнейшую роль играют правильный выбор и прогнозирование режима работы двигателя и скорости движения автомобиля, рациональное применение техники переключения передач, использование наката с учетом профиля и состояния дорожного покрытия, а также правильная оценка ДТС в целом.

## 2. ПРИЕМЫ И ПАРАМЕТРЫ ЭКОНОМИЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ

Основой экономичного алгоритма (правил) управления автомобилем является определение оптимальных режимов работы и последующая их реализация в процессе дорожного движения. Эффективность топливоиспользования транспортного процесса учитывает скорость движения автомобиля и его производительность. В качестве измерителя расхода топлива рекомендуется показатель эффективной топливной экономичности, физический смысл которого рассмотрен в первой главе.

Топливо-экономические характеристики автомобиля КамАЗ-5320 с полезной нагрузкой 8,1 т на различных передачах показаны на рис. 12.

Эффективная экономичная скорость движения автомобиля на второй передаче равна 15 км/ч, на третьей — 26 км/ч, на четвертой — 40 км/ч и на прямой передаче — 60...65 км/ч. Из рисунка следует, что при движении автомобиля со скоростью 50...60 км/ч на четвертой передаче вместо прямой расход топлива возрастает на 28...30%.

Алгоритм управления автомобилем в реальных условиях эксплуатации включает в себя следующие типичные фазы: пуск и прогрев двигателя, холостой ход, трогание и разгон, движение с постоянной скоростью, замедление и служебное торможение.

Правильное управление дроссельной заслонкой, своевременное переключение передач и управление сцеплением оказывают заметное влияние на следующую после разгона фазу — равномерное движение и эффективность транспортного процесса в целом.

Топливо-экономическая характеристика автомобиля ЗИЛ-130 на установившихся режимах движения приведена на рис. 13, из которого следует, что минимальный расход топлива соответствует скорости движения 28...30 км/ч, а эффективная топливная экономичность — скорости 60...65 км/ч.

В процессе обучения водителей при разгоне автомобиля нажатие на педаль управления дроссельной заслонкой необходимо производить энергично с интенсивностью 30...40 град/с.

В табл. 15 приведены тягово-скоростные показатели автомобиля ЗИЛ-130 с полезной нагрузкой 6 т, полу-

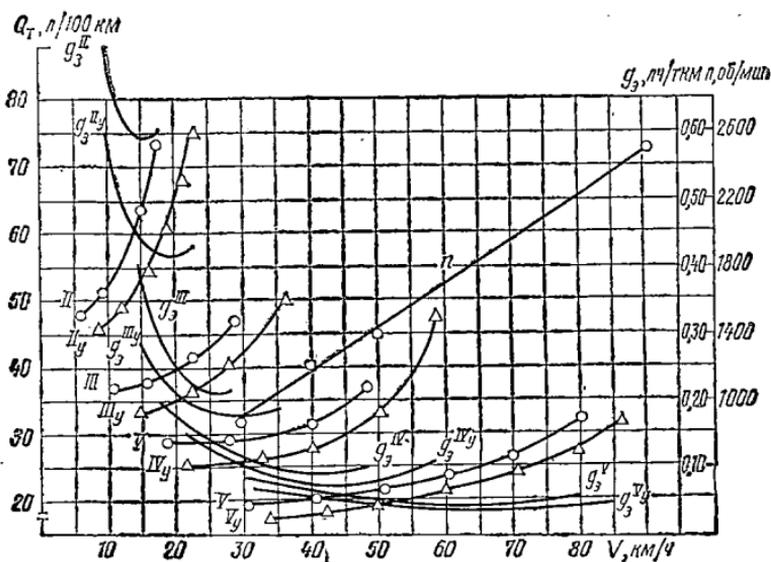


Рис. 12. Топливо-экономическая характеристика автомобиля КамАЗ-5320 при движении его на различных передачах:

II—V — номера передач; У — индекс ускоренной передачи; э — эффективная топливная экономичность на различных передачах; n — частота вращения коленчатого вала при движении на прямой передаче с нагрузкой 8,1 т

ченные при испытании на горизонтальном участке дороги.

Приведенные экспериментальные материалы могут быть использованы водителями в качестве контрольных нормативов для экономичной эксплуатации автомобилей.

В общем случае, чем меньше продолжительность или путь разгона, тем он экономичнее. Проанализируем влияние типа разгона автомобиля на расход топлива и использование мощностных параметров его двигателя. В этих условиях продолжительность интенсивного разгона автомобиля до скорости 80 км/ч на 25% меньше, чем продолжительность вялого разгона. Интенсивный разгон с использованием бóльшей величины мощности в процессе разгона более эффективен и с точки зрения улучшения топливной экономичности. Вялый разгон неэффективен из-за увеличения его продолжительности и нарушения устойчивой работы двигателя, сопровождающегося появлением «провалов» крутящего момента.

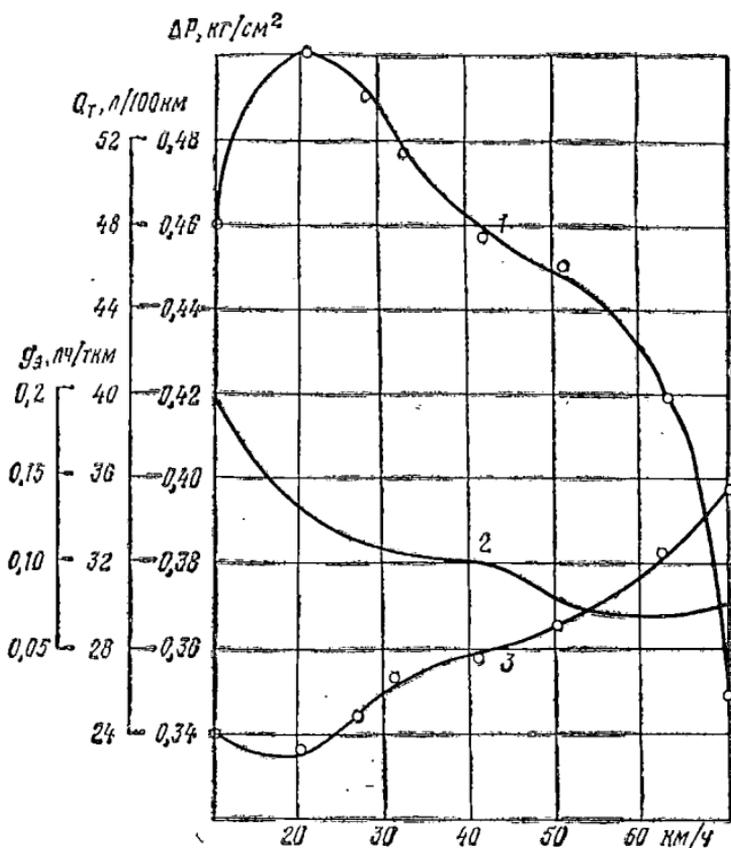


Рис. 13. Топливо-экономическая характеристика автомобиля ЗИЛ-130 с полезной нагрузкой 6 т:

1 — разрежение во впускном трубопроводе; 2 — эффективная топливная экономичность; 3 — путевой расход топлива

Экономичный режим работы находится между вялым и скоростным разгоном автомобиля.

Механические коробки экономят топливо на 10% больше, чем автоматические. Увеличение числа ступеней в механической КП и правильное использование всего диапазона передач дает водителю большой выбор более экономичных режимов в различных дорожных условиях. Многоступенчатые коробки передач позволяют автомобилю лучше приспособиться к различным дорожным условиям.

Оптимальные параметры разгона дают результаты испытаний, полученные при открытии дроссельной за-

Таблица 15

Наименование показателя	Величина параметра
Максимальная скорость автомобиля, км/ч	90
Разгон автомобиля с места с переключением передач, с/м:	
{ до скорости 20 км/ч	4,7/15,3
{ до скорости 40 км/ч	12,1/81
{ до скорости 60 км/ч	26,9/285
{ до скорости 80 км/ч	53,6/790
Разгон на прямой передаче со скорости 20 км/ч до скорости 60 км/ч, с/м	45/475
Выбег автомобиля со скорости 50 км/ч, с/м	143/820

слонки на 50% и переключении передач при частоте вращения коленчатого вала 3200...4000 об/мин. Такие режимы у высокооборотных двигателей обеспечивают минимальный расход топлива при достаточно быстром наборе скорости. Короткие разгоны автомобиля с переключением передач на частоте вращения 2400 об/мин нерациональны, так как двигатель работает при пониженной величине давления в системе смазки.

Разгоны автомобиля при небольшом открытии дроссельной заслонки также неэффективны, так как вызывают излишний расход топлива и затягивают продолжительность набора скорости, что, кроме всего, является помехой для других участников движения.

Разгон автомобиля при открытии дроссельной заслонки более чем на 75% также неэффективен. Частично это связано с тем, что уже при открытии дроссельной заслонки на 50% расход топлива составляет 60% от максимального на данном режиме, а этого вполне достаточно для обеспечения экономичного и скоростного разгона автомобиля.

Интенсивный разгон автомобиля при ограничении максимальной скорости движения величиной 90 км/ч связан с дополнительными затратами. Поэтому на загородных магистралях необходимо руководствоваться экономичными приемами управления легковым автомобилем. Оптимальные величины для этих условий движения соответствуют переключению передач при частоте вращения коленчатого вала 3500...4000 об/мин и открытию дроссельной заслонки на 60...75%. Средняя величина

скорости движения при прохождении 1 км составляет 75 км/ч. Все эти параметры в достаточной мере характеризуют экономичность режимов разгона автомобиля.

Практический интерес для водителей представляют результаты динамических испытаний автомобилей ЗИЛ-130 и КамАЗ-5320. Скоростная характеристика разгона автомобиля ЗИЛ-130 с нагрузкой 6 т при последовательном переключении передач и на высшей передаче приведена на рис. 14.

Динамические характеристики автомобиля КамАЗ-5320 с полезной нагрузкой 8,1 т при последовательном переключении передач и на высшей передаче показаны на рис. 15.

Замедление автомобиля также относят к наиболее важным элементам, влияющим на экономичное управление. Достаточно напомнить, что замедление с помощью тормозов приводит к значительным невосполнимым потерям энергии. Например, расход топлива, эквивалентный поглощенной тормозами автомобиля ЗИЛ-130 (при  $\gamma=1$ ) кинетической энергии за период торможения с интенсивностью  $0,95 \text{ м/с}^2$  со скорости 50 км/ч до полной его остановки, составляет  $65 \text{ см}^3$ .

Выбег автомобиля ЗИЛ-130 со скорости 90 км/ч до полной его остановки показан на рис. 16. Величина свободного качения этого автомобиля с полезной нагрузкой 6 т со скорости 50 км/ч составляет 800 м, а суммарный выбег со скорости 90 км/ч равен 2000 м. Эти данные могут быть положены в основу экономичного управления автомобилем.

