Грузовик с приложением

8
2014

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредитель
ООО «Издательство Машиностроение»

Главный редактор С.Н. ПЕДЕНКО

Редакционный совет

Д.Х. Валеев, д-р техн. наук, гл. констр. ОАО "КАМАЗ"
В.М. Вовк, ген. дир. ОАО МЗКТ
В.А. Волчков, гл. ред. "Autotransportnik.ru"
С.М. Гайдар, д-р техн. наук, проф., МСХА им. К.А. Тимирязева
Л.В. Грехов, д-р техн. наук, проф. МГТУ им. Н.Э. Баумана
В.А. Зорин, д-р техн. наук, проф. МАДГТУ (МАДИ)
А.М. Иванов, д-р техн. наук, проф. МАДГТУ (МАДИ)
Н.И. Иващенко, д-р техн. наук, МГТУ им. Н.Э. Баумана
В.В. Комаров, канд. техн. наук, зам. ген. директора ОАО НИИАТ
В.А. Марков, д-р техн. наук, проф. МГТУ им. Н.Э. Баумана
А.Н. Ременцов, д-р пед. наук, канд. техн. наук, проф. МАДГТУ (МАДИ)
О.Н. Румянцева, ком. директор ООО "Издательство Машиностроение"
А.Ф. Синельников, канд. техн. наук, проф. МАДГТУ (МАДИ)
В.С. Устименко, канд. техн. наук, НИИЦ АТ ФГУ 3 ЦНИИ МО РФ
Х.А. Фасхиев, д-р техн. наук, проф. Уфимского ГАТУ
Н.Д. Чайнов, д-р техн. наук, проф. МГТУ им. Н.Э. Баумана

Корпункты:
Я.Е. Карповский (г. Минск)
В.Г. Дьяченко (г. Харьков)

Адрес редакции
107076, Москва, Стромынский пер. 4.
Тел. (499) 269-49-97
E-mail: grouzovik@mashin.ru; http://www.mashin.ru

Адрес издательства
107076, Москва, Стромынский пер. 4.
Тел. (499) 268-38-58

Журнал зарегистрирован в Роскомнадзоре.
Регистрационный номер ПИ № ФС77-42764
от 26 ноября 2010 г.

Подписной индекс:
по каталогу «Роспечать» 37349,
по объединенному каталогу «Пресса России» 39799,
по каталогу «Почта России» 25782

© ООО «Издательство Машиностроение», «Грузовик», 2014

Перепечатка материалов из журнала «Грузовик» возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией журнала. При перепечатке материалов ссылка на журнал «Грузовик» обязательна.

За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель.

В НОМЕРЕ:

Конструкция

2 *Горобцов А. С., Горин А. В., Лузгин С. В., Савинков А. С.* Описание и идентификация математической модели подвески грузового автомобиля колесной формулы 8×8

6 *Ременцов А. Н., Мишра Абхишек.* Сравнительный анализ автомобильных коробок передач

Городской пассажирский наземный транспорт

10 *Максимов В. А., Крылов Г. А., Исмаилов Р. И., Максимов П. В., Рощак С. В.* Разработка программного обеспечения для оценки работы технической службы автобусного автотранспортного предприятия

14 *Патрахальцев Н. Н., Петруня И. А., Аношина Т. С.* Снижение путевого расхода топлива автомобилем с дизелем типа ЯМЗ-238 путем изменения рабочего объема двигателя

18 *Кириллов А. Г., Клюкин И. А., Бородин А. В.* Подход к использованию элементов статистики в технической эксплуатации автобусов

Исследования. Расчет

20 *Трофимов В. М., Кострова Н. А.* Прогноз развития рынков ведущих автомобильных производителей

22 *Дубовик Е. А.* Гидравлический расчет системы охлаждения ДВС

26 *Баженов Ю. В., Денисов Ив. В., Денисов Ил. В.* Алгоритм автоматизированного программного комплекса системы управления безотказностью автомобиля ВАЗ-21703 в эксплуатации

29 *Малютин В. О., Карагодин В. И.* Исследование взаимосвязи диагностических показателей с отказами передней подвески автомобилей

Эксплуатация. Ремонт

32 *Денисов А. С., Асоян А. Р.* Совершенствование эксплуатационно-ремонтного цикла силового агрегата автомобиля на основе восстановительно-упрочняющих технологий с учетом технического состояния

Практика

34 *Жанбиров Ж. Г., Аманов Н. Д.* Пути повышения эффективности использования транзитного потенциала Республики Казахстан

37 *Жанбиров Ж. Г, Ибраев Ж. У.* Совершенствование эффективности эксплуатации грузовых автомобилей в регионах Республики Казахстан

40 *Жанбиров Ж. Г., Тусупов Д. М.* Особенности организации сервиса грузовых автомобилей в условиях Казахстана

Экология

43 *Марков В. А., Шимченко С. П., Поздняков Е. Ф.* Использование биогаза в качестве моторного топлива для дизельных двигателей

48 *Abstracts of articles*

Журнал входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней

Система Российского индекса научного цитирования www.elibrary.ru

Информация на сайте Autotransportnik.ru

УДК 629.3.023.1

А. С. Горобцов, д-р техн. наук, ВолгГТУ, **А. В. Горин**, главный конструктор ООО "ОКБ АНТ",
С. В. Лузгин, аспирант, филиал ФГАОВПО КФУ в г. Набережные Челны,
А. С. Савинков, главный конструктор по автомобильным агрегатам и спецтехнике,
НТЦ АОА "КАМАЗ"
E-mail: seregaluzgin88@gmail.com

ОПИСАНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОДВЕСКИ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ КОЛЕСНОЙ ФОРМУЛЫ 8×8

Описывается математическая модель грузового автомобиля колесной формулы 8×8 полной массой 40 т. Приводится детальное описание математической модели каждого из основных элементов ходовой части автомобиля. Приводятся сравнительные данные для идентификации модели.

Ключевые слова: *математическая модель, грузовой автомобиль, FRUND.*

На современном этапе развития автомобилестроения на первый план в вопросах проектирования новой техники выходят вопросы, связанные с повышением уровня безопасности автомобилей. Одними из основных факторов, влияющих на активную безопасность, являются плавность хода, управляемость и устойчивость. Все эти факторы зависят от параметров элементов подвески. Подбор параметров элементов на начальном этапе проектирования значительно сокращает общее время проведения НИОКР.

Математическая модель автомобиля 8×8

Для более точного проведения проектировочного расчета параметров элементов подвески используются различные пакеты прикладных программ. Одним из таких пакетов, с помощью которого выполнено достаточно большое количество сравнительных расчетов колебаний различных автомобилей, является ФРУНД [1, 2]. Расчетная схема автомобиля, построенная в данном пакете программ, показана на рис. 1.

Уравнения движения произвольной системы тел в системе моделирования ФРУНД записываются в виде:

$$\begin{cases} M\ddot{x} - D^{\mathrm{T}}p = f(\dot{x}, x, t), \\ D\ddot{x} = h(\dot{x}, x), \end{cases} \qquad (1)$$

где x — вектор обобщенных координат всей системы размерностью n; M — матрица инерции; $f(\dot{x}, x, t)$ — вектор внешних сил, включающий в себя силы нагрузок, силы от упругодемпфирующих элементов и гироскопические силы; D — матрица переменных коэффициентов уравнений связей от кинематических связей размерностью $k \times n$ (k — число связей); D^{T} — транспонированная матрица переменных коэффициентов уравнений связей от кинематических связей размерностью $k \times n$ (k — число связей); $h(\dot{x}, x)$ — вектор правых частей уравнений связей; P — вектор множителей Лагранжа.

Уравнение (1) является одной из форм записи уравнений Лагранжа 1 рода. Более подробно элементы теории, положенные в основу расчета математической модели, описаны в [1]. Численное решение уравнений движения системы уравнений (1)

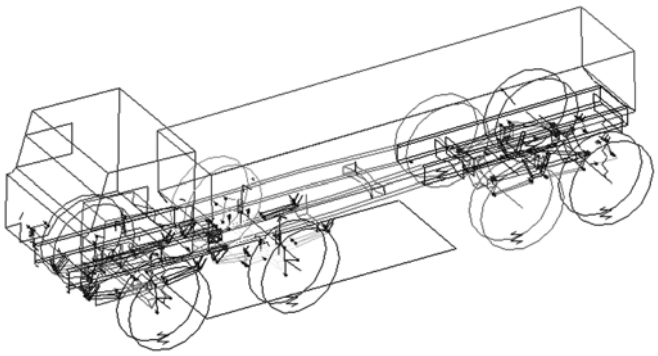


Рис. 1. Расчетная схема автомобиля

проводится при помощи явного метода Рунге-Кутты четвертого порядка точности.

Данные для микропрофилей были получены экспериментально на автополигоне НИЦИАМТ ФГУП "НАМИ".

Рассматриваемая математическая модель — автомобиль с зависимой подвеской, бескапотной компоновки с двигателем, расположенным над передней осью и кабиной над двигателем. Расчетная схема содержит все основные агрегаты: кабину, двигатель с трансмиссией, грузовую платформу, раму, рулевое управление и рессорные подвески мостов. Отдельно показаны и описаны модели рамы, подвески передних и задних мостов.

Рама моделировалась тремя телами (рис. 2), что позволяет учитывать упругие свойства. Жесткостные характеристики рамы выбирались по собственной частоте первых двух упругих форм колебаний — кручению и продольному изгибу, величины которых назначались в области 6 и 8 Гц соответственно (форма рамы при кручении показана на рис. 2). Полная масса рамы принималась равной 3500 кг.

Масса автомобиля при проведении расчетных исследований составляет 40 000 кг. Из них 24 000 кг — масса грузовой платформы. Грузовая платформа считалась твердым телом.

Координаты центра масс груза выбирались таким образом, чтобы обеспечить следующую развесовку по осям: первая ось 6800 кг, вторая ось 8200 кг, третья ось 11 600 кг, четвертая ось 11 600 кг. Высота центра масс составляет 1860 мм.

Подвеска каждого из двух передних мостов представляет собой зависимую рессорную подвеску с дополнительным гидравлическим демпфером. Функции направляющего упругого и, частично, демпферного устройств выполняет многолистовая рессора. Каждый из двух передних мостов содержит свою рессору, которая моделировалась тремя телами (рис. 3).

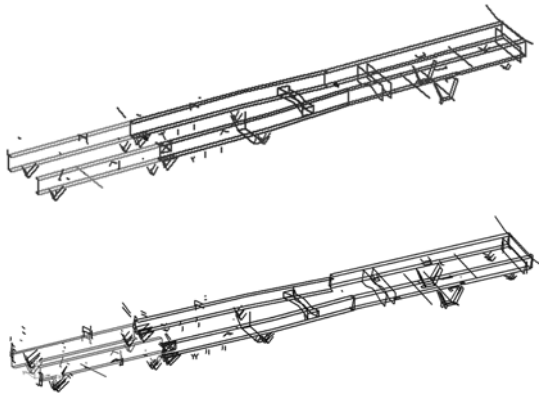


Рис. 2. Представление рамы тремя телами для учета упругих свойств. Вверху — первая упругая форма колебаний; внизу — кручение относительно продольной оси, частота 4,06 Гц

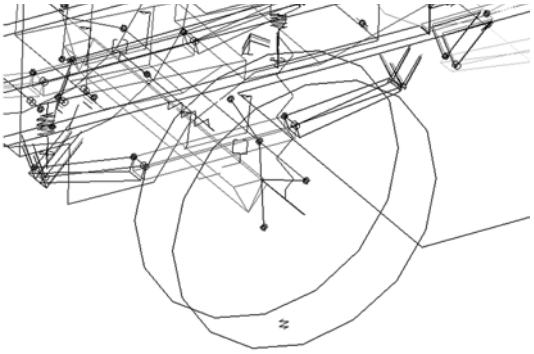


Рис. 3. Модель передних рессор

Для передней рессоры вертикальная жесткость каждой рессоры составляла 265 кН/м. Кинематическое соответствие при прогибе рессоры обеспечивается моделированием ее тремя участками.

Задняя подвеска является зависимой с балансирной связью между мостами. В качестве направляющего устройства служат продольные рычаги для восприятия продольных сил и многолистовая рессора для восприятия боковых. Упругое устройство выполнено в виде многолистовой рессоры. Функции демпфирующего устройства возложены на сухое трение между листами рессоры. Кинематика задней подвески определяется продольными рычагами. Задняя рессора моделировалась двумя телами, соединенными упругим элементом (рис. 4). Общая вертикальная жесткость рессоры двух задних мостов составляла 2500 кН/м.

Силы трения в рессорах выбраны таким образом, что составляют 8 % статической нагрузки на передние колеса и 16 % на задние, что связано с различием в конструкции рессор передней и задней подвесок.

Все шины модели считались одинаковыми, вертикальная жесткость шин при номинальном давлении составляла 910 кН/м. Демпфирующие свойства шин, связанные с гистерезисными потерями в резине шин, не учитывались.

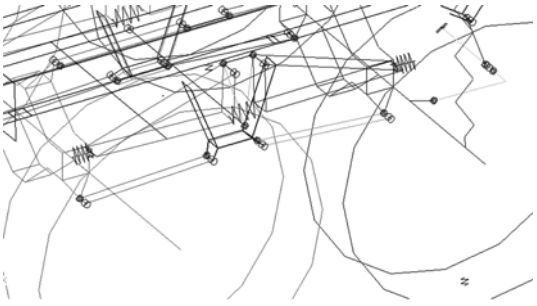


Рис. 4. Модель задних рессор

Второй и четвертый мосты имели стабилизаторы поперечной устойчивости, с угловой жесткостью 9 кН · м/рад. Стабилизаторы имели жесткую связь с рамой автомобиля.