Торможение двигателем квалифицированные водители производят только при медленной езде, когда из-за краткосрочности протекания различных возмущающих процессов целесообразно выключать, а затем снова включать передачу.

Двигаясь под уклон, водители стремятся более рационально использовать часть энергии, запасенной автомобилем за время преодоления подъема.

Интенсивность экстренного торможения в 3...4 раза превышает интенсивность экономичного торможения.

Выбег автомобиля КамАЗ-5320 с полезной нагрузкой 8,1 т со скорости 50 км/ч до полной остановки представлен на рис. 17. Средняя величина выбега составляет 725 м. Полученная закономерность изменения величины

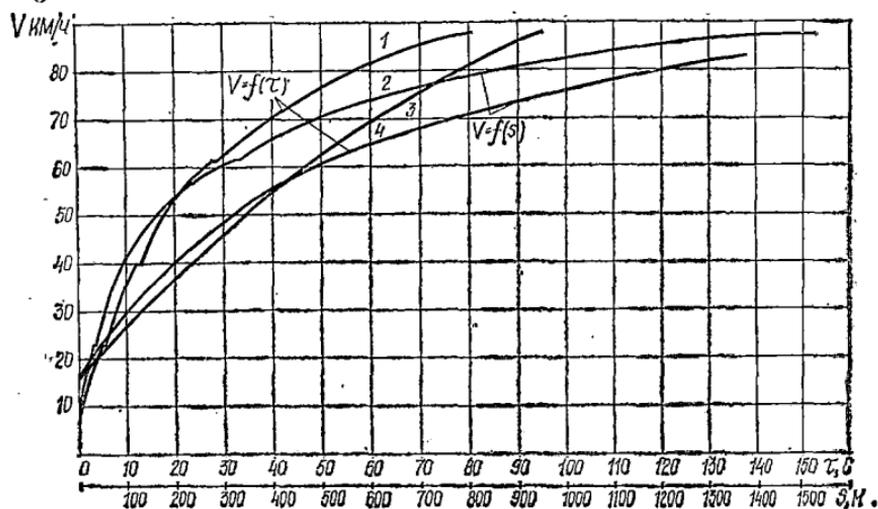


Рис. 14. Скоростная характеристика автомобиля ЗИЛ-130:

1, 3 — разгон автомобиля с места путем переключения передач; 2, 4 — разгон автомобиля на прямой передаче, полезная нагрузка 6 т

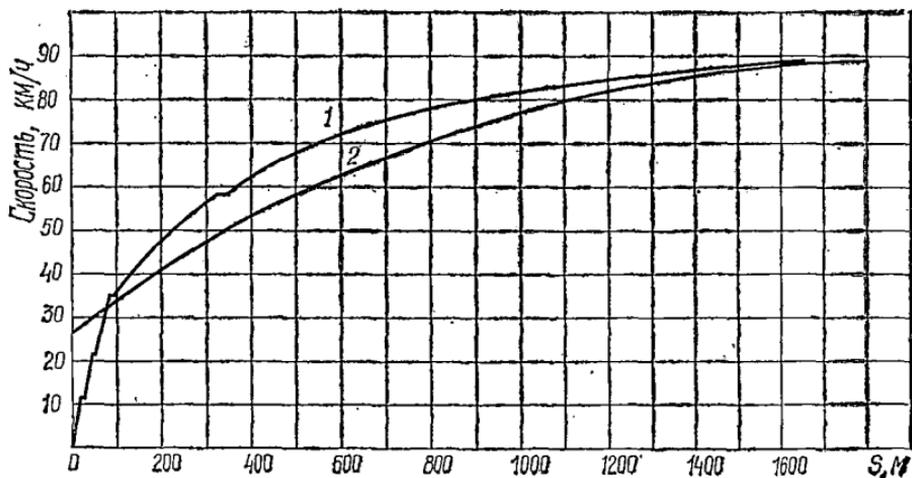


Рис. 15. Скоростная характеристика автомобиля КамАЗ-5320:

1 — разгон автомобиля с места; 2 — разгон автомобиля на прямой передаче, полезная нагрузка 8,1 т

выбега может быть использована водителем при экономичном управлении автомобилем.

Рациональное использование наката в зависимости от сложности дорожной обстановки обеспечивает эко-

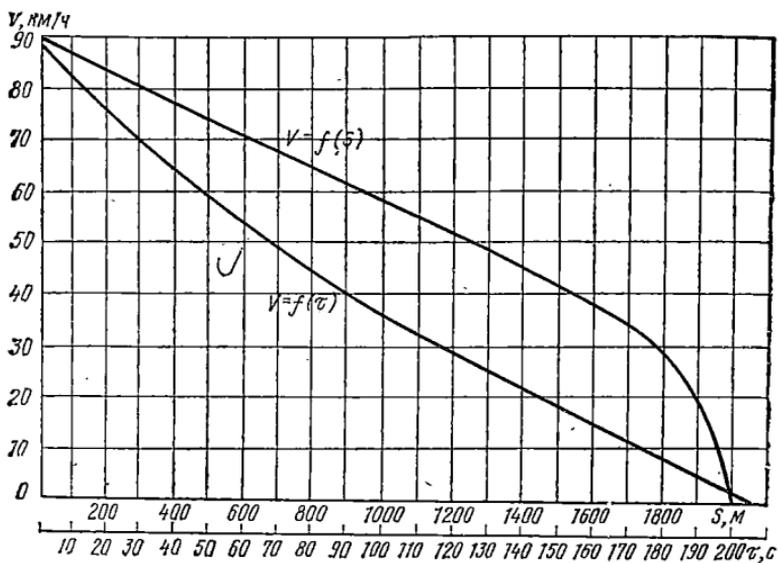


Рис. 16. Выбег автомобиля ЗИЛ-130 со скорости 90 км/ч до полной его остановки:

полная масса 10,5 т; температура воздуха 20°C

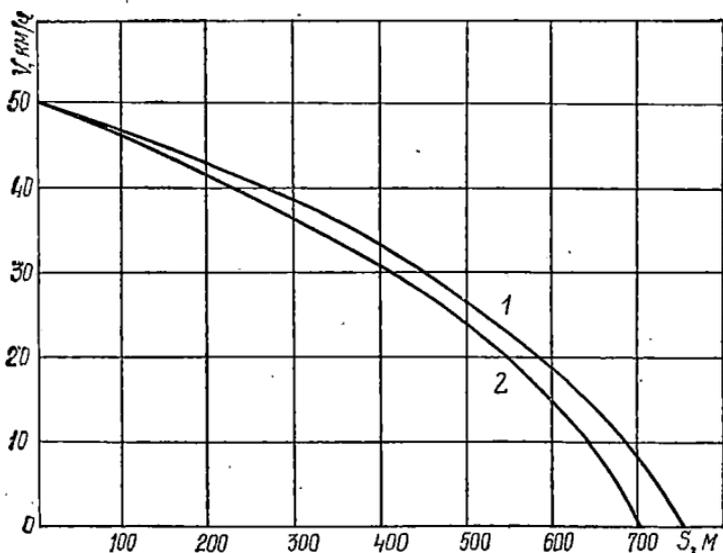


Рис. 17. Выбег автомобиля КамАЗ-5320 со скорости 50 км/ч до полной его остановки:

1, 2 — направления движения; нагрузка 8,1 т

номию топлива до 4%. Анализ статистических материалов показал, что для интенсивного торможения автомобиля водители невысокой квалификации пользуются тормозами чаще. Косвенно об этом свидетельствует повышенный износ тормозных колодок и барабанов.

В случае движения автомобилей по горизонтальному шоссе без помех (например, за городом) может быть использован дорожный цикл «разгон — накат». Общие методические рекомендации по этому циклу сводятся к следующему. Разгон автомобиля осуществляют до скорости 85...90 км/ч, которая, с одной стороны, является предельно допустимой Правилами дорожного движения на загородных магистралях, а с другой — соответствует экономичной скорости легковых автомобилей. Экономичность цикла «разгон — накат» достигается лишь в том случае, если путь наката превышает разгон на величину не менее 35%.

Испытания показали, что автомобиль семейства ВАЗ-2105 с грузом и без груза, двигаясь с установившейся скоростью 75 км/ч, расходует соответственно 7,5 и 7,1 л/100 км, а при циклическом движении 6,8 и 6,5 л/100 км, т. е. экономия соответственно составляет 9,5 и 8,5%.

На холмистой местности эффект от применения циклического движения несколько меньше и требует более высокой квалификации водителя. Но и здесь средняя скорость должна составлять 60 км/ч, а экономия топлива при этом будет достигать 4,5...5%.

Общим недостатком циклического метода управления при продолжительном его использовании является повышенная утомляемость водителя и сложность реализации метода в полной мере в условиях насыщенного дорожного движения.

Эффективность разгона автомобиля с места путем последовательного переключения передач с низшей до высшей в значительной степени связана с интенсивностью открытия дроссельной заслонки.

В табл. 16 показано влияние величины открытия заслонки на расход топлива при циклическом движении автомобиля ВАЗ-2103.

В процессе циклического движения открытие дроссельной заслонки в меньшей степени влияет на среднюю скорость цикла, максимальное значение которой бывает при открытии заслонки на 50%. Если заслонка открыта

Таблица 16

Параметры	Величина открытия дроссельной заслонки при разгоне, %			
	25	50	75	100
Средняя скорость движения, км/ч	74,2	75,0	74,75	74,8
Средний расход топлива, л/100 км	7,2	6,8	6,7	7,2

на 25, 75% или полностью, то отклонение средних скоростей от их максимального значения составляет всего 0,5...1,1%. Поэтому с увеличением открытия дроссельной заслонки при разгоне расход топлива за цикл понижается с 7,2 до 6,7 л/100 км. Такое небольшое понижение может быть объяснено закономерностью подачи горючей смеси в двигатель. При открытии заслонки на 25% в двигатель поступает около 60% горючей смеси, дальнейшее открытие в меньшей степени влияет на расход горючей смеси. В процессе разгона открытие заслонки должно изменяться в пределах 50...75%.

Экономичные правила управления автомобилем в зависимости от условий эксплуатации обеспечивают снижение расхода топлива на 20...25%.

Перечислим основные приемы экономичного управления автомобилем:

эффективный пуск, прогрев, трогание с места, начало движения, а также поддержание оптимального температурного режима (экономия топлива 3...5%);

разгон автомобиля с карбюраторным двигателем, соответствующий по частоте вращения коленчатого вала и мощности двигателя 0,4...0,6 их максимальных значений;

разгон автомобиля с дизелем, соответствующий по частоте вращения коленчатого вала и мощности двигателя 0,4...0,6 их максимальных величин по внешней характеристике;

оптимальный выбор режимов движения (экономия топлива 15...20%), в том числе:

движение автомобиля на прямой передаче с равномерной скоростью, не превышающей 0,65 максимального значения;

поддержание средних значений ускорений 0,7...1 м/с<sup>2</sup>

для грузовых автомобилей и  $0,9...1,5$  м/с<sup>2</sup> для легковых; поддержание средних значений замедлений  $0,6...0,9$  м/с<sup>2</sup> для грузовых автомобилей и  $1,1...1,4$  м/с<sup>2</sup> для легковых;

переключение передач при частоте вращения коленчатого вала, равной  $0,6...0,75$  от максимальной, и открытия дроссельной заслонки, равном  $0,5...0,75$  от полного;

выдерживание интенсивности открытия дроссельной заслонки в процессе разгона  $40...65$  град/с;

максимальное использование движения грузовых автомобилей накатом при остановке или замедлении (экономия топлива для грузовых автомобилей  $2,5\%$ , а для легковых  $2,5...3\%$ );

применение торможения двигателем в случае отключения подачи топлива на режимах принудительного холостого хода (экономия  $1,5...2\%$ );

рациональное преодоление подъемов (экономия  $8...12\%$ );

рациональное движение на спуске (экономия  $3...5\%$ );

эффективная работа двигателя на режимах холостого хода (экономия  $1\%$ ).

### 3. ПРАВИЛА ЭКОНОМИЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ

Правила экономичного управления разработаны на основе анализа оптимальных режимов работы автомобилей и их двигателей. В условиях реального транспортного процесса эти режимы изменяются в относительно широких пределах. Они зависят не только от типа и модели автомобиля, но и существенно различаются для однотипных моделей. Последнее связано с техническим состоянием автомобиля, коэффициентом использования грузоподъемности и другими факторами. Поэтому количественные параметры приведены для автомобиля с полной грузоподъемностью.

Общее правило экономичного управления автомобилем — это работа двигателя в области максимального крутящего момента и минимального удельного расхода топлива. В реальных условиях реализация этого правила в полном объеме по ряду причин невозможна, так

как во всех случаях главным остается критерий безопасности дорожного движения и принцип неукоснительного соблюдения Правил дорожного движения.

**Пуск двигателя.** Подготовка и пуск холодного двигателя — организующее начало экономической и эффективной работы автомобиля в целом.

В зимних условиях эффективность снижается из-за трудности пуска холодного двигателя. Так, в процессе пуска приготовление горючей смеси происходит только за счет легких (пусковых) фракций бензина, количество которых не превышает 10%. Около 90% топлива не участвует в процессе сгорания и выбрасывается с ОГ.

К основным причинам, затрудняющим пуск холодного двигателя, следует отнести:

несоответствие сорта и качества топлива техническим условиям завода-изготовителя;

нарушение правильной работы пусковой системы карбюратора;

неудовлетворительное состояние электростартерной системы автомобиля;

повышенная вязкость моторного масла;

неплотное прилегание впускного трубопровода или карбюратора к своим фланцам;

недостаточная частота вращения коленчатого вала двигателя.

Для сокращения потерь на подготовку автомобиля к работе и уменьшения пусковых износов при температуре окружающей среды ниже минус 5°С необходимо осуществлять тепловую подготовку холодного двигателя. Если система охлаждения двигателя не заправлена антифризом, то ее можно пролить горячей водой, открыв сливные краники.

Горячая вода прогревает блок цилиндров, уменьшает вязкость масляной пленки на стенках цилиндров и увеличивает испаряемость топлива во впускной системе. Для прогрева подшипников коленчатого вала, в зазорах которого находится застывшая смазка, подогревают картер двигателя. Способ подогрева обусловлен особенностью системы тепловой подготовки автомобиля при безгаражном хранении в конкретном АТП. Наиболее предпочтительна тепловая подготовка двигателя с помощью инфракрасных излучателей.

В существующих пусковых системах эффективность пуска двигателя достигается путем обеспечения герметичности воздушного канала. Чем она выше, тем пуск двигателя более надежен. После первых вспышек подача воздуха происходит через клапан в воздушной заслонке или, если она расположена эксцентрично, путем автоматического поворота воздушной заслонки.

Важнейший этап предпусковой подготовки — проверка правильной работы пускового устройства, одновременно с которой, пользуясь насосом ручной подкачки топлива, заполняют поплавковую камеру карбюратора.

После остановки двигателя горячее масло стекает со стенок цилиндра в картер, и остывший двигатель в процессе пуска ЦПГ испытывает масляное «голодание», сопровождающееся повышенным износом. При пуске холодного двигателя необходимо с помощью пусковой рукоятки повернуть коленчатый вал на три-четыре оборота и убедиться в его свободном вращении.

В дальнейшем путем двух-трех нажатий на педаль надо обеспечить подачу топлива во впускной тракт двигателя и закрыть воздушную заслонку.

Время работы стартера не должно превышать 5 с, а интервал между включениями должен быть не менее 15...20 с. После двух-трех неудачных попыток пользование стартером необходимо прекратить и приступить к поиску неисправностей.

Предельная температура пуска холодного двигателя для каждого типа двигателя различна. Для двигателя автомобиля «Жигули» ВАЗ-2103 она равна минус 30° С, а для автомобиля «Москвич-2140» в случае применения всесезонного моторного масла минус 20° С. Применение северных сортов бензинов с облегченным фракционным составом и маловязких сортов моторных масел — основа эффективного пуска двигателя в зимних условиях.

Свои особенности имеет и пуск газобаллонных автомобилей. Так, надежный пуск возможен только до минус 4° С, а ниже минус 8° С он без специальных средств практически вообще невозможен. Таким образом, в интервале температур от минус 4° С до минус 8° С пуск двигателя носит вероятностный характер и может быть осуществлен только при правильной регулировке газовой аппаратуры в сочетании с достаточно надежной работой электрического стартера. Пуск холодного двигателя при

работе на СНГ производят, отбирая паровую фазу через расходный вентиль. Особое внимание следует обращать на состояние трубопроводов, вентиляей, наличие осадка в редукторе, а также на пусковую систему, подающую газ из первой ступени редуктора непосредственно в карбюратор-смеситель, минуя вторую ступень.

Карбюраторные двигатели и дизели пускаются без применения вспомогательных средств соответственно при температуре до минус 15° С и минус 5° С. Наиболее эффективен пуск холодных дизелей с помощью свечей накаливания. Минимальные обороты пуска карбюраторных двигателей составляют 50 об/мин, газобаллонных 70 об/мин и дизелей 100 об/мин.

Суммарные потери топлива, связанные с предпусковыми операциями в случае безгаражного хранения автомобилей, доходят до 2...3% от эксплуатационного расхода топлива.

Важное практическое значение имеет и улучшение пуска горячего двигателя при высоких температурах окружающего воздуха. Причиной ненадежного пуска являются скопление большого количества паров бензина, поступающих в главный канал карбюратора из поплавковой камеры при ее перегреве. На карбюраторах некоторых моделей применяют наружную вентиляцию поплавковой камеры, обеспечивающую сообщение внутренней полости с атмосферой при отпуске педали дроссельной заслонки. Но требования охраны окружающей среды и экономии топлива вытесняют такие конструкции. Понятно, что неудовлетворительный пуск горячего двигателя также сопровождается непроизводительными потерями топлива.

**Прогрев двигателя.** Правильный прогрев холодного двигателя — доступный резерв экономии топлива. После пуска его следует прогревать в течение 4...5 мин при минимальной частоте вращения коленчатого вала, а затем еще в течение 3...5 мин при повышенной частоте вращения до температуры охлаждающей жидкости 30...40° С (меньшая величина относится к зимним условиям).

Недостаточно интенсивный подогрев впускного трубопровода заметно ухудшает условия испарения в нем топлива, около 40% которого поступает в камеру сгорания в виде пленки, что является одной из основных

причин повышенного расхода топлива. Именно поэтому водитель должен обращать внимание на температуру этого трубопровода.

Прогрев холодного двигателя до рабочих температур, как и автомобиля в целом, необходимо осуществлять в процессе движения. Холодный легковой автомобиль среднего класса при температуре окружающей среды минус 16° С на первый километр пути расходует топлива в 2,5 раза больше, чем доведенный до нормального теплового состояния. Понятно, почему короткие выезды с продолжительными остановками зимой крайне невыгодны. В этом случае водитель должен обращать особое внимание на состояние теплорегулирующего устройства двигателя.

**Трогание с места.** Неумение водителя выдерживать рациональный режим при пуске, прогреве двигателя, а также в начале движения автомобиля и при непродолжительных его остановках сопровождается дополнительным увеличением доли «неэкономичных режимов» в общем балансе времени пребывания автомобиля на линии на 10...20%.

Холодный автомобиль, особенно работающий с сцепом, следует трогать с места на первой передаче, обеспечивая тем самым минимальный необходимый прогрев трансмиссии и надежность ее работы в целом.

При движении непрогретого автомобиля стабилизация расхода топлива (даже при температуре окружающего воздуха 5...15° С) наступает, как правило, после 10...15 км пути. Наиболее сложная проблема — обеспечение рационального температурного режима трансмиссии и шин.

Двигатель легкового автомобиля среднего класса, прогретый до оптимальной температуры, обеспечивает пробег 7,2 км/л, до температуры 30° С — 5,9 км/л, а холодный — 4,7 км/л.

Расход топлива прогретым автомобилем «Волга» ГАЗ-24 при испытании его на динамометрическом стенде в соответствии с рекомендациями ездового цикла составляет 18 л/100 км, а в холодном состоянии — 21,6 л/100 км, т. е. на 25% выше.

Снижение температуры охлаждающей жидкости с 85° С до 45° С увеличивает расход топлива на 10% практически у всех автомобильных двигателей. Причем снижение температуры на каждые 10° С приводит

к ухудшению топливной экономичности автомобиля на 2,5%. Все приведенные цифры относятся к условиям движения автомобиля на горизонтальной дороге.

В эксплуатационных условиях двигатель грузового автомобиля средней грузоподъемности, например ЗИЛ-130, с оптимальным температурным режимом обеспечивает пробег 3,2 км/л, прогретый до температуры 30°С несколько меньше — 2,62 км/л, а при холодном двигателе 2,18 км/л.

**Разгон автомобиля.** Экономичный разгон автомобиля может быть охарактеризован комплексом равноценных параметров, обеспечивающих минимально возможный расход топлива.

Момент переключения передач грузового автомобиля средней грузоподъемности, например ЗИЛ-130, с карбюраторным двигателем по скорости движения или частоте вращения коленчатого вала должен соответствовать: первая передача — трогание с места (холостой ход, 450...500 об/мин), вторая передача — 9 км/ч (2250...2300 об/мин), третья передача — 14...15 км/ч (2000...2100 об/мин), четвертая передача — 25...30 км/ч (1800...1900 об/мин) и пятая передача — 30...35 км/ч (1500...1600 об/мин). В любом случае продолжительность разгона на промежуточных передачах должна быть сведена к минимуму.