Силовой агрегат, представленный в виде двигателя, соединенного с коробкой передач, моделировался твердым телом, установленным на четырех пространственных опорах.

Кабина подвешивалась к раме на четырех опорах с гидравлическими амортизаторами. Передние опоры устанавливались через качающиеся рычаги со стабилизатором крена.

Груз (грузовая платформа) опирался на все три фрагмента рамы — сзади в двух точках, спереди по одной точке на каждую часть рамы.

Идентификация модели

Для расчетов на плавность хода использовались три типа дорог: динамометрическая дорога — СКЗ (средние квадратические значения) высот неровностей 0,68 см; булыжник удовлетворительного качества — СКЗ 1,07 см; булыжник с выбоинами и буграми — СКЗ 2,95 см.

При расчетах плавности хода выполнялось моделирование прямолинейного движения автомобиля с постоянной скоростью. На основании расчетов строились спектры ускорений в различных точках подрессоренных частей автомобиля. По спектрам ускорений затем определялись СКЗ значения в низкочастотном диапазоне 0,7—22,4 Гц.

Для оценки достоверности модели использовались экспериментальные значения СКЗ ускорений, взятые из литературных источников для автомобиля аналогичного класса при движении на двух типах дорог: асфальте и крупнобулыжной дороге, булыжнике с выбоинами и буграми. Имеющиеся экспериментальные данные приведены в таблице.

Использовавшиеся в расчете микропрофили динамометрической дороги и разбитого булыжника по СКЗ высот неровностей близки к асфальту и булыжной дороге полигона НАМИ.

Рассчитывался автомобиль с полной загрузкой.

Точки замеров находились на раме и полу кабины водителя.

На рис. 5—7 показаны спектры вертикальных ускорений в различных точках автомобиля, полученные при движении по различным микропрофилям.

Сравнение расчетных и экспериментальных СКЗ значений ускорений на раме автомобиля показывает, что расчетные данные достаточно хорошо совпадают с экспериментальными. Использовавшиеся в расчете микропрофили ди-

Экспериментальные значения СКЗ ускорений на подрессоренных частях автомобиля

Расположение датчика ускорения	СКЗ виброускорений подрессоренной части от 0,7 до 22,4 Гц, м/с^2			
	Экспериментальные данные для автомобиля аналогичного класса			По результатам расчетов
Асфальтовая дорога (среднеквадратичная высота неровности 0,6 · 10^{-2} м)				
	V 20 км/ч	V 40 км/ч	V 60 км/ч	V 60 км/ч
Первая ось (1)	0,282	0,479	0,795	0,805
Центр масс (2)	0,171	0,387	0,425	
4-я ось (2)	0,213	0,561	0,633	0,903
Булыжная дорога (среднеквадратичная высота неровности 3,5 · 10^{-2} м)				
	V 20 км/ч	V 30 км/ч	V 40 км/ч	V 40 км/ч
Первая ось (1)	2,905	3,109	2,873	4,35
Центр масс (2)	1,917	2,367	2,394	
4-я ось (2)	2,830	3,460	4,040	4,24

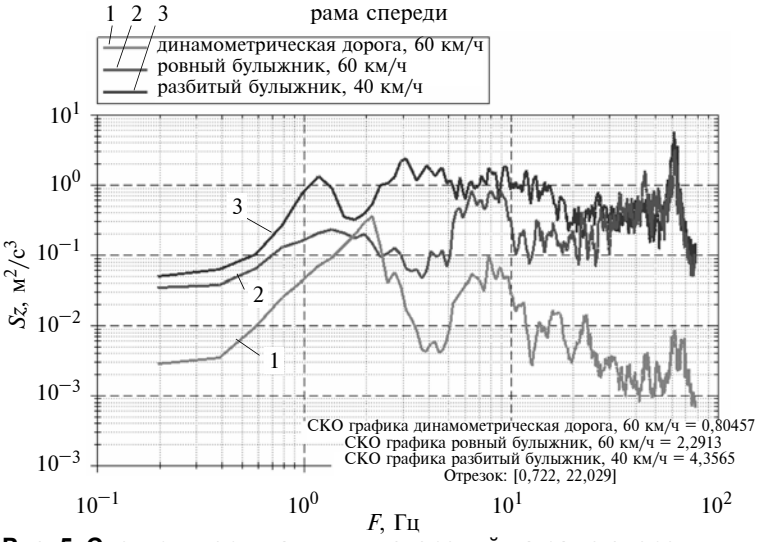


Рис. 5. Спектры вертикальных ускорений на раме спереди для различных типов дорог

Рис. 6. Спектры вертикальных ускорений на полу кабины водителя для различных типов дорог

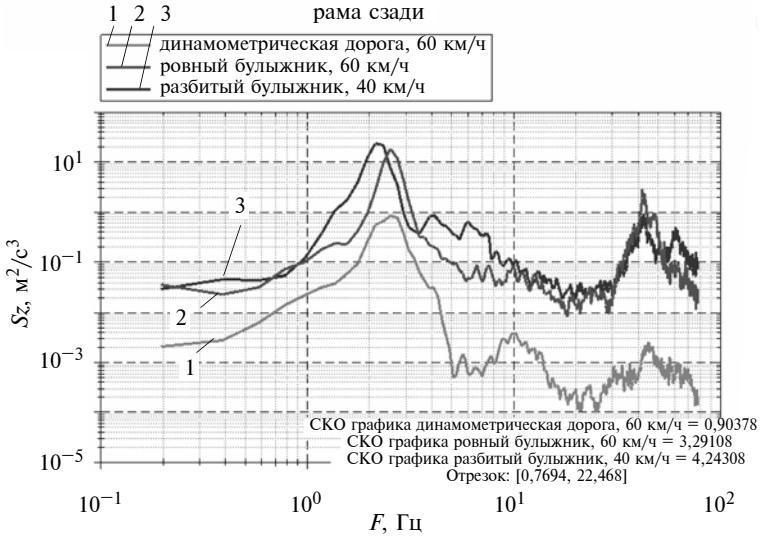


Рис. 7. Спектры вертикальных ускорений на раме сзади для различных типов дорог

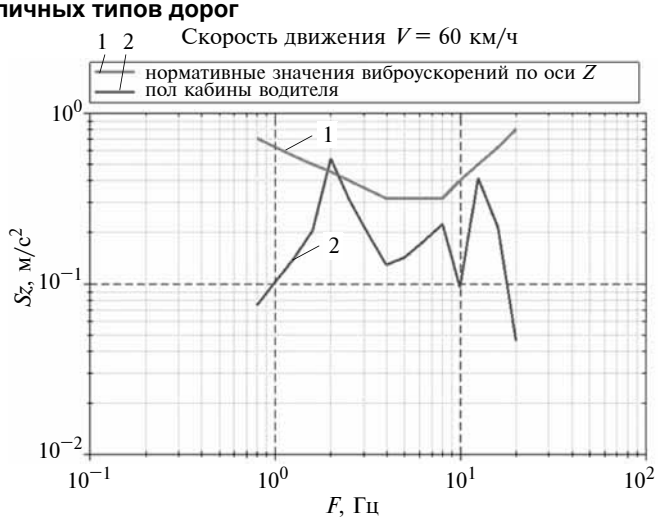


Рис. 8. СКЗ вертикальных ускорений на полу кабины по сравнению с нормами, динамометрическая дорога, 60 км/ч

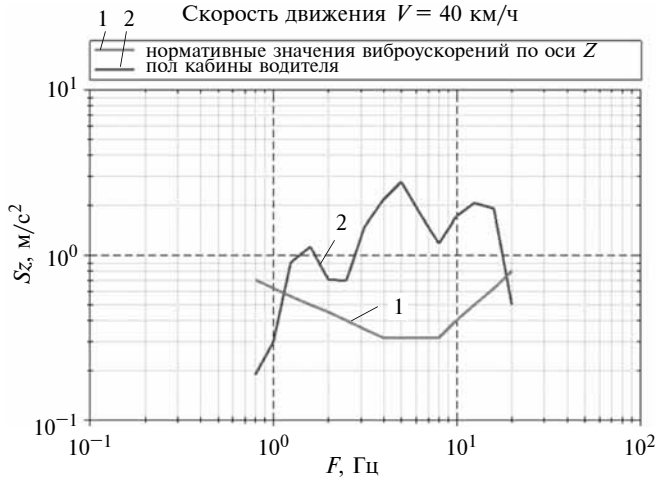


Рис. 9. СКЗ вертикальных ускорений на полу кабины по сравнению с нормами, разбитый булыжник, 40 км/ч

намометрической дороги и разбитого булыжника по СКЗ высот неровностей близки к асфальту и булыжной дороге (см. таблицу).

Так, для СКЗ ускорений рамы спереди в диапазоне 0,7—22,4 Гц при движении по асфальту сходимость результатов расчета и эксперимента находится на уровне 1 %. Для СКЗ ускорений рамы сзади различие экспериментальных и расчетных значений составляет 42 %.

Для движения по булыжнику соответствующие показатели для рамы спереди ризница составила 51 %. Для рамы сзади отклонение расчетных значений от экспериментальных составило не более 5 %.

Сравнение вертикальных ускорений с нормами вибраций по ГОСТ 12.1.012—90 представлено на рис. 8 и 9. Для хорошей дороги нормы по вертикальным ускорениям выполняются с достаточным запасом (см. рис. 8). На разбитом булыжнике имеет место значительное превышение норм (см. рис. 9). Такое превышение не может быть компенсировано подвеской сидения.

Заключение

Данная математическая модель имеет достаточную сходимость с практическими значениями. Отклонения расчетных и экспериментальных значений можно объяснить тем, что в качестве эталона принимался не конкретный автомобиль-прототип, а усредненная стандартная модель автомобиля данного класса.

Использование описанной математической модели позволяет подбирать оптимальные характеристики подвески как для вновь разрабатываемых, так и для модернизируемых автомобилей с учетом упругих свойств рамы; проверять кинематику ходов подвески и ее согласование с элементами рулевого управления.

Отклонения значений вертикальных ускорений в различных характерных точках связаны в первую очередь с неполным соответствием расчетной модели автомобилю, на основании испытаний которого были получены данные для сравнения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Кушвид Р. П.** Развитие теории управляемости и устойчивости автомобиля на базе пространственных компьютерных моделей: монография / Р. П. Кушвид, А. С. Горобцов, С. К. Карцов. — М.: "Машиностроение-1", 2004. — 136 с.
2. **Горобцов А. С., Карцов С. К., Плетнев А. Е., Поляков Ю. А.** Компьютерные методы построения и исследования математических моделей динамики конструкций автомобилей. — М.: "Машиностроение", 2011. — 462 с.

УДК 629.33.02-23-50

А. Н. Ременцов, д-р пед. наук, проф., **Мишра Абхишек,** аспирант, МАДИ
E-mail: chizov_nik@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ

С каждым годом возрастает доля автомобилей, снабженных АКПП. Так, согласно статистическим данным, на российском рынке продают около 32,7 % автомобилей, снабженных АКПП.

Ключевые слова: автомобиль с АКПП, производители АКПП, АКПП с гидротрансформатором, АКПП с вариатором, роботизированная коробка передач, коробка передач с двойным сцеплением.

В Российской Федерации доля автомобилей, снабженных АКПП, в общем объеме продаж иномарок неуклонно растет. Возможно, основной причиной роста продаж автомобилей с АКПП является ее удобство в эксплуатации, в особенности в условиях города.

Например, когда машина стоит в пробке, то при обычной механической коробке передач водителю придется в среднем 800—900 раз нажать на педаль сцепления и столько же раз переключить передачу, что приводит к его быстро наступающей усталости и утомляемости.

Также во время парковки в узких местах управление автомобиля с механической КПП сильно повышает трудоемкость и затраты времени, особенно для водителей с небольшим стажем вождения. Поэтому в наше время, когда у всех напряженный график работы и каждая минута на счету, простота и удобство в управлении транспортным средством имеют большое значение.

В зависимости от конструкции, автоматические коробки передач делятся на четыре типа: АКПП с гидротрансформатором; АКПП с вариатором; роботизированная коробка передач; коробка передач с двойным сцеплением.

В данной статье мы будем рассматривать особенности конструкции коробки передач с двойным сцеплением, а также влияние работы электронного блока управления на эксплуатацию автоматической коробки передач. Все ведущие производители АКПП, такие как *Borg Warner, Getrag, LuK, Prodrive, Torotrak, Valeo, Vocis Driveline Controls, ZF*, стараются создать АКПП, которые бы работали более эффективно, чем предыдущие модели, расходовали меньше топлива, а также были компактными.

На сегодняшний день с развитием электроники, выполнить эти задачи возможно, но это сильно усложняет конструкцию коробок передач, поэтому они все меньше и меньше поддаются ремонту. В основном, в случае отказа их просто заменяют, что требует достаточно больших затрат, как финансовых, так и трудовых, *Borg—Warner* и *Volkswagen* создали коробку передач, которая обладает такими преимуществами, как высокий КПД, быстрое и плавное переключение передач, компактность.