Продолжительность разгона автомобиля ЗИЛ-130 с места путем последовательного переключения передач до эффективной экономичной скорости 60 км/ч не должна превышать 26 с, путь разгона не должен превышать 300 м, а дроссельная заслонка должна открываться с интенсивностью 40 град/с.

Разгон автомобиля с дизелем на каждой из промежуточных передач до конечной скорости из-за наличия все-режимного регулятора осуществляется по внешней характеристике. Экономичный разгон в целом должен соответствовать полной подаче топлива, а переключение на высшие передачи необходимо производить при частоте коленчатого вала двигателя, равной 0,65...0,75 максимальной частоты вращения.

Момент переключения передач в автомобиле КамАЗ-5320 в зависимости от скорости движения должен соответствовать: первая передача — трогание с места (холостой ход, 500...550 об/мин), вторая передача —

10,5 км/ч, третья передача — 20,5 км/ч, четвертая передача — 35,5 км/ч и пятая передача — 59,5 км/ч.

Продолжительность разгона автомобиля КамАЗ-5320 (с нагрузкой 8,1 т) до скорости 60 км/ч путем последовательного переключения передач не должна превышать 350 м, а при разгоне на прямой передаче — не выше 525 м.

Разгон автомобиля путем включения очередной ступени коробки передач будет экономичен лишь в том случае, если продолжительность последующей фазы установившегося движения на этой передаче превышает путь разгона на 50...100%.

**Постоянная скорость.** Продолжительность работы автомобиля на установившихся режимах относительно невелика. Вместе с тем ее влияние на основные показатели автомобиля весьма заметно.

Грузовые автомобили на междугородных магистралях в общей сложности около 40% двигаются со скоростью 60 км/ч, в центральной части города — 22 км/ч, а на хордовых маршрутах крупных городов — 29 км/ч. Движение автомобилей с постоянными скоростями обеспечивает снижение расхода топлива на 35...42% по сравнению с неустановившимися режимами.

Минимальный расход топлива грузовыми автомобилями с карбюраторными двигателями при движении по горизонтальному участку соответствует скорости 25...30 км/ч, а с дизельными двигателями 35...40 км/ч. Вместе с тем следует отметить, что при движении автомобиля с этими скоростями снижается его производительность. Экономичная скорость движения грузовых автомобилей с учетом транспортной работы на горизонтальном участке дороги на прямой передаче соответствует 60...65 км/ч.

С экономической точки зрения автомобиль должен по возможности двигаться на прямой передаче, и технические характеристики современных автомобилей обеспечивают такое движение. Минимальная устойчивая скорость движения грузовых автомобилей средней грузоподъемности с карбюраторными двигателями на прямой передаче составляет 12...15 км/ч, газобаллонных — 18...22 км/ч, легковых — 20...25 км/ч; грузовых автомобилей с дизелями — 25...30 км/ч.

В городских условиях эксплуатации продолжительность включения прямой передачи для грузовых автомо-

билей составляет 40...50%, а количество включений прямой передачи, проходящих на 1 км пути, — 1,5...1,8 раза. На междугородных магистралях эти цифры меняются соответственно на 94...97% и 0,4.

Общие методические рекомендации сводятся к тому, что продолжительность движения автомобиля на прямой передаче должна превышать предшествующую ей фазу разгона не менее чем на 15...20%. Только в этом случае обеспечивается экономичная работа автомобиля и переход на высшую передачу оправдан.

Переходить на высшую передачу целесообразно лишь в том случае, если общее время, затрачиваемое на переключение и движение на промежуточных передачах, будет меньше, чем продолжительность работы автомобиля на прямой передаче.

Движение автомобилей с постоянными скоростями во всех случаях должно осуществляться на наивысших для данных условий передачах.

Важным моментом в снижении расхода топлива является правильный выбор водителем необходимой передачи применительно к конкретной дорожной обстановке. При частоте вращения коленчатого вала грузовых автомобилей, равной  $0,4...0,5 n_{max}$ , необходимо переходить на повышенную передачу, а при частоте вращения коленчатого вала, равной  $0,3...0,35 n_{max}$ , — на низшую.

В городских условиях автомобильные двигатели в целом эксплуатируются вне экономичной области, т. е. при пониженных частотах вращения коленчатого вала и на частичных нагрузках, для которых характерны повышенные удельные расходы топлива. Экономичные режимы работы двигателя находятся между 45 и 75%<sup>1</sup> максимальной частоты вращения коленчатого вала, что вытекает из анализа универсальных характеристик.

**Замедление автомобиля.** Снижение скорости движения автомобиля необходимо производить плавно, с максимальным использованием наката. Использование наката наиболее эффективно при движении по дороге с переменным профилем. Торможение автомобиля с помощью рабочей тормозной системы необходимо выполнять, не выключая сцепления, и при положении педали подачи топлива, соответствующем холостому ходу. При экономичном управлении тормоза следует применять только для фиксирования положения автомобиля.

В процессе движения водитель должен выбирать та-

кую скорость, которая обеспечивала бы при смене сигнала светофора приближение к перекрестку накатом. Такой режим безопасен, а техника его применения проста. Для движения накатом необходимо выжать сцепление, перевести рычаг переключения передач в нейтральное положение и отпустить педаль сцепления.

Умелое использование наката в зависимости от сложности дорожной обстановки обеспечивает экономию топлива до 4%. Наибольший эффект накат дает на магистралях с длинными пологими спусками, на которых можно сэкономить до 10% топлива.

**Преодоление подъемов.** Техника экономичного преодоления подъемов тесным образом связана с их протяженностью и крутизной. Во всех случаях на подъеме следует избегать переключения передач.

Преодоление подъема с точки зрения необходимых затрат энергии аналогично увеличению сопротивления качению. В процессе движения по дороге с переменным профилем максимальные подъемы, преодолеваемые автомобилями, составляют 30...32%. Автомобили могут без особых затруднений преодолевать подъемы следующей крутизны: на первой передаче 30...34%, второй — 18...20%, третьей — 10...12%, четвертой — 6...8% и пятой — 6%. Большие величины относятся к легковым автомобилям, а меньшие — к грузовым при их движении по дорогам с твердым покрытием.

Пологие подъемы крутизной до 0,5% в равнинной местности и крутизной до 4% в пересеченной местности целесообразно преодолевать на прямой передаче. Короткие подъемы с хорошим дорожным покрытием необходимо преодолевать с разгона путем предварительного набора соответствующей скорости на прямой передаче.

Надо помнить, что чем выше скорость движения, тем больше запас мощности. Так, при движении автомобиля ЗИЛ-130 на подъеме со скоростью 35 км/ч с увеличением дорожного сопротивления скорость падает настолько, что необходимо переходить на пониженную передачу, что сопровождается увеличением расхода топлива. При наборе же перед подъемом скорости 65 км/ч автомобиль движется с определенным запасом мощности, достаточным для преодоления дорожного сопротивления на прямой передаче.

Крутые подъемы в холмистой местности необходимо преодолевать на одной из пониженных передач, но так,

чтобы набрать необходимую скорость движения. В этих условиях наиболее экономично движение на четвертой передаче.

Крутые подъемы 5...7% необходимо преодолевать на одной из пониженных передач с обязательным предварительным разгоном автомобиля. Техника преодоления подъемов (до 12% и выше) в горных условиях такая же, как и на холмистой местности.

**Движение на спуске** можно осуществлять накатом или путем торможения двигателем. При торможении двигателем педаль подачи топлива необходимо перевести в положение холостого хода. Для этого нужно снять ногу с педали управления подачей топлива. При торможении наибольший эффект достигается на первой передаче, а наименьший — на прямой. Движение накатом с разобщенной от двигателя трансмиссией или включенной (прямой) передачей приводит к увеличению начальной скорости движения автомобиля.

Движение на спуске относят к числу наиболее важных элементов дорожного движения, дающих возможность экономить топливо. В этом случае квалифицированные водители, не забывая о безопасности движения, разумно используют кинетическую энергию автомобиля, запасенную в процессе преодоления подъема.

Понятно, что на спуске скорость движения зависит от состояния дороги, длины участка, его крутизны, а также условий обзорности. Спускаясь, автомобиль всегда теряет часть энергии, связанной с подтормаживанием автомобиля.

Средняя скорость движения легковых автомобилей на горных дорогах в связи с этим снижается на 30...40%, а грузовых — на 60...70%.

Водитель должен помнить, что на спуске под действием силы тяжести скорость движения автомобиля постепенно увеличивается. На участках крутизной свыше 6% водитель должен контролировать скорость движения подтормаживанием, что сопровождается увеличением расхода топлива.

По условиям безопасности дорожного движения выключение зажигания на крутых спусках категорически запрещается. Наибольший эффект замедления достигается при включении первой передачи. Ни в коем случае нельзя ставить рычаг переключения передач в ней-

тральное положение. Торможение только двигателем приводит к его чрезмерному износу.

На спуске целесообразно включать ту же передачу, которая на этом участке обеспечивает эффективный подъем автомобиля. Расход топлива автопоездом ЗИЛ-130 на подъеме крутизной 12% составляет 148 л/100 км, средняя скорость движения достигает 20,1 км/ч.

Экономичная и эффективная работа автомобиля на спуске возможна только после неоднократных тренировок.

**Холостой ход**, при котором двигатель не совершает полезной транспортной работы, должен быть сведен к минимуму. В случае продолжительной стоянки или запланированной остановки водитель не должен допускать работы двигателя на холостом ходу свыше двух минут. Останавливать двигатель перед светофорами, работающими в нормальном цикле, во всех случаях крайне нежелательно.

Заметное влияние системы холостого хода на показатели экономичности автомобиля связано с тем, что она продолжает работать и на режимах частичных нагрузок (до 30...40% мощности), оказывая существенное влияние на расход топлива.

Соблюдение регулировочных параметров системы холостого хода и ее правильная техническая эксплуатация обеспечивают снижение расхода топлива на 1...1,5%.

**Маршрут движения.** Хорошее знание Правил дорожного движения, расположения улиц и дорожной сети города в целом, их состояния, а также напряженности дорожного движения в конкретный период — составная часть экономического управления автомобилем. Все это позволяет водителям быстро и правильно ориентироваться в сложной обстановке и выбирать наиболее целесообразные для данных условий маршруты движения.

Водитель, работающий в течение длительного времени на одном и том же объекте, должен хорошо знать паспорт маршрута: протяженность, количество светофоров и перекрестков, расход топлива и состояние дорожной сети. Он обязан испробовать все возможные варианты экономичного маршрута, а затем остановиться на наиболее рациональном, обеспечивающем более вы-

сокие скорости движения и наименьший расход топлива.

**Разгон автомобиля.** В городских условиях расход топлива на режимах разгона составляет 45...50%. В напряженные часы пик этот расход увеличивается на 10...20%.