Эти фирмы разработали принципиально новую коробку передач *DSG* (*Direct Shift Gearbox* коробка передач с двойным сцеплением), переключаемую без разрыва потока мощности, без рывков в трансмиссии (рис. 1). Одной из особенностей ее конструкции является наличие двух многодисковых муфт сцепления, также в ней предусмотрен вариант выбора передач от руки, как у механической коробки, что доставляет особое удовольствие водителям, предпочитающим динамичный стиль вождения. При этом обеспечивается такая же хорошая эконо-

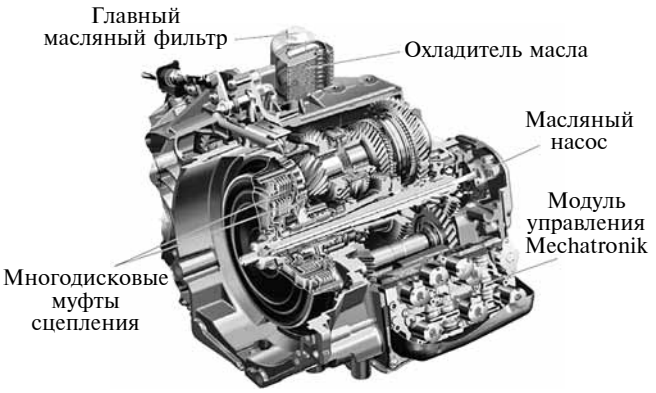


Рис. 1. Коробка передач с двойным сцеплением

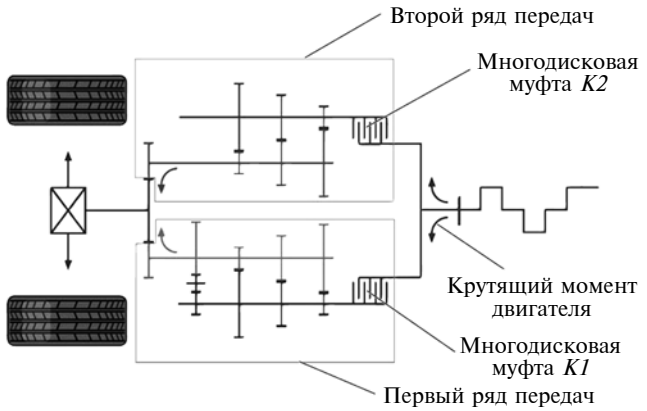


Рис. 2. Принципиальная схема коробки передач

мичность, как при применении обычных механических коробок передач.

Коробка передач с двойным сцеплением содержит два независимо действующих ряда передач (рис. 2). По своему действию каждый ряд передач подобен обычной механической коробке. При этом каждому из них принадлежит своя многодисковая муфта сцепления. Обе многодисковые муфты сцепления работают в масле. Муфты размыкаются и замыкаются по командам электронного блока управления (модуля управления) *Mechatronic*, который регулирует также переходные процессы при переключении передач. Многодисковая муфта *K1* (см. рис. 2) служит для включения первой, третьей и пятой передач, а также передачи заднего хода. Вторая, четвертая и шестая передачи включаются посредством многодисковой муфты *K 2*.

Принцип работы коробки передач заключается в последовательном включении передач обоих рядов: если одна из муфт передает крутящий момент на включенную передачу соответствующего ей ряда, то вторая муфта разомкнута, но уже включена следующая передача связанного с ней ряда. Все передачи предварительно включаются посредством синхронизаторов обычного типа.

Крутящий момент передается с коленчатого вала двигателя на двухмассовый маховик. Далее передача крутящего момента производится через разъемное шлицевое соединение маховика с входной ступицей коробки передач. Входная ступица жестко соединена с ведущим диском сдвоенного сцепления. Ведущий диск сдвоенного сцепления соединен посредством корпуса муфты *K1* с главной ступицей сцепления. С этой же ступицей соединен корпус муфты *K2*. Обе многодисковые муфты сцепления размыкаются и замыкаются по командам электронного блока управления *Mechatronic*.

Модуль управления (рис. 3) расположен непосредственно в картере коробки передач, где он омывается трансмиссионным маслом. В состав модуля входят электронный блок управления и электрогидравлические компоненты системы управления. *Mechatronic* является ядром системы управления коробкой передач. Он получает информацию от различных систем автомобиля и датчиков и использует их для управления исполнительными устройствами. Непосредственно в модуле установлены двенадцать датчиков. Только два датчика находятся вне модуля.

Модуль управляет коробкой передач посредством восьми гидроцилиндров, шести клапанов регуляторов давления и пяти клапанов переключения передач. Помимо этого, он регулирует давление в контуре привода муфт сцепления и подвод масла для их охлаждения. Блок управления системой *Mechatronic* способен к адаптации в отношении положения муфт сцепления, позиций вилок включения передач и давления масла в главной магистрали.

Рис. 3. Модуль управления Mechatronic

Расположение большинства датчиков в корпусе модуля управления, а также размещение всех электрических исполнительных устройств непосредственно на нем позволяет сократить число внешних разъемов и проводов, что сильно повышает надежность коробки передач и снижает массу конструкции. Также при диагностике данное решение облегчает поиск неисправностей.

В модуле управления *Mechatronic* записано большое количество технической информации об управлении коробкой передач программы переключения передач; программы регулирования давления; программы самодиагностики и запоминания ошибок.

Модуль управления *Mechatronic* постоянно получает сигналы от различных датчиков. Далее программа пересчитывает оптимальное время переключения передач на основании информации, которую она получает от ряда датчиков, а затем дает команду исполнительному устройству (электромагнитным клапанам — соленоидам — и регуляторам давления). В зависимости от того, на какой соленоид или группу соленоидов подается напряжение от модуля управления *Mechatronic*, происходят различные переключения в механической части.

Согласно данным компании *Volkswagen*, наибольшее количество отказов было зафиксировано именно в модуле управления *Mechatronic*. Часто бывают случаи неправильной фиксации датчиками температуры масла в коробке передач. В этом случае сигнал о превышении температуры поступает в модуль управления *Mechatronic*, который, в свою очередь, ставит коробку передач на нейтраль. Чаще всего это приводит к авариям и потере контроля над машиной. Такого рода неполадки были выявлены в основном у моделей *Volkswagen*, выпущенных с 2007 по 2009 гг.

К другим видам неисправностей коробки передач с двойным сцеплением относятся: автоматический переход из какой-либо передачи в нейтраль; несоответствие передачи и режима работы двигателя; утечка трансмиссионного масла; шум и вибрации при езде; отсутствие передачи заднего хода.

Определить все виды неисправностей достаточно сложно по причине многообразия факторов, влияющих на них. Таких, например, как стиль вождения, дорожные условия и т. д. Но есть простой способ минимизировать вероятность их появления — вовремя проходить техническое обслуживание. Но если коробка передач отказала, то лучше не буксировать машину, а немедленно доставить ее в сервисный центр, желательно к официальным дилерам.

Техническое обслуживание коробки передач с двойным сцеплением проводится через каждые 40 000 км. В основном оно включает в себя замену масла и фильтра. Техническое обслуживание осуществляется для поддержания коробки передач в работоспособном состоянии. Во время эксплуатации трение между муфтами и тормозами настолько велико, что температура масла в коробке достигает 140 °С, поэтому она постепенно изнашивается. Со временем меняются и свойства трансмиссионного масла. Фильтр, очищающий масло, через определенный промежуток времени забивается и требует замены.

Если не соблюдать порядок технического обслуживания коробки передач, то со временем возникают неисправности, а затем отказы. В случае с коробкой передач с двойным сцеплением ремонт, в основном, заключается в перепрограммировании модуля управления *Mechatronic*, и если это оказывается неэффективным, то проводится замена модуля управления *Mechatronic* или, в зависимости от отказа, заменяется вся коробка целиком.

Итак, коробка с двойным сцеплением — это комбинация механической и автоматической коробок передач, которая позволяет сэкономить до 15 % топлива по сравнению с традиционным "автоматом", при этом КПД работы очень близок по значению к КПД механической коробки передач. Расположение большинства датчиков в модуле управления *Mechatronic* позволяет увеличить ее надежность. В электронной схеме использованы "сими кондукторы" с высокими показателями надежности, что позволяет модулю управления *Machtronic* работать при высокой температуре. По выбросам отработавших газов двигателем коробка с двойным сцеплением также лучше традиционного "автомата" (табл. 1) [2].

С точки зрения экологии коробка *DSG* лучше по сравнению с АКПП (табл. 2). В Европе количество автомобилей, оснащенных данной АКПП, составляет 18 % рынка. Поэтому в России, где в послед-

Таблица 1

Сравнение технических характеристик *Golf* V 1.4 *TSI* 90 кВт (КПД на 5-й передаче)

Параметры	Традиционный "автомат"	*DSG* — 6 ступеней	*DSG* — 7 ступеней
Количество передач	6	6	7
Крутящий момент, *max*, Н · м	320	350	250
Сцепление	—	Мокрое	Сухое
Объем трансмиссионного масла, л	5,8	6,5	1,7
Вес, кг	85	93	77
КПД, %	83	85	91

Таблица 2

Сравнение количества выбросов вредных веществ коробки передач с двойным сцеплением и традиционного "автомата"

		CO_2	CO	SO_2	NO_x	NMVOC	CH_4	Primary energy
Manufacturing	Torque converter	230,5	1,5	0,7	0,4	0,05	0,3	4,0
	6-speed DSG (diff.)	+53,9	+0,4	+0,1	+0,1	+0,0	+0,1	+0,8
	7-speed DSG (diff.)	+5,2	+0,0	+0,0	+0,0	+0,0	+0,1	+0,0
Fuel production	Torque converter	—	—	—	—	—	—	—
	6-speed DSG (diff.)	–200,7	–0,2	–1,0	–0,4	–0,5	–1,2	–17,5
	7-speed DSG (diff.)	–535,1	–0,6	–2,6	–1,1	–1,2	–3,3	–16,5
Driving emissions (stoichiometric)	Torque converter	—	—	—	—	—	—	—
	6-speed DSG (diff.)	–1085,0	0,0	–0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
	7-speed DSG (diff.)	–2892,0	0,0	–0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Recycling	Torque converter	93,7	0,3	0,2	0,1	0,01	0,1	1,4
	6-speed DSG (diff.)	–1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	+0,1	+0,1
	7-speed DSG (diff.)	–20,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	–0,1

нее время особое внимание уделяется ресурсосбережению и экологии, коробка передач с двойным сцеплением в ближайшем будущем найдет свое особое место.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **www.автостат.ru**
2. **www.Volkswagen.com** (The DSG Dual-Clutch Gearbox Environmental Commendation Background Report)
3. **www.Volkswagen.com**

Экспресс-внедрение информационной системы ТОиР в компании "РИАТ"

Компания ОАО "РИАТ" приобрела лицензию на использование программного комплекса *TRIM-PMS*, предназначенного для управления процессами техобслуживания и ремонта (ТОиР). Специалисты "АйТиЭм" выполнили работы по экспресс-внедрению *TRIM-PMS*.

ОАО "РИАТ" (Разработка Изготовление Автомобильной Техники) расположено в Республике Татарстан, г. Набережные Челны. Предприятие было создано для производства и реализации специальной техники на базе шасси автомобилей КАМАЗ. Современную и надежную спецтехнику производства ОАО "РИАТ" приобретают строители и нефтяники, коммунальщики и дорожники, армия и предприятия лесной промышленности. Кроме того, предприятие занимается переоборудованием и продажей серийных автомобилей КАМАЗ, автосервисом и техническим обслуживанием автомобилей. Производит автокомпоненты — детали интерьера и экстерьера автомобилей КАМАЗ из современных композитных и полимерных материалов, сидения для грузовых автомобилей и автобусов.

Предприятие "РИАТ" располагает четырьмя производственными корпусами с инженерной инфраструктурой и встроенными помещениями, складами автомобилей и запасных частей. Для поддержания ритмичности производства необходимо планомерно и систематически осуществлять деятельность по управлению надежностью, планированию, обеспечению и выполнению работ по техническому обслуживанию и ремонтам (ТОиР) оборудования.

В этой связи в ОАО "РИАТ" началось внедрение информационной системы управления ТОиР (ИСУ ТОиР), для создания которой будет использоваться программный комплекс *TRIM-PMS*.

Комплекс *TRIM-PMS* разработан компанией НПП "СпецТек" на основе *EAM/MRO*-системы *TRIM*. Комплекс *TRIM-PMS* — это набор взаимосвязанных и готовых к использованию программно-методических средств, объединенных единой концепцией организации, проведения, оценки и анализа ТОиР. Это типовая платформа для организации управления ТОиР на предприятии с относительно небольшой ремонтной (сервисной) службой. Данный продукт ориентирован на экономичные внедрения, имеет фиксированный набор функций, настроек программного обеспечения, форм отчетности, измеряемых показателей и инструментов анализа системы ТОиР.

Чтобы дать быстрый старт работе пользователей в *TRIM-PMS*, в течение 5 рабочих дней были проведены работы в объеме "экспресс-внедрения". Для их выполнения была привлечена компания "АйТиЭм" — дочерняя организация НПП "СпецТек". В частности, проведено вводное обучение пользователей основным операциям в системе – паспортизация оборудования, наполнение базы данных учетными данными справочников и каталогов запчастей, планирование работ по ТОиР, формирование документов, ввод отчетов о работах и т. д.

Пользователи занесли тестовый набор данных в систему, и прошли по цепочке бизнес-процессов согласно типовому регламенту использования ИСУ ТОиР. Программное обеспечение TRIM-PMS было развернуто на рабочих местах двух пользователей, выполнены пуско-наладочные работы. В дальнейшем, работы по внедрению ИСУ ТОиР заказчик будет выполнять самостоятельно.

Отдел маркетинга АйТиЭм НПП СпецТек

УДК 656.132.017:004.4

В. А. Максимов, д-р техн. наук, проф., **Г. А. Крылов**, **Р. И. Исмаилов**, канд. техн. наук, **П. В. Максимов**, инж., **С. В. Рощак**, канд. техн. наук
E-mail: chizov_nik@mail.ru

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ АВТОБУСНОГО АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Для оценки работы технической службы автобусного автотранспортного предприятия авторским коллективом была разработана специальная компьютерная программа.

Ключевые слова: *коэффициент технической готовности, эксплуатационные затраты, программный продукт, расчетный период времени, значения исходных данных.*

При оценке эффективности работы технической службы необходимо исходить из следующих положений.

1. Техническая служба является подсистемой автобусного автотранспортного предприятия.

2. Техническая служба должна работать на конечный результат, т. е. на перевозочный процесс, и обеспечить решение следующих основных задач:

— к определенному моменту времени поставить службе эксплуатации необходимое количество технически исправных и имеющих надлежащий внешний вид автобусов, включая и резервные;

— дать регламентированные гарантии надежной работы поставляемого подвижного состава в течение запланированного времени и обеспечить оперативную замену автобуса в случае его отказа на линии;

— обеспечить минимум издержек на реализацию вышеуказанных свойств при условии выполнения нормативного влияния подвижного состава и производственно-технической базы на окружающую среду;

— обеспечить решение социальных задач в производственных подразделениях, сохраняя стабильность и творческую атмосферу в трудовых коллективах.

3. Техническая служба должна постоянно вести индивидуальный учет работы подвижного состава на маршрутах, фиксировать и анализировать результаты технического обслуживания и ремонта автобусов, используя при этом имеющиеся на предприятии информационные системы, в том числе и данные функционирования АСКП и ЕАСУ ФХД автобусного парка.

4. Техническая служба должна иметь показатели эффективности работы.

С учетом изложенного был разработан механизм оценки эффективности работы технической службы автобусного автотранспортного предприятия.

Он сводится к следующему.

1. Определяется эффективность работы технической службы по коэффициенту технической готовности:

$$K_{\text{КТГ}} = \frac{\alpha_{\text{Т}}^{\text{Ф}}}{\alpha_{\text{Т}}^{\text{П}}}, \qquad (1)$$

где $K_{\text{КТГ}}$ — показатель эффективности работы технической службы по коэффициенту технической готовности (КТГ); $\alpha_{\text{Т}}^{\text{Ф}}$ — фактическое значение коэффициента технической готовности; $\alpha_{\text{Т}}^{\text{П}}$ — плановое значение коэффициента технической готовности.

Фактическое значение коэффициента технической готовности подсчитывается по результатам работы автобусного предприятия.

Плановое значение коэффициента технической готовности определяется по следующей формуле:

$$\alpha_{\text{Т}}^{\text{П}} = \alpha_{\text{В}}^{\text{П}} + \alpha_{\text{Р}}, \qquad (2)$$

где $\alpha_{\text{В}}^{\text{П}}$ — плановый коэффициент выпуска; $\alpha_{\text{Р}}$ — коэффициент, учитывающий долю резервных автобусов.

2. Определяется эффективность работы технической службы по потерям линейного времени по техническим причинам:

$$K_{\text{ПТ}} = 1 - \frac{t^{T}}{T_{\text{Н}}}, \qquad (3)$$

где $K_{\text{ПТ}}$ — показатель эффективности работы технической службы по потерям линейного времени по техническим причинам; t^{T} — потери линейного времени по техническим причинам, ч; $T_{\text{Н}}$ — время в наряде, ч.

3. Определяется эффективность работы технической службы по эксплуатационным затратам:

$$K_{\text{З}} = \frac{C^{\text{П}}}{C^{\text{Ф}}}, \qquad (4)$$

где $K_{\text{З}}$ — показатель эффективности работы технической службы по эксплуатационным затратам; $C^{\text{П}}$ — плановые эксплуатационные затраты, руб.; $C^{\text{Ф}}$ — фактические эксплуатационные затраты, руб.

Фактические эксплуатационные затраты подсчитываются по результатам работы автобусного предприятия.

Плановые эксплуатационные затраты определяются по данным головной организации.

4. Определяется эффективность работы технической службы по текучести кадров:

$$K_{\text{ТК}} = \frac{\text{Р}_{\text{ОБ}} - \text{Р}_{\text{У}}}{\text{Р}_{\text{ОБ}}}, \qquad (5)$$

где $K_{\text{ТК}}$ — коэффициент текучести кадров; $\text{Р}_{\text{ОБ}}$ — общее число работающих в технической службе, чел.; $\text{Р}_{\text{У}}$ — число уволившихся работников в технической службе, чел.

5. Определяется интегральный показатель эффективности работы технической службы автобусного автотранспортного предприятия ($K_{\text{ТС}}$):

$$K_{\text{ТС}} = K_{\text{КТГ}} K_{\text{ПТ}} K_{\text{З}} K_{\text{ТК}}. \qquad (6)$$

Расчет интегрального показателя эффективности работы технической службы автобусного автотранспортного предприятия производит специальная компьютерная программа на основании предварительно введенных данных за расчетный период времени:

- планового коэффициента технической готовности;
- фактического коэффициента технической готовности;
- потерь линейного времени, ч.;
- времени в наряде, ч.;
- плановых эксплуатационных затрат, тыс. руб.;
- фактических эксплуатационных затрат, тыс. руб.;
- числа работающих в технической службе;
- числа уволившихся из технической службы.

Расчет производится за выбранный период данных с возможностью сохранения данных в таблице.

Программный продукт "Расчет интегрального показателя эффективности работы технической службы автобусного автотранспортного предприятия" разработан под операционную среду *"Windows"*. Программа написана на алгоритмическом языке *"Microsoft Visual FoxPro 9"*. Технические требования к компьютеру: процессор *Pentium*, 32 *RAM* и 10 Mb свободного места на винчестере компьютера. Разрешение экрана монитора должно быть не менее 728 на 1024, 16 *bit TrueColor*.

Для инсталляции программного обеспечения и необходимых библиотек вставьте носитель с программным продуктом и запустите с него программу *setup.exe*. Все опции могут быть приняты по умолчанию, однако рекомендуется путь установки изменить, так как при установке по предлагаемому пути в некоторых версиях *"Windows"* могут возникнуть проблемы с доступом к файлу с данными.

Запуск Программы из меню *"Пуск"* и выбором ярлыка *"Launch ipersaap.exe"*.

После запуска программы на экран выводится визуальная форма для заполнения данных и вывода результатов расчета (рис. 1).

Ввод начинается с выбора расчетного периода, после ввода программа проверяет введенные данные на наличие ранее сохраненных значений, если значения за введенный период найдены, то актуализируются кнопки "Загрузить" и "Перезаписать". Ес-

ли введен новый период дат, то активна только кнопка "Сохранить".

Нажав кнопку "Загрузить" программа подгрузит ранее введенные данные и произведет по ним расчет. Далее предоставляется возможность для изменения данных и проведения нового расчета. Расчет производится каждый раз после ввода нового значения исходных данных. В случае некорректного ввода данных соответствующий промежуточный показатель и окончательный обнуляются.

Измененные исходные данные и результаты можно сохранить либо по кнопке "Перезаписать"

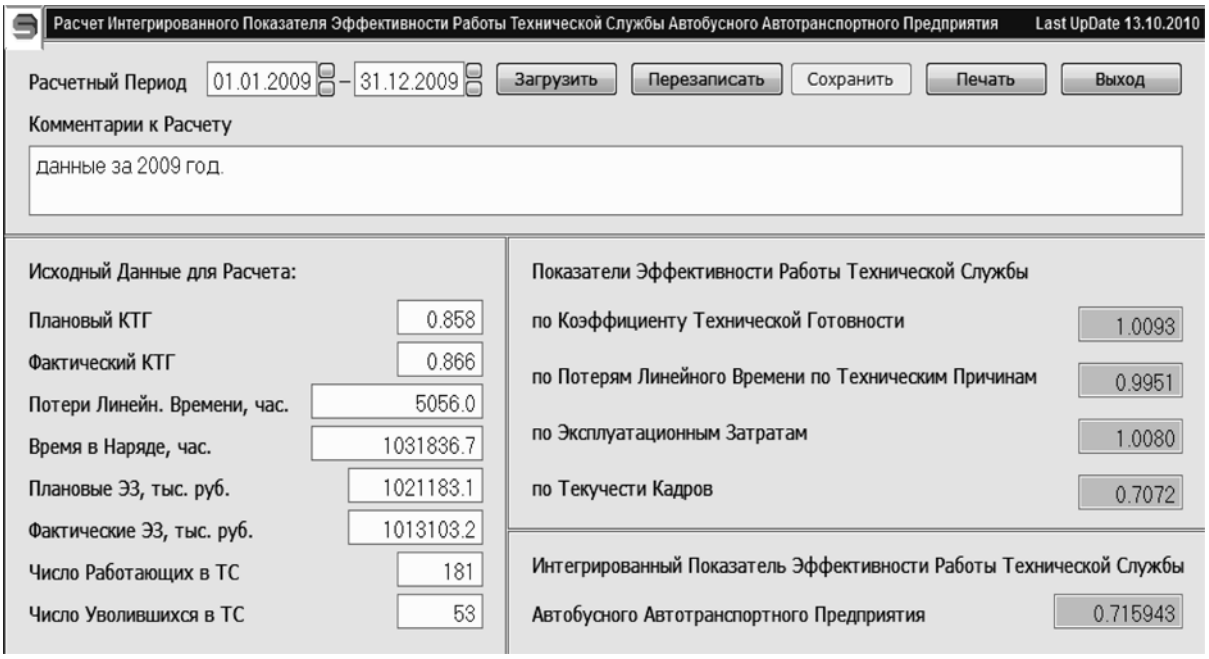


Рис. 1. Форма для заполнения данных и вывода результатов расчета

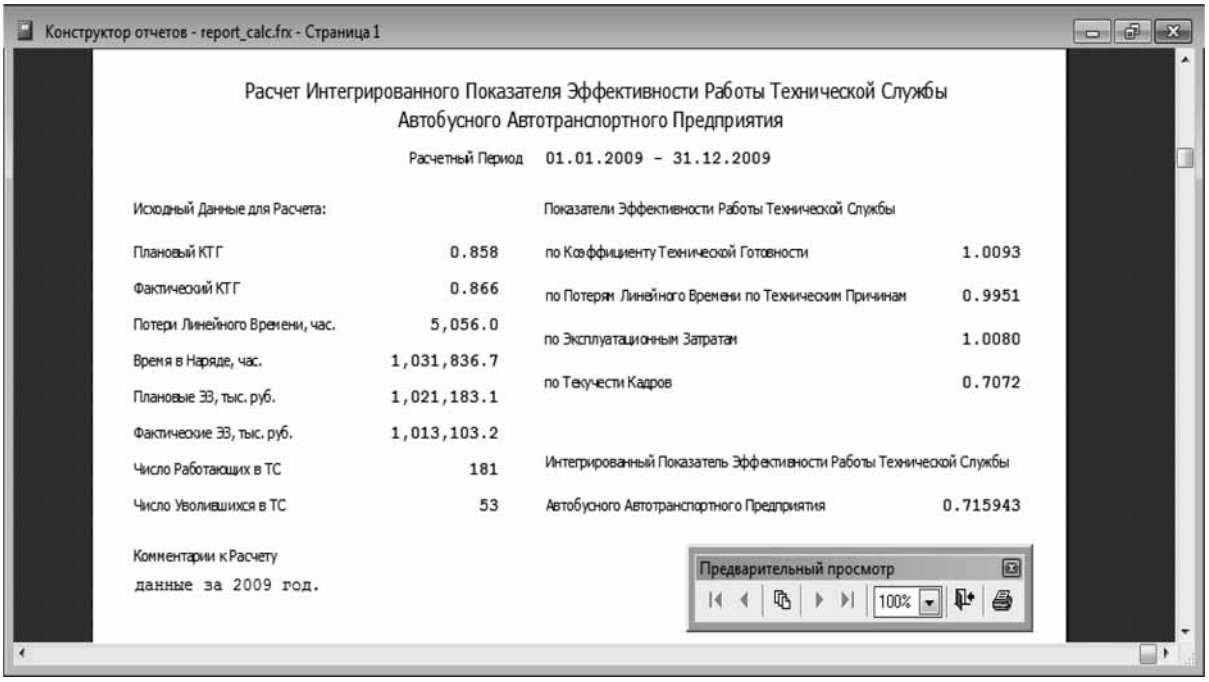


Рис. 2. Форма с исходными данными и проведенными расчетами для печати на принтере

Результаты расчета интегрального показателя эффективности работы технической службы автобусного автотранспорта предприятия

Расчет интегрированного показателя эффективности работы технической службы автобусного автотранспортного предприятия			
	Расчетный период 01.01.20____ г. — 31.12.20____ г.		
Исходные данные для расчета		Показатели эффективности работы техничесокй службы	
Плановый КТГ	0,858	По коэффициенту технической готовности	1,0093
Фактический КТГ	0,866	По потерям линейного времени по техническим причинам	0,9951
Потери линейного времени, ч	5056,0	По эксплуатационным затратам	1,0080
Время в наряде, ч	1 031 836,7	По текучести кадров	0,7072
Плановый ЭЗ, тыс. руб.	1 021 183,1		
Фактические ЭЗ, тыс. руб.	1 013 103,2		
Число работающих в ТС	181	Интегрированный показатель эффективности работы технической службы	
Число уволившихся в ТС	53	Автобусного автотранспортного предприятия	0,715943
Комментарии к расчету			

(старые данные на этот период будут при этом утеряны), либо по кнопке "Сохранить".

В поле "Комментарии к расчету" можно ввести дополнительную информацию для понимания производимого расчета.

По кнопке "Печать" выводится форма с исходными данными и проведенными расчетами для печати на принтере (рис. 2).

Для печати необходимо нажать кнопку со значком "принтер", для выхода и возврата в форму расчетов — на кнопку со значком "дверь".

Выход из программы по кнопке "Выход".