Разгоны автомобиля при небольшом открытии дроссельной заслонки (до 25%) неэффективны, так как затягивается набор скорости и увеличивается продолжительность разгона.

Экономичными разгонами для легковых автомобилей с высокооборотными двигателями следует считать разгоны, полученные при открытии дроссельной заслонки на 50% и переключении передач при частоте вращения коленчатого вала 3000...3600 об/мин.

Разгон автомобиля в случае открытия дроссельной заслонки на 75% и выше неэффективен, так как не обеспечивает экономичной работы автомобиля.

Различным передачам соответствуют различные диапазоны изменения скоростей движения. Для грузовых автомобилей средней грузоподъемности: на первой передаче 3...11 км/ч, второй — 5,6...22 км/ч, третьей — 10...39 км/ч, четвертой — 16...60 км/ч и пятой — 15...90 км/ч. Для легковых автомобилей малого класса: на первой передаче — 5...44 км/ч, второй — 10...75 км/ч, третьей — 15...90 км/ч и четвертой — 20...145 км/ч.

Из приведенных данных следует, что перекрытие диапазонов скоростей на промежуточных передачах обеспечивает плавное увеличение скорости движения автомобилей. Момент переключения передач для режимов экономичного управления автомобилем должен соответствовать минимальному расходу топлива на соответствующей передаче и скорости движения.

Первая передача в процессе движения используется только для трогания автомобиля с места и в трудных дорожных условиях. В этом случае работа автомобиля сопровождается повышенным износом двигателя и выбросом значительного количества вредных веществ.

В процессе переключения передач не следует превышать оптимальную частоту вращения коленчатого вала на выбранной передаче. Для легковых автомобилей малого класса переключению передач должны соответствовать следующие значения частот вращения: второй передаче — 2000 об/мин, третьей — 1850 об/мин, четвер-

той — 1550 об/мин. Для грузовых автомобилей средней грузоподъемности: первой передаче — 2500 об/мин, второй — 2250 об/мин, третьей — 2000 об/мин, четвертой — 1800 об/мин, пятой — 1800 об/мин.

**Обгон** — один из способов экономии топлива. Мотивы обгона могут быть разными. Но если он совершается для экономии топлива, то водителю полезно знать некоторые общие правила его выполнения и потенциальные топливно-скоростные качества своего автомобиля. Тактика и техника выполнения обгона в городских и загородных условиях заметно отличаются. В последнем случае возможность и необходимость обгона возникают гораздо чаще.

Для экономичного обгона следует выбрать соответствующую дистанцию. Не следует приближаться к обгоняемому автомобилю на такое расстояние, при котором возникает необходимость включения понижающей передачи с последующим маневрированием и набором соответствующей скорости. Во всех случаях обгон необходимо выполнять так, чтобы набранная скорость в дальнейшем не снижалась, не было торможений или остановок автомобиля. В начале манёвра расстояние до обгоняемого автомобиля выбирается таким, чтобы весь обгон можно было провести на прямой передаче.

Не надо забывать о том, что обгон в большинстве случаев связан с дополнительным расходом топлива. Например, в городских условиях средняя скорость движения от количества совершаемых обгонов почти не зависит, однако расход топлива при этом повышается на 20...25 %.

В большинстве случаев обгон совершают легковые автомобили. Водитель должен правильно определить скорость обгоняемого транспортного средства и наличие впереди него свободного пространства. Ранний выезд автомобиля из занимаемого ряда для выполнения обгона сопровождается увеличением продолжительности манёвра и удлинением пути обгона, поздний — приводит к росту ускорений и дополнительному расходу топлива.

По многополосной магистрали выезд в левый ряд для выполнения обгона не представляет особых трудностей, а при движении по магистрали с одной полосой в каждом направлении водитель должен уделять повышенное внимание безопасности движения.

## **Правильная смена полосы движения обеспечивает экономичную работу автомобиля**

Как правило, смену полосы движения осуществляют с целью увеличения скорости движения, но при этом на 15...20% возрастает количество включений сцепления и на 35...40% тормозов.

Качество выполнения смены полосы движения в городских условиях влияет на расход топлива только в том случае, если их количество составляет не менее двух на 1 км пути.

Действия водителя при смене полосы должны быть быстрыми и четкими, он должен по возможности точно определить расстояние, обеспечивающее эффективное выполнение маневра. Если не удастся своевременно сменить полосу движения с целью обгона, то маневр следует отложить до следующего благоприятного участка.

### **И на закруглении можно двигаться экономично**

Движение на закруглениях всегда связано с дополнительным расходом топлива на 1...8%. По условиям безопасности движения кривые необходимо проходить со скоростями, предписываемыми дорожными указателями.

Плавные кривые с радиусами кривизны более 1000 м обеспечивают автомобилю оптимальные скорости, а при радиусе кривизны 2000 м условия движения приближаются к условиям движения на горизонтальном участке дороги. На участках с небольшим радиусом кривизны (около 400 м) понижающую передачу использовать нецелесообразно. Прохождение таких поворотов сопровождается притормаживанием автомобиля.

Проходя поворот, следует обратить внимание на плавность вращения рулевого колеса. Чем круче поворот, тем плавнее необходимо поворачивать рулевое колесо. Резкий поворот рулевого колеса на большой скорости может вызвать скольжение передних колес и ухудшить топливную экономичность.

## ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РАСХОД ТОПЛИВА

Организационно-технологические факторы оказывают решающее влияние на экономное использование топлива на автомобильном транспорте. К этим факторам следует отнести характер транспортной работы, режимы и маршрут движения, дорожные условия. Важное место занимает также правильное использование коэффициентов грузоподъемности и пробега автомобилей.

### 1. ПОВЫШЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ АВТОМОБИЛЯ

Чтобы понять, каким образом коэффициент использования грузоподъемности  $\gamma$  влияет на расход топлива, рассмотрим конкретный пример. Удельный расход топлива на выполнение транспортной работы при эксплуатации автомобиля ЗИЛ-130 с прицепом по мере увеличения полезной нагрузки заметно уменьшается. Так, при движении автомобиля с установившейся скоростью 30 км/ч удельный расход топлива на единицу транспортной работы снижается на 88% по отношению к контрольному расходу (33,8 г/ткм) и на 40% по отношению к эксплуатационной норме.

Этот удельный расход при полезной нагрузке 11,5 т составляет 18 г/ткм, а при уменьшении нагрузки до 2 т возрастает до 69,8 г/ткм. Для сравнения отметим, что на перемещение собственной массы автомобиля на расстояние 1 км расходуется 122 г/ткм. Таким образом, энергетические затраты, связанные с перемещением собственной массы автомобиля, достигают в общем топливном балансе 65%.

Средний расход топлива автомобилем КамАЗ-5320 с различной полезной нагрузкой при движении его по дороге с переменным профилем показан на рис. 18. Так как расход топлива на перемещение собственной мас-

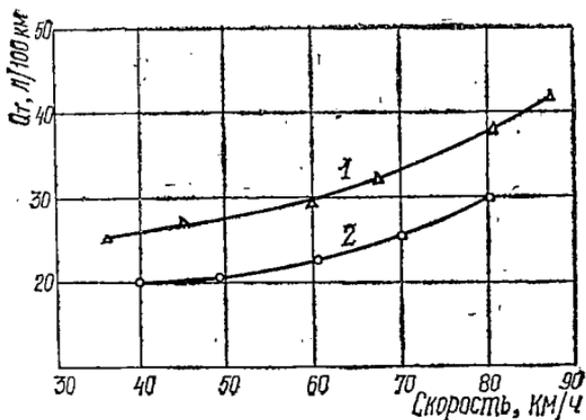


Рис. 18. Расход топлива автомобилем КамАЗ-5320 на дороге с переменным продольным профилем:

1 — нагрузка 8,1 т  
2 — нагрузка 4 т

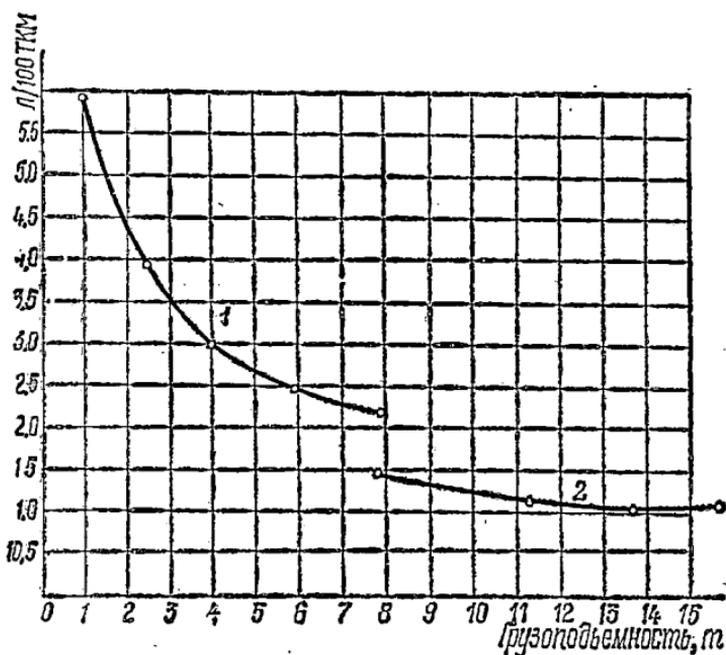


Рис. 19. Расход топлива на транспортную работу грузовыми автомобилями:

1 — карбюраторный двигатель; 2 — дизель

сы автомобиля составляет 65%, то несмотря на увеличение нагрузки в 2 раза (с 4 до 8 т) расход топлива возрастает в среднем только на 20%.

Среднестатистические значения расхода топлива на выполнение единицы транспортной работы автомобиля-

ми с дизелем и карбюраторным двигателем представлены на рис. 19. Из рисунка следует, что увеличение грузоподъемности автомобиля ведет к заметному снижению этого расхода. Если у автомобиля грузоподъемностью 5 т расход топлива составляет 2,5 л/100 ткм, то у автопоезда он снижается до 1,8 л/100 ткм.

Эффективное использование прицепов — наиболее доступный резерв экономного расходования автомобильного топлива в отрасли.

## **2. ПОВЫШЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОБЕГА АВТОМОБИЛЕЙ**

Этот коэффициент наиболее высок при междугородных перевозках — 0,812, а наиболее низок — при городских.

Увеличение коэффициента использования пробега автомобилей с карбюраторными двигателями на 0,5% и с дизелями на 0,4% при междугородных перевозках обеспечивает экономию топлива соответственно на 46 и 17 тыс. т.

Наиболее важные мероприятия рационального использования автомобильного топлива — это совершенствование технологии транспортного процесса, повышение административной ответственности работников автомобильного транспорта, службы ГАИ и грузоотправителей за использование коэффициента пробега и грузоподъемности на магистральных перевозках грузов.

Увеличение коэффициента использования пробега  $\beta$  на 1% при междугородных перевозках снижает расход топлива у автомобилей с карбюраторными двигателями (ЗИЛ-130) на 6,8%, а с дизелями — на 1,1%. В городских условиях экономия топлива составляет соответственно 2,9 и 2,3%.

## **3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА**

Экспериментальная оценка эффективности топливоиспользования в различных условиях дорожного движения показала, что расход топлива на единицу транспорт-

ной работы автомобилем ЗИЛ-130 на магистральном междугородном сообщении составляет 40 г/ткм, в городских условиях — 54 г/ткм, а при движении по грунтовой дороге удовлетворительного состояния — 67 г/ткм.

При междугородных перевозках расход топлива на единицу транспортной работы у автомобиля средней грузоподъемности с дизелем на 32% меньше, чем у автомобиля с карбюраторным двигателем такой же мощности, и составляет при скорости движения 40 км/ч соответственно 17 и 22 см<sup>3</sup>/ткм.

Эффективность топливоиспользования в сельскохозяйственных перевозках предопределяется спецификой дорожных условий и коэффициентом использования грузоподъемности транспортных средств. Из-за относительно высокой неопределенности этих факторов показатели топливоиспользования изменяются в весьма широких пределах. Например, при движении автомобиля ЗИЛ-130 по грунтовой дороге расход топлива составляет 33,6 кг/100 км, а на загородном шоссе только 25,05 кг/100 км.

**Совершенствование системы пассажирских перевозок.** Удельные нормы расхода топлива при пассажирских перевозках дифференцированы. Они отражают региональные условия, структуру дорожного движения и достигнутый организационно-технологический уровень по экономии топлива в отрасли.

Удельная норма расхода топлива для автобусов с карбюраторными двигателями составляет 14,7 г/пас. км, а с дизелями — 10,8 г/пас. км.

В перспективе показатели топливоиспользования автобусов с карбюраторными двигателями могут быть доведены до 6,5 г/пас. км, а с дизелями — до 5,1 г/пас. км.

Удельная норма расхода топлива на пассажирских таксомоторных перевозках достигла 135 г/пл. км, фактический же расход топлива изменяется от 133 до 143 г/пл. км. Совмещение целевых поездок в одном экипаже и организация приоритетного движения обеспечивают повышение эффективности топливоиспользования.

Для экономии топлива важное значение имеет разработка и внедрение дифференцированного расписания

по часам суток с промежуточными контрольными пунктами для городских автобусных маршрутов. Это позволит снизить расход топлива на 2,2%. Организация экстренных и скоростных маршрутов, кроме удобства для пассажиров, способствует уменьшению расхода топлива до 5%.

**Регулирование дорожного движения.** Продолжительность нетяговых режимов в общем балансе времени пребывания автомобиля на линии в настоящее время достигает 40%, а плотность и интенсивность движения продолжает расти. Поэтому система регулирования направлена на увеличение пропускной способности дорожной сети, повышение средних скоростей транспортных потоков, снижение неравномерности движения и расхода топлива.

Увеличение в городских условиях эксплуатации средней скорости движения сопровождается снижением расхода топлива на 0,35%.

Для регулирования дорожного движения наиболее широко применяются фиксированная и оперативная системы светофорной сигнализации. Первая обеспечивает синхронизацию и регулирование отдельных команд на перегонах (принцип «Зеленая волна»). Вследствие упорядочения дорожного движения эта система повышает среднюю скорость и интенсивность транспортных потоков.

Вторая система управляет дорожным движением с помощью ЭВМ в реальном масштабе времени (например, система «Старт» в Москве). Использование обратной связи в этой системе заметно повышает эффективность регулирования дорожного движения.

Автоматизированные системы управления дорожным движением уменьшают расход топлива до 8...10% и являются прообразом перспективных систем, гарантирующих оптимальные скорость дорожного движения и расход топлива в крупных городах.

**ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
И РАСХОДА ТОПЛИВА  
В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

---

**1. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ  
И РАСХОДА ТОПЛИВА В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ**

Эксплуатация автомобилей в зимнее время имеет ряд специфических особенностей. При низких температурах пуск и прогрев двигателя затруднен в связи с ухудшением испарения топлива и возрастанием механических потерь.

Зимой автомобили расходуют около 50% топлива при неоптимальных режимах двигателя, а для коробки передач, заднего моста и шин эти режимы вообще не достигают оптимальных значений. Эксплуатация автомобилей с пониженной температурой охлаждающей жидкости всегда связана с увеличением расхода топлива, что у непрогретого двигателя приводит к обогащению горючей смеси. Это происходит из-за прикрытия воздушной заслонки карбюратора и увеличенных потерь на трение, связанных с повышением вязкости моторного масла.

Наиболее доступный резерв снижения расхода топлива зимой связан с поддержанием на входе в карбюратор оптимальной температуры воздуха. В реальных условиях эксплуатации температура воздуха перед карбюратором должна быть 35° С. Ее увеличение неизбежно ведет к снижению мощности двигателя и ухудшению его топливной экономичности до 3% и более, а снижение температуры воздуха на каждые 10° С уменьшает топливную экономичность на 2%.

В холодной климатической зоне нашей страны эксплуатируется около 10% грузовых автомобилей. Суровые условия Крайнего Севера, северо-востока и северо-запада страны при слаборазвитой дорожной сети создают особую специфику эксплуатации, которую учитывает промышленность, выпуская подвижной со-

став в северном исполнении, рассчитанный на его использование при температурах воздуха до  $-60^{\circ}\text{C}$ .

Теплорегулирующий комплекс (утеплительные чехлы, шторы, теплоизоляция моторного отсека, устройство для отключения вентилятора, термостат и защитные поддоны) обеспечивает рациональный тепловой режим двигателя при температурах наружного воздуха до  $-60^{\circ}\text{C}$ . Одно из наиболее важных мероприятий эффективной эксплуатации — обеспечение автомобильного транспорта «северными» сортами нефтепродуктов.

## 2. ОСОБЕННОСТИ ЗИМНЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Доля топлива, потребляемого индивидуальными автомобилями, составляет 6% от общего баланса топлива для автомобильного транспорта. Число таких автомобилей, эксплуатирующихся в зимний период, в зависимости от региональных условий составляет от 40 до 60% их общего числа в стране. Всего в личном владении находятся: автомобилей семейства ВАЗ — 40%, семейства АЗЛК — 22%, автомобилей «Волга» ГАЗ-24 — 17%, «Запорожец» ЗМЗ-968 — 16%, прочие марки — 5%.

Величина перерасхода топлива из-за недостаточной квалификации водителей, несовершенства конструкции автомобилей и службы автосервиса, специфических зимних условий эксплуатации, несоответствия технического состояния автомобилей нормам, а также несовершенства транспортных коммуникаций составляет 2,8 л/100 км. Кроме того, из-за отсутствия приборов для оценки технического состояния автомобилей перерасход топлива может достигать 30...40%. С учетом всех этих факторов на индивидуальном автомобильном транспорте перерасходуется около 1,5 млн. т бензина.

По отдельным факторам перерасход топлива может составить:

потери, связанные с предпусковыми операциями при безгаражном хранении . . . . .	2...3%
несоблюдение правил эффективного пуска и прогрева двигателя, трогания автомобиля с места, начала движения . . . . .	3...3,5%
обледенение карбюратора . . . . .	5...10%
применение низкосортного бензина . . . . .	5...6%

неоптимальный выбор передачи и скорости движения	15...25%
нерациональное выполнение режимов разгона и замедления автомобиля	4...6%
нарушение технического состояния автомобиля, в том числе:	
предельный износ цилиндро-поршневой группы	8...10%
нарушение регулировочных зазоров в механизме газораспределения	4...5%
отложение накипи и нагара на внутренних поверхностях двигателя	2...3%
нарушение регулировок карбюратора	10...15%
повышение гидравлического сопротивления воздушного фильтра	5...6%
нарушение регулировок и технического состояния системы зажигания	5...8%
отложение нагара на электродах свечей зажигания	1,5...2%
чрезмерная затяжка подшипников главной передачи, ступиц колес и тормозных барабанов	16...18%
снижение давления воздуха в шинах по сравнению с нормой на:	
10...15%	3,5...4%
20...25%	8...9%
нарушение регулировок сцепления	1...1,5%
неправильное схождение передних колес на 1 мм по сравнению с оптимальным значением	3...4%

Для сокращения перерасхода топлива в зимних условиях эксплуатации следует комплексно решать такие взаимосвязанные организационно-технические и социальные задачи, как повышение квалификации и профессионального мастерства водителей, совершенствование конструкции автомобилей, улучшение службы автосервиса.

### 3. ОСОБЕННОСТИ ПУСКА, ПРОГРЕВА И РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

В современных карбюраторах применены усовершенствованные пусковые системы, благодаря которым распыливание и испарение топлива улучшаются.

В прежних конструкциях пусковые системы были выполнены в виде воздушной заслонки с тарельчатым клапаном и системы рычагов, приоткрывающих дроссельную заслонку. Сейчас используется диафрагменный механизм, приоткрывающий воздушную заслонку после пуска двигателя, или автомат, выполняющий эту операцию под действием разрежения.

Пусковые системы современных карбюраторов двигателей легковых и грузовых автомобилей можно разделить на четыре группы:

с автоматической воздушной заслонкой;  
с полуавтоматической воздушной заслонкой;  
со специальным пусковым карбюратором;  
с термостатическим управлением.

Быстрый и надежный пуск двигателей в зимний период в значительной мере определяет эксплуатационную надежность автомобиля в целом, что особенно важно при безгаражном хранении. Кроме того, он представляет собой надежный резерв экономии топлива в размере 2...3%.

Эффективность пуска непосредственно зависит от значения пусковой частоты вращения коленчатого вала двигателя. С понижением температуры воздуха неизбежно возрастает вязкость моторного масла и снижается пусковая частота вращения. Одновременно с этим ухудшаются условия смесеобразования и распределения топлива по цилиндрам.

Для надежного пуска необходимо создавать условия, при которых вязкость моторного масла обеспечивала бы частоту вращения коленчатого вала не ниже 50 об/мин.

Наибольшее влияние на увеличение сопротивления проворачиванию коленчатого вала оказывают подшипники скольжения. Влияние ЦПГ не столь велики, так как в ней зазоры больше и масло успевает стечь после остановки двигателя.

Для пуска холодного двигателя весьма эффективно применение мощных передвижных электростартеров, однако при этом повышается износ трущихся пар двигателя.