Результаты расчета интегрального показателя эффективности работы технической службы автобусного автотранспортного предприятия "Мосгортранс" представлены в таблице.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Максимов В. А., Крылов Г. А., Исмаилов Р. И., Максимов П. В., Рощак С. В.** Об оценке эффективности работы технической службы автобусного автотранспортного предприятия. Журнал "Грузовик", 2012, № 12. С. 15—16.
2. **Рощак С. В., Исмаилов Р. И., Максимов П. В., Крылов Г. А., Максимов В. А.** Оценка работы технической службы автобусного автотранспортного предприятия. Материалы 69-й научно-методической и научно-исследовательской конференции МАДИ. Секция Проблемы ТЭ и автосервиса ПС АТ. М.: МАДИ (ГТУ), 2011. — С. 67—70.

Обновление сайта компании *Kögel*

После основательной переработки появился новый современный и удобный сайт компании *Kögel*. Он поможет клиентам компании еще быстрее находить нужную продукцию, связываться с консультантами и пользоваться множеством услуг *Kögel*. Разумеется, сайтом можно пользоваться и с помощью мобильных устройств: планшетов и смартфонов. В первую очередь были запущены немецкая и английская версии, а затем были добавлены семь других языков: французский, итальянский, голландский, польский, испанский, русский и чешский.

Новый сайт компании *Kögel* содержит информацию о полуприцепах разной конструкции для отрасли грузоперевозок и строительства и помогает принять правильное решение. Сайт ориентирован не только на давних клиентов компании *Kögel*, желающих ознакомиться с новыми тенденциями в отрасли трейлеров. Благодаря четкой навигации по сайту новые клиенты также смогут легко ориентироваться на нем. Основной акцент был сделан на удобную навигацию сайта для упрощения доступа к многообразной сфере полуприцепов. На сайте представлена общедоступная информация о транспортных средствах для отрасли грузоперевозок и строительства, а также об их подвидах, например, об автомобилях с открытой платформой, фургонах, самосвалах, низкорамных полуприцепах и о многом другом, что поможет клиенту легко выбрать правильный продукт.

Разумеется, на новом сайте представлена и другая интересная информация.

Пресс-служба Kögel

УДК 621.436.001

Н. Н. Патрахальцев, д-р техн. наук, проф., **И. А. Петруня**, магистр, аспирант,
Т. С. Аношина, магистр, аспирант, Российский университет дружбы народов (РУДН)
E-mail: nikpatrah@mail.ru

СНИЖЕНИЕ ПУТЕВОГО РАСХОДА ТОПЛИВА АВТОМОБИЛЕМ С ДИЗЕЛЕМ ТИПА ЯМЗ-238 ПУТЕМ ИЗМЕНЕНИЯ РАБОЧЕГО ОБЪЕМА ДВИГАТЕЛЯ

В статье изложен пример использования методики оценки возможности повышения экономичности двигателя грузового автомобиля при движении на режимах малых нагрузок. Дизель на таких режимах регулируется отключением части цилиндров, или, иначе говоря, изменением его рабочего объема.

Ключевые слова: *дизель, регулирование, отключение цилиндров, изменение рабочего объема, экономичность, путевой расход топлива.*

В современных условиях эксплуатации двигатели транспортных машин длительное время работают на режимах малых нагрузок и холостых ходов. В таких условиях существенно возрастают удельные расходы топлива. А следовательно, растут часовые и путевые расходы машинами. Одним из методов повышения экономичности работы дизеля на малых нагрузках (МН) или холостых ходах (ХХ) является метод отключения части цилиндров, называемый в более общем случае также методом регулирования двигателя изменением его рабочего объема [1]. Суть метода заключается в том, что при отключении части цилиндров при данном режиме МН оставшиеся в работе (активные) цилиндры работают с повышенными подачами топлива, повышенной нагрузкой, выполняя ту же исходную работу. Благодаря этому происходит уменьшение коэффициента избытка воздуха в этих цилиндрах, улучшение процессов топливоподачи, смесеобразования и сгорания и соответствующее повышение индикаторного КПД этих цилиндров. В результате снижается удельный расход топлива двигателем.

Для предварительной оценки удельных, часовых, путевых (т. е. на 100 км пробега) расходов топлива автомобилем с двигателем, регулируемым таким методом, воспользуемся многопараметровой характеристикой дизеля [2], перестроив ее в координаты $L_{уд} — n$ (рис. 1), где $L_{уд}$ — удельная работа, выполняемая либо полноразмерным дизелем (со всеми работающими цилиндрами),

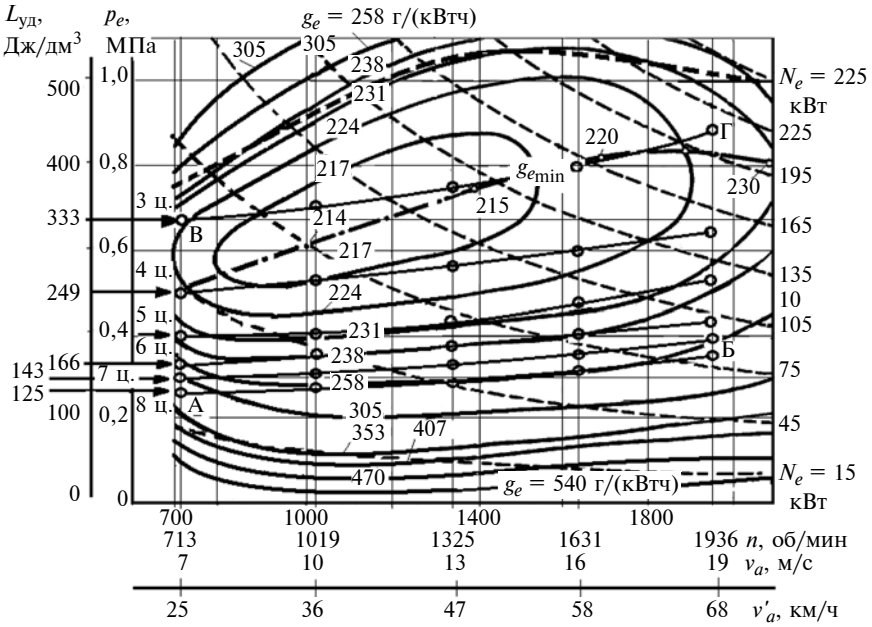


Рис. 1. Многопараметровая характеристика дизеля ЯМЗ-238, построенная в координатах удельной работы ($L_{уд}$) — частоты вращения (n), с нанесенными на нее характеристиками изменения удельных работ дизеля полноразмерного (8 ц.) и с разными числом активных цилиндров (7 ц., 6 ц., 5 ц., 4 ц., 3 ц.) при движении автомобиля с постоянными скоростями и постоянным передаточным отношением

либо с отключенной частью цилиндров. Данная удельная работа представляет собой полную работу двигателя на заданном режиме ($L_{полн}$), отнесенную к величине рабочего объема двигателя. То есть выполняемая дизелем на данном режиме (M_e) полная эффективная работа равна:

$$L_{полн} = 2\pi M_e, \text{ Дж}. \quad (1)$$

Тогда при полном рабочем объеме двигателя iV_h [дм^3] удельная работа полноразмерного дизеля равна:

$$L_{уд} = 2\pi M_e/(iV_h). \quad (2)$$

Если дизель регулируется отключением цилиндров, то число активных цилиндров равно z, а удельная работа такого дизеля при выполнении той же полной работы равна:

$$L_{уд} = L_{полн}/(zV_h) = 2\pi M_e/(zV_h). \quad (3)$$

Если режим полноразмерного дизеля задан через среднее эффективное давление p_e [МПа], то:

$$L_{полн} = 500 p_e i V_h. \quad (4)$$

Для полноразмерного дизеля:

$$L_{уд} = 500 p_e \text{ [Дж/(дм}^3\text{)]}. \quad (5)$$

Для дизеля с числом активных цилиндров z получаем:

$$L_{уд} = 500 p_e\, i/z \text{ [Дж/(дм}^3\text{)]}. \quad (6)$$

Для анализа использованы основы методики, изложенной в работе [3], применительно к автомобилю типа МАЗ-5551 с прицепом, оснащенному дизелем ЯМЗ-238. Режимы установившегося движения представляют собой постоянные скорости автомобиля на постоянной передаче по прямой сухой асфальтовой дороге. Для расчетов приняты следующие исходные данные. Сила тяжести автомобиля $G_а$ = 150 000 Н. Лобовая площадь, с учетом прицепов, составляет $F_а$ = 7 м^2. Коэффициент лобового сопротивления C_x = 0,7. Передаточное отношение трансмиссии $u_{тр}$ = 4,8. Выбранные исходные для расчетов данные согласованы с параметрами, изложенными в работе [4].

На основании приведенных данных определяется мощность $N_а$, потребная для движения автомобиля с данной скоростью $v_а$. Мощность двигателя, необходимая для движения с данными скоростями, определяется с учетом КПД трансмиссии $\eta_{тр}$: $N_e = N_а/\eta_{тр}$. КПД трансмиссии составляет 0,95.

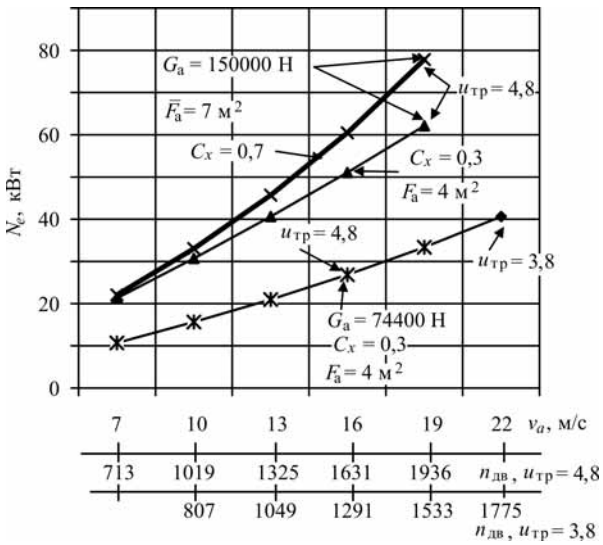


Рис. 2. Влияние передаточного отношения трансмиссии ($u_{тр}$), силы тяжести ($G_а$), коэффициента сопротивления воздуха (C_x), лобовой площади ($F_а$) автомобиля МАЗ-5551 на потребную мощность двигателя (ЯМЗ-238) при скоростях движения автомобиля ($v_а$)

На рис. 2 показано изменение мощности двигателя, потребной для движения данного автомобиля со скоростями $v_а$. Показано влияние силы тяжести, сопротивления воздуха, передаточного отношения трансмиссии при постоянном коэффициенте потерь на сопротивление качению. Для дальнейших расчетов выбрана характеристика, отмеченная жирной линией.

На рис. 1 наносится точка *А*, которая соответствует эффективному крутящему моменту, эффективной мощности или среднему эффективному давлению полноразмерного дизеля при частоте вращения 713 мин$^{-1}$ (или, иначе, скорости движения автомобиля ($v_а$), равной 7 м/с). Аналогичным образом строятся точки $p_e = f(n)$ (при n = 1019, 1325, 1631, 1036 мин$^{-1}$). В результате характеристика *А—Б* представляет собой мощность (момент, среднее эффективное давление) полноразмерного двигателя, которые нужны, чтобы на данной передаче двигаться с постоянными скоростями $v_а$. Точки пересечения этой характеристики с параметрическими кривыми постоянных удельных эффективных расходов топлива (g_e) дают характеристику изменения $g_e = f(v_а)$ (рис. 3).

Значения g_e, лежащие между нанесенными параметрическими кривыми $g_e = f(n)$ (см. рис. 1), получаем интерполированием.

Для вариантов работы двигателя с числом активных цилиндров z = 8 ц., 7 ц., 6 ц., ... 3 ц. вычисляем и наносим на характеристики рис. 1 значения удельных

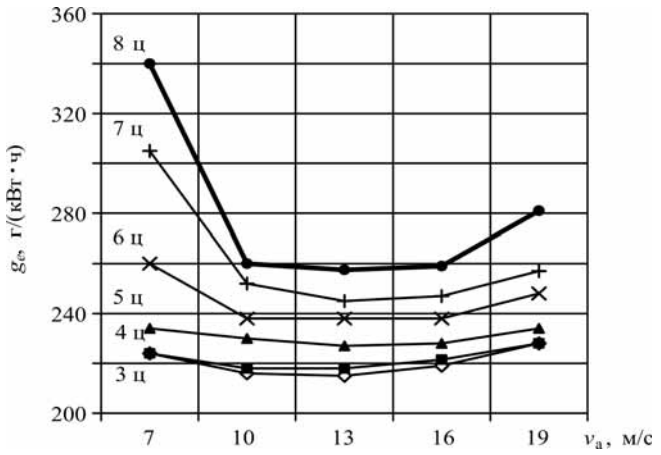


Рис. 3. Зависимость удельного эффективного расхода топлива (g_e) от скорости движения (v_a) автомобиля МАЗ-5551 с дизелем ЯМЗ-238 (8 ЧН 13/14) при разном числе активных цилиндров (z = 3, 4, ..., 8); работа на одном или двух цилиндрах при данной нагрузке невозможна; сила тяжести автомобиля G_a = 150 000 Н, передаточное отношение трансмиссии $u_{тр}$ = 4,8

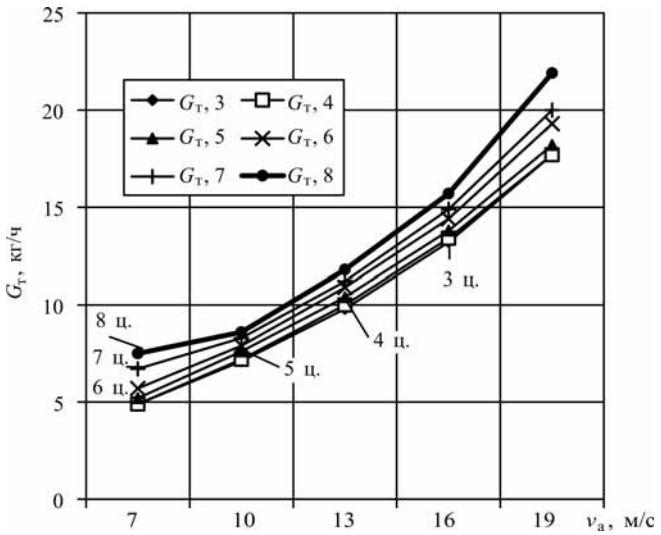


Рис. 4. Зависимости часовых расходов топлива ($G_т$) от скорости движения (v_a) автомобиля МАЗ-5551 с дизелем ЯМЗ-238 (8 ЧН 13/14) при разном числе активных цилиндров (z = 3, 4, ..., 8)

работ $L_{уд}$. Например, для скорости движения 7 м/с и, следовательно, частоте вращения вала 715 мин$^{-1}$ получаем значения удельных работ 125, 143, 166, 200, 249, 333 Дж/дм^3, соответственно, для дизеля с числом активных цилиндров z = 8, 7, 6, 5, 4, 3. (Работа дизеля на данном выбранном режиме малой нагрузки на двух или одном цилиндрах невозможна, что определяется недопустимо высокими значениями $L_{уд}$.) По аналогии с построением характеристики *А—Б* строим характеристику, например, *В—Г*, которая представляет собой потребное изменение удельной работы двигателя, работающего на тех же режимах, что и полноразмерный дизель, но уже с числом активных цилиндров z = 3 ц. Отметим, что дизель, работающий с тремя активными цилиндрами на тех же режимах, что и полноразмерный дизель (характеристика *А—Г*), развивает те же мощность и крутящий момент, что и полноразмерный двигатель.