Прогрев двигателя имеет ряд особенностей, которые можно рассмотреть на примере автомобиля «Москвич-2140». Даже при температуре окружающей среды  $+18^{\circ}\text{C}$  продолжительность прогрева двигателя на режиме минимальной частоты вращения коленчатого вала составляет 20 мин. В случае же повышения частоты вращения коленчатого вала продолжительность прогрева сокращается до 15 мин, но расход топлива увеличивается в 2...2,5 раза. Так как и содержание СН в выхлопных газах на режимах прогрева возрастает в 1,9...2,2 раза, то прогрев двигателя до рабочих температур целесообразно осуществлять во время движения автомобиля.

Прогрев автомобиля при температуре воздуха

—18° С происходит на протяжении 10 км или в течение 35 мин.

Легковой автомобиль среднего класса, например «Волга» ГАЗ-24, при температуре окружающего воздуха —16...18° С расходует на первый километр пути топлива в 2,5 раза больше, чем при нормальном тепловом состоянии. Значение расхода топлива в это время составляет 25,5 л/100 км, а через 3 км пути оно снижается до 20 л/100 км. Из всего этого следует, что короткие выезды автомобиля зимой чрезвычайно невыгодны.

Чтобы двигатель во время продолжительных остановок не так скоро остывал, необходимо утеплять моторный отсек, а решетку спереди закрывать специальным чехлом. Чем дольше двигатель будет оставаться теплым, тем меньше он будет расходовать топлива в начале движения.

Разогрев трансмиссии, как правило, происходит в процессе движения, поэтому следует применять маловязкие загущенные масла и смазки, не застывающие до температуры —50° С. Начинать движение следует на низших передачах без рывков, с постепенным увеличением скорости.

#### **4. ОСОБЕННОСТИ ЭКОНОМИЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ ЗИМОЙ**

На заснеженных и обледенелых дорогах коэффициент сцепления составляет 0,18...0,20, что в 3...4 раза меньше, чем на сухой дороге. Поэтому водитель должен соблюдать повышенную осторожность, так как возможны заносы или складывание автопоезда. По условиям безопасности скорость движения не должна превышать 30...40 км/ч.

К числу наиболее важных причин, обуславливающих возникновение заноса автомобиля, следует отнести неравномерность тормозных сил на колесах. В случае заноса водитель должен прежде всего выключить сцепление, снизить интенсивность торможения, плавно уменьшить подачу топлива и поворотом рулевого колеса в сторону заноса восстановить прежнее направление движения автомобиля. В исключительных случаях можно притормаживать рабочим тормозом при включенном сцеплении. Тормозной путь на таких дорогах заметно увеличивается. Понятно, что такие условия движения

автомобиля. сопровождаются повышенным расходом топлива.

Зимой движение следует начинать плавно, предварительно прогрев двигатель на холостом ходу. Необходимо помнить, что резкое трогание автомобиля с места сопровождается пробуксовкой колес, ускоренным износом шин и повышенным расходом топлива.

В процессе движения переключение передач следует производить плавным перемещением рычага, обязательно выключив сцепление. Если при трогании с места не удастся включить нужную передачу, необходимо вторично выключить сцепление и снова включить передачу. Обычно необходимый прогрев агрегатов достигается за время движения автомобиля от стоянки к месту погрузки.

На заснеженных дорогах сопротивление качению увеличивается в 1,3...1,5 раза по сравнению с сопротивлением качению на дорогах с твердым чистым покрытием. Расход топлива в этом случае повышается в 1,2...1,3 раза. При снежном покрове глубиной до 10 см он возрастает в 3...4 раза.

По снежному покрову глубиной 10...20 см следует двигаться на одной из низших передач и при средней частоте вращения коленчатого вала, избегая переключения передач, иначе автомобиль быстро потеряет скорость и колеса начнут буксовать. Пробуксовка же ведущих колес во всех случаях явление вредное, сопровождающееся увеличенным расходом топлива на 20...25%. Нецелесообразно без необходимости и останавливаться в таких условиях, так как сила сцепления ведущих колес со снегом невелика и трогание автомобиля будет сопровождаться пробуксовкой колес. Опыт эксплуатации показывает, что при глубине снежного покрова до 15 см грузовые автомобили могут работать без цепей противоскольжения.

Двигаясь по скользкой дороге, во избежание заноса и потери управления, автомобиль следует вести плавно, без рывков со скоростью 20...25 км/ч по возможности на высшей передаче.

Все обледенелые подъемы необходимо преодолевать на низших передачах, а короткие — с разгона, используя инерцию автомобиля. В этом случае не рекомендуется выключать сцепление, переключать передачи и резко поворачивать рулевое колесо.

Затяжные подъемы со снежным покровом преодолеваются на одной (без переключения) передаче. Замедление автомобиля во время вынужденного переключения передач на подъеме в дальнейшем при разгоне потребует увеличения силы тяги на ведущих колесах. Результатом будет пробуксовка колес и дополнительный расход топлива.

Управлять автомобилем на спуске по скользкой или заснеженной дороге в ряде случаев гораздо сложнее, чем на подъеме. Передача должна быть включена, а двигатель работать устойчиво. На крутом и длинном спуске с малым радиусом поворота скорость движения автомобиля не должна превышать 15 км/ч. Чем круче спуск, тем более низкая передача (вплоть до первой) должна быть включена.

Для ограничения скорости движения на спуске наряду с торможением двигателем (при включенной передаче) целесообразно плавно притормаживать рабочим тормозом.

Важное практическое значение в зимних условиях эксплуатации имеет профилактическая работа различных служб АТП. Наряду с обучением водителей управлению автомобилем при неблагоприятных погодных условиях необходимо в плановом порядке проводить организационные и технические мероприятия по выбору рационального маршрута с учетом состояния дорожной сети региона, по обоснованию допустимой массы буксируемого прицепа, своевременной смене масел и смазок, ограничению времени стоянки автомобиля с работающим двигателем. Необходимо оценить влияние этих факторов на расход топлива применительно к конкретным условиям эксплуатации.

## **5. ПОДГОТОВКА АВТОМОБИЛЯ К ЗИМНЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

С понижением температуры ухудшаются процессы смесеобразования, что затрудняет пуск двигателя и увеличивает непроизводительные потери топлива, связанные с увеличением сопротивления движению автомобиля. В подготовительный период необходимо свести к минимуму эти отрицательные явления. Для этого прежде всего надо заправить агрегаты и системы автомобиля соответствующими сортами масел, смазок и рабочих

жидкостей. В дальнейшем следует обратить особое внимание на техническое состояние агрегатов и систем, их готовность к зимней эксплуатации. Заключительный этап подготовки автомобиля связан с проведением комплекса работ, направленных на повышение эффективности средств облегчения пуска двигателя и теплорегулирующего комплекса в целом.

Регулировочные параметры системы питания должны быть приведены в полное соответствие с рекомендациями по зимней эксплуатации автомобиля, производительность ускорительного насоса карбюратора увеличена на 30% (у некоторых карбюраторов для этого предусмотрено специальное устройство).

Воздушная заслонка должна плотно прилегать к корпусу карбюратора: чем меньше регулировочные и технологические зазоры, тем эффективнее пуск двигателя. Кроме того, нужно проверить и отрегулировать работу воздушной заслонки и размещенных на ней клапанов.

Пусковые качества двигателя существенно ухудшаются при негерметичной впускной системе. В основном это возникает из-за неплотного прилегания корпуса карбюратора к впускному трубопроводу, что связано с короблением фланца. Такой дефект приводит к увеличению расхода топлива на 5...6%.

Регулировать систему холостого хода на минимальный расход топлива целесообразно. Ведь зимние условия эксплуатации характеризуются пониженным тепловым состоянием двигателя, что совместно с обеднением горючей смеси будет вызывать неустойчивую работу и, как правило, сопровождаться остановкой двигателя.

Независимо от режима работы теплорегулирующий комплекс автомобиля должен обеспечивать необходимое тепловое состояние двигателя при температурах окружающего воздуха до  $-60^{\circ}\text{C}$ . Конструкция утеплительного чехла и фиксирующих его элементов должна позволять легко и быстро открывать капот автомобиля. Материал чехла должен сохранять эластичность при низких температурах. Шторка радиатора в закрытом состоянии должна препятствовать поступлению холодного воздуха через радиатор в подкапотное пространство и в открытом — обеспечивать проход холодного воздуха, полностью исключая перегрев двигателя.

В подготовительный период необходимо обратить внимание на состояние кабины, ее основной и дополнительной систем отопления и вентиляции. Кабина водителя у автомобилей в северном исполнении защищена специальной теплоизоляцией. В обычных автомобилях поставить теплоизоляцию можно силами АТП. Для обивки и облицовки внутренних поверхностей кабины следует применять негигроскопичные изоляционные материалы и покрытия с малым коэффициентом теплопроводности. Уплотнения дверных проемов, различных люков, мест выхода рычагов и педалей управления автомобилем выполняются из материалов, обладающих необходимой эластичностью при низких температурах.

В подготовительный период следует обратить внимание на эффективность действия предпусковых подогревателей. Продолжительность разогрева двигателя (масла и блока) до температуры охлаждающей жидкости  $+50^{\circ}\text{C}$  и масла не ниже  $20^{\circ}\text{C}$  не должна превышать 30 мин. Это требование связано с эффективностью работы аккумуляторных батарей, обеспечивающих при температуре  $-40^{\circ}\text{C}$  приведение в действие всех устройств разогрева двигателя.

Дополнительные защитные поддоны и брызговики должны быть надежно закреплены и исключать попадание снега и холодного воздуха в моторный отсек, термостат должен быть отрегулирован на температурный режим в пределах  $-60...+120^{\circ}\text{C}$ .

Для движения по снежному покрову необходимо привести в исправное состояние цепи противоскольжения, на обледенелых дорогах следует использовать шины с зимним рисунком протектора, оборудованные шипами противоскольжения.

## **6. ОСОБЕННОСТИ ЭКОНОМИЧНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ЖАРКИХ УСЛОВИЯХ**

Нормальная работа всех сопряжений автомобильного двигателя возможна только в определенном интервале температур. Нижняя граница определяется условиями возникновения конденсации продуктов сгорания топлива на стенках цилиндров, а верхняя — условиями смазки взаимодействующих элементов.

В настоящее время на все автомобильные двигатели устанавливают карбюраторы с дозирующими элемен-

тами и регулировками, характерными для средней полосы нашей страны. Такие регулировки, конечно, не могут обеспечить оптимальный состав горючей смеси при эксплуатации автомобилей в условиях жаркого климата и в высокогорной местности.

Температура воздуха в подкапотном пространстве автомобиля зависит от типа и компоновки двигателя, времени года и суток, скорости движения. Максимальная разница температур воздуха под капотом и окружающей среды оказывается весьма заметной. У автомобиля МАЗ-504А, например, эта разница составляет  $45^{\circ}\text{C}$ . Температура воздуха на входе в карбюратор автомобиля ГАЗ-24 составляет  $45\text{--}50^{\circ}\text{C}$  (при температуре окружающей среды  $20^{\circ}\text{C}$ ), а у автомобиля УАЗ-452 она достигает  $75^{\circ}\text{C}$ .

В зависимости от температуры окружающей среды меняется и температура топлива во впускном тракте. На автомобилях ЗИЛ-130 и ГАЗ-53А при температуре окружающей среды  $-25^{\circ}\text{C}$  температура топлива в бензобаке составляет  $-10^{\circ}\text{C}$ , на входе в топливный насос она достигает  $+10\text{--}15^{\circ}\text{C}$ , а на входе в поплавковую камеру карбюратора доходит до  $+20\text{--}25^{\circ}\text{C}$ .

При наружной температуре  $+40^{\circ}\text{C}$  температура на входе в топливный насос достигает  $+60^{\circ}\text{C}$ , что сопровождается появлением паровых пробок, затрудняющих эффективную эксплуатацию автомобиля. Температура топлива на входе в карбюратор составляет при этом  $+65^{\circ}\text{C}$ .

Динамика изменения температуры топлива по впускному тракту у автомобиля «Волга» ГАЗ-24 несколько иная. 40-градусной температуре окружающей среды соответствует такая же температура топлива в баке. На участке между топливным баком и насосом она повышается на  $10\text{--}15^{\circ}\text{C}$ , а на входе в поплавковую камеру карбюратора достигает уже  $+60^{\circ}\text{C}$ .

Колебания температуры топлива в пределах  $+15\text{--}75^{\circ}\text{C}$  не оказывают существенного воздействия на расходные характеристики карбюратора. Вместе с тем известно, что с увеличением температуры топлива его расход растет. Это объясняется тем, что в поплавковой камере топливо интенсивно испаряется и через балансировочный канал пары поступают в двигатель. Одновременно с этим в поплавковой камере увеличивается и давление, что способствует более интенсивному истече-

нию топлива через дозирующие элементы карбюратора. Если окружающая температура выше  $+25^{\circ}\text{C}$ , расход топлива повышается также за счет снижения коэффициента избытка воздуха. Последнее связано с уменьшением весового заряда воздуха и поступлением в двигатель из поплавковой камеры паров топлива.

Повышение температуры воздуха на входе в карбюратор с  $20$  до  $60^{\circ}\text{C}$  увеличивает расход топлива на основных эксплуатационных режимах на  $4\text{--}8\%$ . При полном открытии дроссельной заслонки расход топлива повышается на  $10\%$  и одновременно в  $1,5$  раза увеличивается выброс вредных веществ.

Важное практическое значение имеют пусковые качества горячего двигателя. Пуск горячего двигателя современных автомобилей после остановки осуществляют, как правило, с первой попытки. Через  $5\text{--}30$  мин стоянки на пуск горячего двигателя уже приходится затрачивать от  $2$  до  $10$  попыток. Частично это связано с высокими температурами в топливном насосе. Топливопровод между насосом и бензобаком под действием паров опустошается. Насос же, находящийся выше бензобака, оказывается в этом случае без топлива.

Особое внимание следует обращать на правильную работу теплорегулирующего комплекса двигателя. Наибольший эффект дает экранирование топливного насоса, а также установка теплоизоляционных проставок между корпусом насоса и блоком цилиндров двигателя.

---

## Глава 8.

### **ВЛИЯНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ ВОДИТЕЛЯ НА РАСХОД ТОПЛИВА**

---

В процессе подготовки водителей в автошколах или повышения их профессионального мастерства в школах передового опыта вопросы экономного и рационального использования топлива стали в последние годы носить более целенаправленный и конкретный характер. Система обучения водителей экономичной эксплуатации автомобилей должна содержать два основных направления.

Одно из них связано с совершенствованием приемов и методов управления автомобилем, а второе, более широкое, — с реализацией факторов (конструктивных, организационно-технологических и эксплуатационных), сопутствующих экономичной эксплуатации автомобилей.

Не подлежит сомнению, что больший расход топлива характерен для водителей более низкой квалификации. В реальных условиях эксплуатации у водителя более высокой квалификации (например 1-го класса) частота вращения коленчатого вала двигателя, приходящаяся на 1 км пути, на 15...18% ниже, а продолжительность работы автомобиля на более высоких передачах на 40...47% выше, чем у водителя низкой квалификации (например 3-го класса). Влияние квалификации водителя на показатели работы автомобиля ЗИЛ-130 в городских условиях эксплуатации показано в табл. 17, из которой следует, что наиболее частое использование низших передач характерно для водителей низкой квалификации. Средние значения интенсивности разгона автомобиля у водителя 3-го класса изменяются в широких пределах от 5 до 1,1 м/с<sup>2</sup>, а у водителя 1-го класса они совпадают с оптимальной величиной — 0,9 м/с<sup>2</sup>. Расход топлива у водителя 1-го класса на 5,6% и 11% меньше, чем соответственно у водителей 2-го и 3-го классов. С точки зрения экономичной работы автомобиля водитель во всех случаях должен стремиться к поддержанию постоянной скорости движения, допустимой в конкретной дорожной обстановке с использованием более высокой передачи.

Статистическая обработка путевых листов показала, что расход топлива на единицу транспортной работы у водителя 1-го класса на 10...15%, а у водителя 2-го класса на 6...8% меньше, чем у водителя 3-го класса. Анализ причин такого явления показал, что разница в расходе топлива связана не только с мастерством управления автомобилем, но и с рядом других важных факторов. Водители более высокой квалификации, как правило, больше внимания уделяют поддержанию оптимального температурного режима двигателя, эффективному использованию коэффициентов грузоподъемности и пробега, поддержанию автомобиля в исправном техническом состоянии.

В табл. 18 приведено влияние класса водителя на

Таблица 17

Квалификация водителя	Контролируемые параметры						
	Расход топлива, кг/км	Частота вращения коленчатого вала, об/мин на 1 км пути	Продолжительность включения передач, %				
			I	II	III	IV	V
1-й класс	0,34	3150	—	4,0	11,5	24,5	60,0
2-й класс	0,36	3470	0,3	5,6	16,7	20,0	57,4
3-й класс	0,38	3756	0,6	7,4	21,0	39,0	32,0

эксплуатационные показатели грузового автомобиля ЗИЛ-130.

Специальные эксперименты выявили, что у водителей различной квалификации расход топлива на конкретном стабильном городском маршруте и в центральной части Москвы (например, Садовое кольцо) протяженностью 15,5 км в одинаковых условиях может отличаться на 5...8%. В случае недостаточной высокой квалификации водителя движение автомобиля характеризуется частыми ускорениями и подтормаживаниями, приводящими к увеличению на 10...20% доли неэкономичных режимов в общем балансе времени работы автомобиля на линии.

В процессе этих же экспериментов установлено, что водитель 1-го класса расходует на 10 км пути на 2...3 л топлива меньше, чем водитель 2-го класса, и на 4...5 л меньше, чем водитель 3-го класса.

Существенное влияние на расход топлива оказывает стаж работы водителя, что видно из табл. 19.

Вместе с тем следует отметить, что хотя объективных критериев оценки влияния классности водителя на расход топлива пока и не существует, повышение профессионального мастерства водителей путем совершенствования системы их подготовки экономичным приемам управления представляет собой значительный резерв экономии топлива на автомобильном транспорте. Опыт работы Сочинского территориального управления показал, что только за один год можно подготовить 12...17% водителей, овладевших экономичным вождением авто-

Таблица 18

Квалификация водителя	Количество водителей в группе, %	Средняя скорость движения, км/ч	Средний расход топлива, л/100 км	Экономия топлива по отношению к эксплуатационной норме, %
1-й класс	75,25*	36,4	24,80	42,30
	78,4	17,1	30,50	37,70
2-й класс	22,0	36,6	25,4	40,40
	16,2	17,3	31,9	34,9
3-й класс	2,75	35,3	25,6	40,6
	5,40	16,5	32,6	33,4

\* В числителе приведены данные по автомобилю ЗИЛ-130, а в знаменателе — по автомобилю КамАЗ-5410 в загородных условиях эксплуатации.

мобиля. Продолжительность переподготовки в зависимости от квалификации водителей и их стажа составляет от 4 до 32 дней. Повышение профессионального мастерства водителей представляет собой значительный резерв экономии топлива на автомобильном транспорте.

Таблица 19

Стаж работы водителя, лет	Количество водителей в группе, %	Средняя скорость движения, км/ч	Средний расход топлива, л/100 км	Экономия топлива по отношению к эксплуатационной норме, %
до 5	11,0*	35,6	26,0	39,8
	5,4	16,05	31,5	35,7
5...10	30,25	35,5	24,75	42,5
	18,30	17,5	30,90	36,9
10...15	23,0	36,7	23,5	47,4
	27,0	17,9	30,4	37,9
15...20	11,0	36,3	23,1	46,6
	27,0	17,26	30,1	38,8
свыше 20	13,75	36,9	24,4	43,3
	16,3	17,18	30,75	37,8

\* В числителе приведены данные по автомобилю ЗИЛ-130, а в знаменателе — по автомобилю КамАЗ-5410 при движении в загородных условиях.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Глава 1. Водителю о топливной экономичности автомобиля и расходе топлива	6
1. Основные понятия	6
2. Методы определения показателей экономичности работы автомобилей	15
Глава 2. Методы экономичного управления автомобилем	19
1. Факторы, влияющие на экономичное управление автомобилем	20
2. Слагаемые возможных потерь и экономии топлива в процессе эксплуатации	24
Глава 3. Регулировка систем автомобиля на экономичное расходование топлива	25
1. Особенности процессов превращения энергии топлива в механическую работу	25
2. Топливный баланс автомобиля	34
3. Физико-химические свойства автомобильных топлив	45
4. Выбор и применение экономичных регулировок автомобиля	48
Глава 4. Влияние технического состояния автомобиля на расход топлива	56
Глава 5. Методы и приемы экономичного управления автомобилем	75
1. Экономичные режимы работы автомобилей	75
2. Приемы и параметры экономичного управления автомобилем	86
3. Правила экономичного управления автомобилем	95
Глава 6. Влияние организационно-технологических факторов на расход топлива	109
1. Повышение коэффициента использования грузоподъемности автомобиля	109
2. Повышение коэффициента использования пробега автомобиля	111
3. Совершенствование технологии транспортного процесса	111
Глава 7. Особенности эксплуатации и расхода топлива в экстремальных условиях	114
1. Особенности эксплуатации и расхода топлива в зимнее время	114
2. Особенности зимней эксплуатации индивидуальных автомобилей	115
3. Особенности пуска, прогрева и работы двигателя при низких температурах	116
4. Особенности экономичного управления автомобилем зимой	118
5. Подготовка автомобиля к зимней эксплуатации	120
6. Особенности экономичной эксплуатации в жарких условиях	122
Глава 8. Влияние квалификации водителя на расход топлива	124