Говорить о среднем эффективном давлении в данном случае можно лишь с определенной степенью условности, т. е. p_e дизеля с числом активных цилиндров, отличным от полного числа цилиндров, не имеет физического смысла. Поэтому характеристика *В—Г* строится по показателям удельной работы $L_{уд}$.

По полученным значениям удельных расходов, зная, что двигатель во всех вариантах регулирования развивает указанную эффективную мощность (см. рис. 2), рассчитываем часовые расходы топлива ($G_т = f(v_a)$) (рис. 4).

Пересчитав скорости автомобиля v_a (м/с) в скорости v'_a (км/ч), получаем путевые расходы топлива $Q_т$ в л/100 км пути (рис. 5).

Выигрыши в путевых расходах при реализации регулирования дизеля изменением его рабочего объема показаны на рис. 6. Видно, что выигрыши в путевых расходах топлива при движении с теми же скоростями, что и автомобиль с полноразмерным дизелем, могут в идеале достигать 15—35 % расходов полноразмерного дизеля.

Выбор количества активных цилиндров может дополнительно ограничиваться требованиями по равномерности вращения вала, по уровню крутильных колебаний, уровню вибраций. Хотя решение

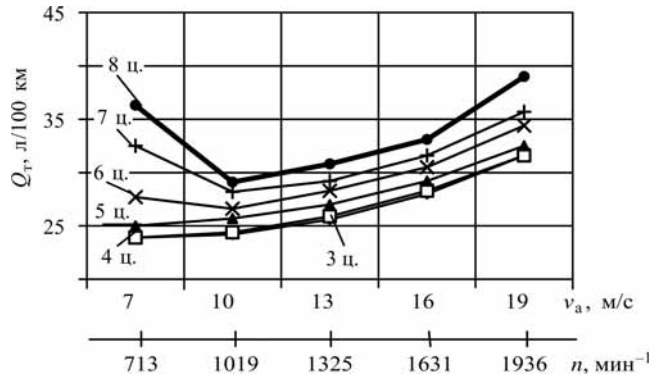


Рис. 5. Зависимость путевого расхода топлива ($Q_т$) от скорости движения (v_a) автомобиля МАЗ-5551 с дизелем ЯМЗ-238 (8 ЧН 13/14) при разном числе активных цилиндров (z = 3, 4, ..., 8)

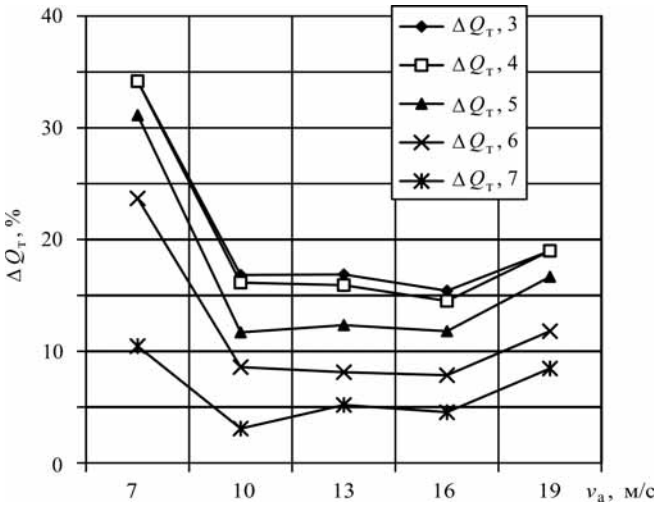


Рис. 6. Выигрыши в путевом расходе топлива ($\Delta Q_т$) автомобилем с дизелем ЯМЗ-238, которые достигаются отключением части цилиндров (3 ц., 4 ц., 5 ц., 6 ц., 7 ц.

этих проблем может реализовываться и другими средствами.

Ранее [5] было показано, что с учетом постепенного, а не мгновенного последовательного отключения-включения данного количества z активных цилиндров, с учетом изменения теплового состояния двигателя, ограничения уровней неравномерности вращения, уровня колебаний и т. д., полученные приведенным расчетом результаты могут снизиться на величины 40—50 %. Именно поэтому методику следует определять как методику "оценки возможного повышения экономичности дизеля".

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Патрахальцев Н. Н., Ромеро А. В., Кальдерон Х. Г.** От отключения цилиндров — к отключению циклов // Автомобильная промышленность. — 1995. — № 11. — С. 23—24.
2. **Двигатели** внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для вузов по специальности "Двигатели внутреннего сгорания" / С. И. Ефимов, Н. А. Иващенко, В. И. Ивин и др. Под общ. ред. А. С. Орлина и М. Г. Круглова. 3-е изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение. — 1985. — 456 с., ил. — С. 154—155.
3. **Автомобильные** двигатели: учебник для студ. высш. уч. завед. / [М. Г. Шатров, К. А. Морозов, И. В. Алексеев и др.]; под ред. М. Г. Шатрова. — М.: Издательский центр "Академия", 2010. — 464 с.
4. **Обеспечение** качества транспортных двигателей: Т. 1. / М. А. Григорьев, В. А. Долецкий, В. Г. Желтяков, Ю. Г. Субботин. — М.: ИПК Издательство стандартов. — 1998. — 632 с.
5. **Peters G. F.** A Cylinder deactivation on 4 cylinder engines. A torsional vibration analysis. DCT 2007—11. February 15, 2007. — P. 10—15, 39.

"КАМАЗ" выбирает метан

Участие Татарстана в пилотном проекте по внедрению газомоторного топлива стало толчком для новых перспективных разработок газового направления на "КАМАЗе".

Речь идет о технике, работающей на сжиженном природном газе (СПГ). Такие КАМАЗы более экономичны и экологичны даже по сравнению с грузовиками, работающими на компримированном природном газе (КПГ). Техника на СПГ гарантирует больший пробег на одной заправке, увеличение грузоподъемности шасси благодаря меньшему весу криогенного бака в сравнении с двумя-тремя кассетами КПГ, более низкую себестоимость производства топлива и улучшенные экологические характеристики: КАМАЗы на СПГ будут соответствовать экологическим нормам Евро 5 и Евро 6. В скором времени Татарстан планирует запустить завод по производству СПГ мощностью 56 тыс т. Это позволит обеспечивать топливом около одной тысячи машин в год и решит основную проблему на пути развития газовой техники — недостаточное количество и распространенность заправок.

Стоит отметить, что ОАО "КАМАЗ" серийно начал выпускать газобаллонную технику уже в 2011 г. Автомобильную технику, работающую на газе, а именно газодизельные автомобили (КАМАЗ-53208, КАМАЗ-53218, КАМАЗ-54118, КАМАЗ-55118) выпускались еще с 1987 г., всего их было произведено более 10 тыс.

По словам директора Департамента маркетинга ОАО "КАМАЗ" Сергея Колесникова, сегодня газомоторная камазовская техника крайне востребована: "Автомобили, в основном, приобретают муниципалитеты различных городов нашей страны для различных нужд города, закупают дочерние общества ОАО "Газпром", автотранспортные предприятия, строительные компании, грузоперевозчики. Свыше 200 газобаллонных автобусов НЕФАЗ обслуживали гостей и участников XXVII Всемирной летней Универсиады, проходившей в Казани".

Сегодня на базе газобаллонного шасси КАМАЗ-65115 выпускаются различные самосвалы для строительства и сельского хозяйства, спецтехника для коммунальных и дорожных служб. Появились полноприводные версии на базе проверенных дизельных автомобилей КАМАЗ-43114 и КАМАЗ-43118, компактные мусоровозы на базе двухосных шасси КАМАЗ-53605 и КАМАЗ-4308, тяжелый самосвал на шасси КАМАЗ-6520, а также пригородный автобус. Всего же камазовский модельный ряд автомобильной техники экологического стандарта Евро 4 на компримированном природном газе включает в себя 14 моделей техники.

Пресс-служба ОАО "КАМАЗ"

УДК 629.341-049.7:311

А. Г. Кириллов, д-р техн. наук, проф., **И. А. Клюкин, А. В. Бородин**, ВлГУ
E-mail: chizov_nik@mail.ru

ПОДХОД К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ЭЛЕМЕНТОВ СТАТИСТИКИ В ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОБУСОВ

Чтобы использовать элементы статистики для предупреждения отказов и неисправностей, а также для определения их источников, необходимо знать причины, механизмы возникновения неполадок и их проявления, а также влияние различных отказов элементов на работоспособность автобуса в целом.

Ключевые слова: *случайные процессы, случайные величины, техническая эксплуатация, вероятность отказа, вариация наработки, автомобили.*

В каждом отдельном случае необходимо знать закономерности изменения технического состояния транспортного средства и, в частности, автобуса. Функциональные процессы — это когда определенному значению аргумента соответствует определенное значение функции (например, зависимость пройденного пути от скорости и времени движения).

Случайные процессы происходят под влиянием многих переменных факторов. Результаты вероятностного процесса могут принимать различные количественные значения и называются случайными величинами (СВ).

При эксплуатации транспортных средств в основном приходится иметь дело именно со случайными процессами и величинами.

В результате фиксации у группы автомобилей определенного параметра технического состояния, например предельного состояния $У_п$, различные узлы будут иметь свою наработку на отказ (рисунок, *а*). В результате будут наблюдаться вариации наработки. Это обстоятельство предопределяет планирование периодичности ТО для однотипных автомобилей.

Если все автомобили обслуживать с одинаковой периодичностью $1_{ТО}$, то будет иметь место вариация фактического технического состояния (рисунок, *б*), которая скажется на трудоемкости выполнения работ, количестве расходуемых материалов и запасных частей.

Для решения задач технической эксплуатации автобусов необходимо использовать оценочные параметры изменения случайных величин.

1. Случайные величины располагаются в порядке возрастания или убывания их абсолютных значений:

$$X_1 = X_1;\ X_2;\ X_3;\ \ldots\ X_{n-1};\ X_n = X_{max}.$$

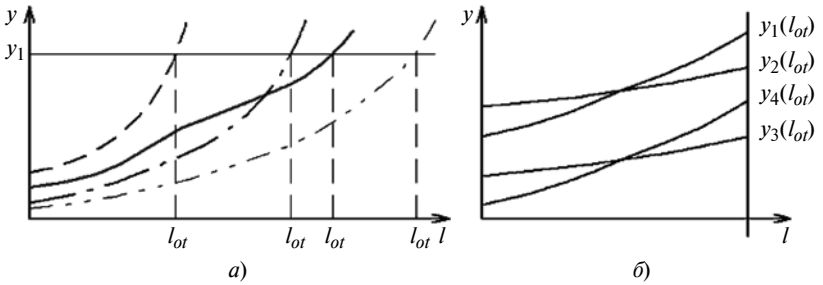
2. Точечные оценки случайной величины:

среднее значение $\bar{x} = \dfrac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$;

размах $z = X_{max} - X_{min}$;

среднее квадратическое отклонение, характеризующее вариацию:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_1 - \bar{x})^2 n}{n-1}};$$



Вариации случайной величины:

а — наработки ($l_{р1}$—$l_{р4}$) при фиксации $У_п$; *б* — параметра технического состояния ($У_1(1_{ТО})$—$У_4(1_{ТО})$ при фиксации наработки 1

коэффициент вариации: $\nu = \frac{\sigma}{\bar{x}}$.

В технической эксплуатации различают случайные величины:

с малой вариацией: $\nu \leqslant 0$;

со средней вариацией: $0{,}1 \leqslant \nu \leqslant 0{,}33$;

с большой вариацией: $\nu > 0{,}33$.

Точечные оценки позволяют предварительно судить о качестве изделий и технологических процессов ТО и ремонта. Чем ниже средний ресурс и выше вариация, тем ниже качество конструкции и изготовления (или ремонта) изделия. Чем выше коэффициент вариации показателей технологического процесса ТЭА (трудоемкость, простои в ТО или ремонте, загрузка постов и исполнителей и др.), тем менее совершенны применяемая организация и технологии ТО и ремонта.

3. Вероятностные оценки:

частность $\omega = n_i/n$,

где n_i — число значений случайных величин в интервале; n — общее число значений случайных величин.

Имея систематизированные данные по отказам, можно прогнозировать и планировать число воздействий (программу работ), потребности в рабочей силе, площадях, материалах и запасных частях.

4. Вероятность случайного события.

Вероятность отказа рассматривается за определенную наработку X:

$$F(x) = \frac{m(x)}{n},$$

где $m(x)$ — число отказов за наработку X; n — число наблюдений.

Вероятность отказа при наработке X равна вероятности событий, при которых наработка отказа конкретных изделий X_i окажется менее X.

Дальнейшая обработка данных изменения случайной величины позволяет получить более углубленные характеристики:

плотность вероятности, т. е. вероятность отказа за малую единицу времени при работе узла агрегата, детали без замены;

интенсивность отказов — условная плотность вероятности возникновения отказа невосстановленного изделия.

Наглядное представление о величине и вариации СВ дает их графическое изображение: гистограммы и полигоны распределения вероятности отказной работы и дифференциальные функции или законы распределения. Процессы ТЭА в основном характеризуются следующими законами распределения: нормальным, экспоненциальным, Вейбулла.

Значение аналитических зависимостей состоит в том, что если известен вид закона (на основании опыта, литературных источников, наблюдений) и его параметры, то можно расчетными методами, не проводя объемных наблюдений, воспроизвести (прогнозировать) ожидаемые вероятности отказов и других состояний изделия и процессов.

При технической эксплуатации приходится учитывать и другие случайные величины: расход топлива однотипными автобусами даже на одинаковых маршрутах; расход запасных частей и материалов, число заездов на ремонт за час, смену работы поста ТО и др. Все это сказывается на нормировании и организации ТО и ремонта, определении необходимых для этого ресурсов.

Таким образом, умение оценивать случайные величины позволяет в реальной эксплуатации: во-первых, перейти от ожидания стихийного появления событий (отказа изделия, требования на услуги ТО и ремонта, заправку и др.) к инструментальному описанию и объективному предвидению путей их реализации с определенной вероятностью, что позволяет подготовить и приспособить производство к эффективному освоению соответствующих требований;

во-вторых, принять риск в качестве объективной реальности, свойственной любой деятельности, особенно эксплуатационной. Поэтому для успешной производственной деятельности важно не стремиться полностью исключить риск (что нереально для случайных процессов), а уметь его оценить и выбрать с учетом возможных отрицательных и положительных последствий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Техническая** эксплуатация автомобилей. Учебник для вузов, 4-е изд. перераб. и дополн. / Е. С. Кузнецов, Л. П. Болдин, В. М. Власов и др. — М.: Наука, 2001. — 535 с.
2. **Кузнецов Е. С.** Управление технической эксплуатацией автомобилей. — М.: Транспорт, 1990. — 272 с.
3. **Прудовский Б. Д., Ухарский В. Б.** Управление технической эксплуатацией автомобилей по нормативным показателям. — М.: Транспорт, 1990. — 238 с.

УДК 629.33.338.242

В. М. Трофимов, канд. эконом. наук, доц., МАДИ,
Н. А. Кострова, аспирант, Институт социологии РАН
E-mail: acphil@mail.ru

ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ РЫНКОВ ВЕДУЩИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Основным показателем стабилизации мировых рынков на протяжении длительного времени считалась ситуация на международном рынке продаж автомобилей. В работе представлен краткосрочный аналитический прогноз развития рынка продаж автомобилей, производимых в странах запада, как наиболее динамичный сектор развития автопрома.

Ключевые слова: *автомобильная промышленность, экономическое развитие, ускорение и рост.*

Косвенным признаком стабильного развития, одновременно точно отражающим состояние социального оживления в стране, является динамика приобретения ее населением автомобилей в личное пользование. В этой связи стоит вспомнить таких классиков социологии, как В. Парето и А. Маршал, отмечавших практически еще на заре зарождения автомобилестроения, что именно его рост отражает как успех экономического развития, так и уровень социального благополучия, предопределяющего дальнейший экономический рост.

Посмотрим, как обстоят дела на рынке легковых автомобилей в России, и одновременно сравним его с рынком автопродаж стран, ранее входивших в неформальное объединение, именуемое Большой восьмеркой. Именно экономическая стабильность этих наиболее развитых стран мира и определяет динамику выхода мировой экономики из кризисных явлений 2007—2008 гг.

Так, по данным Комитета автопроизводителей Ассоциации европейского бизнеса (АЕБ), в 2013 г. было продано 2,78 млн новых автомобилей, что на 5,5 % меньше, чем в 2012 г. Вслед за традиционно занимающей первое место "Ладой", лидируют "Рено", продавший 210 тыс. автомобилей и азиатские производители со своими 379 тысячами машин.

Если же посмотреть продажи по концернам, то тройка лидеров выглядит так: Альянс Автоваз—Рено—Ниссан и концерны Фольксваген и Дженерал Моторс. При этом средняя стоимость подержанной иномарки составила 502 645 руб. (снизилась на 3,1 % по сравнению с 2012 г.), а отечественного автомобиля — 158 197 руб. (рост на 8,7 %).

Вместе с тем, имеющая место тенденция снижения продаж в прошлом году по сравнению с 2012 г. может вызывать тревожные опасения о потенциально возможной экономической стагнации. Однако надо иметь в виду, что для российского автомобильного рынка 2012 г. оказался не просто успешным, а рекордным: показатель в 2,935 млн автомобилей превысил уровень пикового, докризисного 2008 г.

По данным Комитета автопроизводителей АЕБ, в 2012 г. рост продаж новых автомобилей составил 11 %. Лучших успехов среди производителей, продавших более 30 тыс. машин, добились немецкие, японские и американские автопроизводители. Что касается подержанных автомобилей, то здесь рост составил 5 %, а лидерами этого сегмента были американцы, немцы и японцы. Отечественная "Лада" занимала четвертое место, и значит ее успех в прошлом году подтверждает правильность избранной стратегии поддержки российского автопроизводителя с помощью механизмов автокредитования, а через них и всей экономики (в соответствии с классической теорией) в целом. И в итоге, по оценке Комитета автопроизводителей АЕБ, Россия лидирует на автомобильном рынке Европы. Говорит ли это о полном социальном благополучии? Для ответа на заданный вопрос следует обратиться к дифференциации отечественного авторынка в "двух столицах" и "остальных регионах".

Обратимся к недавней истории. Так, в первом послекризисном 2009 г. доля Москвы и Санкт-Петербурга на рынке иномарок впервые превысила 50 %. По данным агентства "Автостат", из 1 млн 16 тыс. автомобилей зарубежного производства, реализованных в России, на столицу пришлось 40,8 %, или

414 570 машин (–46,1 %). В Санкт-Петербурге было продано 106 340 иномарок (–49,8 %) — это 10,5 % в объеме общероссийских продаж. Как отмечают эксперты, увеличение доли "двух столиц" объясняется тем, что продажи иномарок в Москве и Санкт-Петербурге "просели" меньше, чем в регионах (–55 %).

Между тем, отмечают эксперты, столичные жители предпочитают массовым иномаркам более дорогие модели, нежели в целом по России. Так, "серебряный призер" российского рынка иномарок американский "Форд" является самой популярной иностранной маркой и в Москве, и в Санкт-Петербурге. Кроме того, автомобили семейства "Форд" традиционно лидирует в сегменте корпоративных продаж, большая часть которых приходится опять же на Москву и Санкт-Петербург.

Еще одна особенность столичных авторынков в том, что здесь продают до двух третей автомобилей "премиум"-марок. Высокая степень востребованности "премиальных" машин в Москве и Санкт-Петербурге объясняется, в первую очередь, плотным сосредоточием населения в двух столицах и более высоким, в сравнении с регионами, уровнем доходов населения. Величина доходов, в свою очередь, влияет на стандарты качества жизни, зримым воплощением которых еще с советских времен был и остается автомобиль. Даже американские "Хаммеры", которые, казалось бы, предназначены для плохих дорог, состоятельные москвичи и петербуржцы выбирают в силу исключительности этих внедорожников, позволяющей выделиться в потоке машин.

Стоит также отметить, что на иномарке ездит каждый второй автомобилист двух столиц. При этом доля иномарок в парке Санкт-Петербурга в прошлом году была несколько выше (55,8 %), чем в Москве (54,6 %). Впрочем, учитывая большую автомобилизацию в российской столице, на автомобиле зарубежного производства ездит каждый пятый москвич, тогда как в Санкт-Петербурге иномаркой владеет каждый шестой житель. В других странах такая дифференциация отсутствует.

При этом в первую десятку самых продаваемых автомобилей в мире входят по три японских, немецких, американских и один корейский автомобиль. Иными словами, и на мировом рынке 90 % автомобильной продукции производят страны бывшей Большой восьмерки. Кстати, российская "Лада-Гранта" среди самых продаваемых автомобилей занимает 115-ю позицию, что, в общем, не так и плохо, но здесь надо учитывать, что практически весь их "тираж" был выкуплен в России и к мировым продажам относить данные цифры было бы не совсем правильно.

Для сравнения: в 2012 г. в первую десятку самых продаваемых автомобилей мира входили четыре американских, три японских, два немецких и один корейский. Отечественные машины тогда расположились между 166-м и 226-м местами.

Если сравнить мировой и европейский авторынки (сектор ЕС), то в 2013 г. уровень продаж в Европе снизился на 2,6 %. А по данным Ассоциации европейских производителей автомобилей ЕАБ, в 2012 г. на континенте было продано 12 млн новых автомобилей. Это оказалось на 8,2 % меньше, чем в 2011 г. Иными словами, европейский авторынок "проседает" более динамично и интенсивно, чем российский. А значит, и имевшее место снижение автопродаж в России в прошлом году не может рассматриваться в качестве стагнационного предсказания.

На этом фоне впечатляет динамика автопродаж за океаном. Так, в 2013 г. в США было продано 15,5 млн автомобилей, что на 7,5 % больше, чем в 2012 г. Если же посмотреть продажи по концернам, то тройка лидеров выглядит так: Дженерал Моторс, Форд и Тойота, т. е., два американских и один японский производитель. В таком же порядке компании делят весь американский автомобильный рынок.

Для сравнения: в 2012 г. в США было продано около 14,5 млн автомобилей, что на 13,4 % больше, чем в 2011 г. Лидирующей по продажам оставалась та же тройка. При этом именно 2011 г. оказался переломным для американского авторынка, на котором после кризисных 2007—2008 гг. наблюдался существенный провал в продажах автомобилей.

Подведем краткие итоги. Общемировая тенденция развития авторынка в послекризисные годы имеет тенденцию к некоторому спаду, на фоне которого прогрессирующий спад имеют авторынки Европы. Это самым тесным образом связано с затяжными послекризисными последствиями для ряда стран. Однако на этом фоне главный европейский автопроизводитель — Германия — наращивает производство автомобилей и, прежде всего, благодаря открытию для сбыта своей продукции рынков в России. А у нас хотя и проявляется общеевропейская тенденция к спаду спроса на автомобили, но в существенно ослабленной форме. В то же время, рост автопродаж в США внушает определенный оптимизм. Похоже, что основные последствия кризиса 2007—2008 гг. в этой стране уже пройдены, и ее автопром стимулирует общее экономическое возрождение.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Россия и мир: 2014.** Ежегодный прогноз / Под ред. А. А. Дынкина, В. Г. Барановского. — М.: ИМЭМО РАН. 2014.
2. **Global Enviromental Outlook.** Enviroment for the future we want. GEO-S.: NY, UNEP, 2012.
3. **World Economic Outlook Database October 2013.** General government gross debt percent of GDP. — NY, 2013.

УДК 05.22.10

Е. А. Дубовик, аспирант, Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону
E-mail: Dubovik1982@list.ru

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДВС

В работе приведен алгоритм гидравлического расчета системы охлаждения автомобильного ДВС. Рассматривается элемент охлаждающей жидкости тосол, его происхождение, свойства как охлаждающей жидкости в системе охлаждения двигателя внутреннего сгорания.

Ключевые слова: автомобиль, система, потери, число Рейнольдса.

В России эксплуатируется более 96 % автотранспортных средств, оборудованных жидкостной системой охлаждения. Во времена СССР в качестве такой жидкости, как правило, использовалась вода. Это приводило к тому, что в рубашке его охлаждения образовывалась накипь, резко ухудшающая теплоотдачу от поверхности деталей к жидкости, и, как следствие, к перегреву двигателя. Со всеми вытекающими отсюда последствиями — заклиниванию поршней в цилиндре, обгоранию головок клапанов, выгоранию ("угару") смазки, выплавлению вкладышей подшипников и т. д. Антифризы же применялись редко. Главным образом, зимой. Да и то лишь в условиях Крайнего Севера. Причем от них требовалось только одно — способность не замерзать при низких температурах. И только с появлением автомобилей ВАЗ с их новыми материалами потребовался антифриз с лучшими, чем у антифризов, выпускавшихся отечественной промышленностью, свойствами. И такой антифриз был создан. Его разработали в ГосНИИ органической химии и технологии, а конкретнее — сотрудники отдела технологии органического синтеза (ТОС). Отсюда и его название: "ТОСОЛ" (окончание "ОЛ" дано по химической номенклатуре, поскольку основа данного антифриза — этиленгликоль).

"Тосол" должен удовлетворять не одному, как прежние антифризы, а многим требованиям. В том числе обладать высокими теплоемкостью и теплопроводностью, низкой температурой замерзания (безопасная эксплуатация автомобиля практически при любых отрицательных температурах охлаждающего воздуха); высокими температурами закипания (нормальная работа двигателя в летнее время) и воспламенения (обеспечивает безопасность при использовании); малыми вязкостью, особенно при низких температурах (высокая затрудняет циркуляцию и снижает теплопередачу) и вспениваемостью (при большой — снижается теплопередача, возможен перегрев двигателя и образование паровых пробок). И он этим требованиям, как правило, соответствует. Хотя, к сожалению, в процессе эксплуатации его свойства меняются. В частности, увеличивается его плотность и вязкость.

У тосола есть и еще одно важное достоинство: он, в отличие от воды, при замерзании не расширяется и не превращается в твердую сплошную массу (лед). Образуется не препятствующая пуску двигателя рыхлая масса криталлогидратов и этиленгликоля, быстро, уже в процессе прогрева, переходящая в жидкое состояние.

В эксплуатации иногда вместо тосола приходится применять воду. Но при этом следует иметь в виду, во-первых, что вода имеет более высокую теплоемкость, чем этиленгликоль. Следовательно, при переходе на нее тепловой режим двигателя обязательно нарушится. Во-вторых, антифриз обладает смазывающими свойствами, чего нет у воды. Значит, при замене его водой резко возрастает вероятность выхода из строя водяного насоса. В-третьих, благодаря наличию присадок антифриз покрывает поверхность металла защитной пленкой, тогда как вода эту пленку смывает и в растворе идет очень активная электрохимическая коррозия. Правда, известно, что мягкая вода в меньшей степени вызывает коррозию. Следовательно, при переходе на воду ее нужно умягчать. Одним из ингибиторов коррозии даже умягченной воды может служить динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты, сода, которая является комплексом, способным связывать растворенные в воде комплексы ионов металлов.

Эту соду, в принципе, в небольших количествах можно добавить и в тосол. В результате повысится

pH раствора, а значит, и устойчивость деталей системы охлаждения в отношении коррозии.

Нынешние производители тосола в целях экономии дорогостоящего этиленгликоля добавляют его в воду по минимуму. Поэтому, приобретая тосол, целесообразно проверить его плотность при комнатной температуре, которая должна находиться в пределах 1,7...1,8 г/см^3.

Гидравлический расчет системы охлаждения ДВС сводится к определению давления потерь $\Delta p_{пот}$ в водяном радиаторе, гидравлических потерь в системе охлаждения, а также динамического напора H гидравлического (центробежного) насоса. Рассмотрим его алгоритм.

Все начинается с расчета скорости υ движения охлаждающей жидкости в коллекторах водяного радиатора. Она определяется по формуле (1) (табл. 1). Затем по формуле (2) вычисляют расход $Q_{тр}$ охлаждающей жидкости через каждую из трубок радиатора и по формуле (3) — скорость $\upsilon_{тр}$ течения охлаждающей жидкости в трубке.

Таблица 1

№ формулы	Формула	Примечания
1	$V_{в.р} = \frac{4Q}{\pi d_0^2}$	Q — объемный расход охлаждающей жидкости через радиатор; d_0 — диаметр коллектора водяного радиатора
2	$Q_{тр} = 0{,}25Q$	—
3	$V_{тр} = \frac{4Q}{\pi d_{тр}^2}$	$d_{тр}$ — диаметр трубки водяного радиатора
4	$Re = \frac{Vd}{\nu}$	ν — кинематическая вязкость охлаждающей жидкости
5	$\Delta p_Л = \frac{32\rho l V}{d^2}$	ρ — плотность охлаждающей жидкости
6	$\Delta p_М = \frac{\xi\rho V^2}{2}$	ξ — коэффициент местного сопротивления
7	$\Delta p_{пот} = \Delta p_{Л\,вх} + \Delta p_{М\,вых} = \xi_{вх}\frac{\rho V^2}{2} + \xi_{вых}\frac{\rho V^2}{2}$	$\Delta p_{пот}$ — местные потери на входе; $\Delta p_{М\,вых}$ — местные потери на выходе; $\xi_{вх}$ — коэффициент местного сопротивления на входе; $\xi_{вых}$ — коэффициент местного сопротивления на выходе
8	$\xi = \frac{A}{Re} + \xi_{кв}$	A — числовой параметр коэффициента местного сопротивления; $\xi_{кв}$ — коэффициент местного сопротивления в квадратичной области
9	$\Delta p_Л = \frac{\rho\lambda l \upsilon^2}{d2g}$	λ — коэффициент гидравлического сопротивления; d и l — диаметр и длина участка гидролинии; υ — истинная скорость жидкости на участке гидролинии
10	$Re = \frac{\upsilon d}{\upsilon}$	υ — коэффициент кинематической вязкости охлаждающей жидкости
11	$\lambda = \frac{64}{Re}$	Re — число Рейнольдса
12	$\lambda = \frac{0{,}3164}{\sqrt[4]{Re}}$	—
13	$\Delta p_М = \frac{\rho\xi\upsilon^2}{2}$	ξ — коэффициент местного сопротивления

Продолжение табл. 1

№ формулы	Формула	Примечания
14	$z+\frac{p_1}{\nu}+\alpha\frac{dv_1^2}{2g}=$ $=z+\frac{p_2}{\nu}+\alpha\frac{dv_2^2}{2g}+\Sigma \mathrm{H}_i$	z — потенциальная энергия положения; p_1, p_2 — давление на входе и выходе участка соответственно; α — коэффициент Кориолиса; $dv_1/2g$ — кинетическая энергия потока на входе участка; $dv_2^2/2g$ — кинетическая энергия на выходе участка; v_1, v_2 — скорость потока на входе и выходе участка; H_i — суммарный полный напор i-го участка
15	$z+\frac{p}{\nu}+\alpha\frac{dv^2}{2g}=\mathrm{H}$	H — полный напор, т.е. полный запас удельной механической энергии жидкости в данном сечении потока, равной сумме трех удельных энергий потока — потенциальной энергии положения z и давления (p/ν) и удельной книетической энергии ($dv^2/2g$)
16	$\Delta H=\Delta H_{\text{Л}}+\Delta H_{\text{М}}$	ΔH — суммарные потери напора по длине; $\Delta H_{\text{Л}}$ — линейные потери; $\Delta H_{\text{М}}$ — местные потери
17	$\Delta H_{\text{М}}=z+\frac{P}{\nu}$	—
18	$H_{\text{Д}}=H_d-H_S+\frac{V_d^2}{2g}-\frac{V^2}{2g}$	H_d — гидростатическое давление на выходе из насоса, отнесенное к оси его вала; H_S — гидростатическое давление на выходе, также отнесенное к оси его вала; V_d — гидростатическая скорость на выходе из насоса
19	$H_{N_i}=H_{N-1}-H_{(\mathrm{N}-1)-1}$	N — номер гидравлического участка
20	$P=exp^{(-\lambda t)}$	P — безотказность работы гидравлического насоса; λ — интенсивность его отказов; t — его наработка (ресурс); exp = 2,71

Следующий шаг — расчет числа *Re* (Рейнольдса) по формуле (4), потерь $\Delta p_{\text{Л}}$ давления по длине трубки или линейных потерь формула (5), и гидравлических потерь $\Delta p_{\text{М}}$ давления на местных сопротивлениях, формула (6). При этом надо иметь в виду, что значения коэффициентов местных сопротивлений зависят от конфигурации этих сопротивлений и режима потока, подходящего к сопротивлению, т. е. коэффициента λ гидравлического трения, который зависит от числа Рейнольдса и относительной шероховатости каналов. Отсюда — формула (7).

Входящие в эту формулу коэффициенты $\xi_{\text{вх}}$ и $\xi_{\text{вых}}$ местных сопротивлений рассчитываются по формуле Альтшуля, формула (8), а значения входящих в нее параметров A и $\xi_{\text{кв}}$ для местных сопротивлений берутся из табл. 2 [1].

Гидравлические потери в гидролиниях (линейные и местные) можно определить по следующим зависимостям. При этом потери $\Delta p_{\text{Л}}$ давления в каждом линейном участке определяются по формуле (9).

Чтобы рассчитать коэффициент λ гидравлического сопротивления, необходимо определить режим движения жидкости по числу Рейнольдса, формула (10). Если оно меньше критического $Re \leqslant Re_{\text{кр}}$, то режим движения рабочей жидкости на данном уча-

Таблица 2

Устройство	Параметр	
	A	$\xi_{\text{кв}}$
Пробочный кран	150	0,4
Вентиль:		
обыкновенный	3000	6,0
"косва"	900	2,4
угловой	400	0,8
Шаровой клапан	5000	45,0
Угольник с углом, град.:		
90	400	1,4
135	600	0,4
Колено с углом 90°	130	0,2
Выход из трубы в гидробак	30	1,0
Выход из гидробака в трубу	30	0,5
Тройник	150	0,3
Задвижка:		
полностью открытая	75	0,15
открытая на 0,75	350	0,2
открытая на 0,50	1300	2,0
открытая на 0,25	3000	20,0
Диафрагма, закрывающая часть отверстия, равную		
0,64	70	1
0,40	120	57
0,16	500	70
0,05	3200	800

стке — ламинарный, и его описывает формула (11); если же $Re > Re_{кр}$ — он турбулентный, и для гладких гидравлических труб λ может быть определен по формуле Блазиуса (12).

Потери $\Delta p_м$ давления на местных сопротивлениях гидролиний определяются по формуле (13), а суммарные (общие) потери этого давления — по уже упоминавшейся выше формуле (7). Она и дает решение первой из задач гидравлического расчета системы охлаждения ДВС.

Далее о динамическом напоре гидравлического насоса. Для двух сечений потока, соответствующих началу и концу участка любого трубопровода, уравнение Д. Бернулли имеет вид формулы (14). Сумму трех ее первых членов можно представить в виде формулы (15). В связи с этим уравнение Д. Бернулли можно записать в виде формулы (16).

Известно, что статический напор $H_{ст}$ в потоке отличается от динамического $H_д$ (полного) напора на величину $dV^2/2g$, т. е. может быть подсчитан по формуле (17). Динамический же напор $H_д$ гидравлического насоса дает формула (18), а полный динамический напор H_{Ni} в конце любого участка — формула (19).

В заключение — о безотказности (потоке отказов P) работы гидравлического насоса и любого элемента (вентилятора, термостата и др.) охлаждающей системы ДВС. Она, как известно, определяется законом нормального распределения и, как видно из формулы (20), зависит от двух составляющих — интенсивности λ потока отказов и наработки t.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Брюханов О. Н., Коробко В. И., Мелик-Аркелян А. Т.** Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики. М.: ИНФРА-М, 2010. — 254 с.

ИЗДАТЕЛЬСТВО МАШИНОСТРОЕНИЕ

принимает подписку на журнал

«ГРУЗОВИК»

ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС. СПЕЦТЕХНИКА

на 2014 год

Подписавшись в издательстве, Вы:

1. Получаете без задержек журнал с первого номера.
2. Экономите на стоимости почтовой доставки.
3. Получаете скидку до 5 %.

Наши реквизиты:

E-mail: realiz@mashin.ru

Тел.: 8 (499) 269-66-00; 8 (499) 269-52-98.

Факс: 8 (499) 269-48-97.

Отдел продаж, маркетинга, рекламы

WWW.MASHIN.RU

УДК 629.113

Ю. В. Баженов, канд. техн. наук, проф., **Ив. В. Денисов**, канд. техн. наук,
Ил. В. Денисов, ВлГУ
E-mail: chizov_nik.@mail.ru

АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕЗОТКАЗНОСТЬЮ АВТОМОБИЛЯ ВАЗ-21703 В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Предложенный в работе комплексный показатель безотказности является главным оценочным параметром фактического технического состояния автотранспортного средства, учитывающий возможное нахождение одной или нескольких систем автомобиля, влияющих на безопасность дорожного движения, в предотказном состоянии.

Ключевые слова: *комплексный показатель безотказности, станции технического обслуживания автомобилей, передняя подвеска, рулевое управление, теоретические исследования, экспериментальные исследования.*

Использование комплексного показателя безотказности (КПБ) при управлении техническим состоянием машин на станциях технического обслуживания автомобилей (СТОА), в условиях дилерских центров и пунктах инструментального контроля требует разработки соответствующего инструментария, который позволил бы грамотно применять полученные результаты теоретических и экспериментальных исследований.

Для упрощения процесса поиска и устранения неисправностей в передней подвеске (ПП), рулевого управления (РУ) и тормозной системы (ТС) было разработано программное обеспечение, представляющее собой систему управления базой данных (БД), в которой находятся все сведения о результатах проверки, назначенных и выполненных технических воздействиях (ТВ) по каждому автомобилю. Алгоритм автоматизированного программного комплекса системы управления безотказностью ПП, РУ и ТС автомобиля ВАЗ-21703 представлен на рисунке.

Блоки *2*, *3*, *4*, *5*, *6*, *8* алгоритма отвечают за поиск сведений об автомобиле и базе данных (БД). Ввод данных по результатам диагностирования ПП, РУ и ТС АТС осуществляется в блоках *9*, *10*, *20*, *21*, *31*, *32*.

Если значения выбранных диагностических параметров (ДП) не выходят за пределы нормативных значений, то переходят к расчету вероятности безотказной работы (ВБР) каждой системы (блоки *14*, *25*, *37*), используя методику комплексной оценки надежности системы безопасности автомобиля [2].

Когда расчетные значения вероятностей превышают допустимое (0,95), выполнение каких-либо ТВ по РУ, ПП и ТС не требуется. В этом случае методика позволяет дать прогнозную оценку безопасной наработки по конкретной системе (блоки *18*, *29*,*41* и *47*) и по автомобилю в целом (блок *47*). В противном случае для систем, находящихся в предотказном состоянии, назначают комплекс ТВ. Корректирование наработки до очередного диагностирования автомобиля по следующей формуле (блок 47, *48*):

$$L_{д} = \frac{1}{-3 \cdot 10^{-3}} \times \left(\begin{array}{l} \sqrt{5{,}727 \cdot 10^{-3} - P_{б} \cdot 6 \cdot 10^{-3}} - \\ -\sqrt{5{,}727 \cdot 10^{-3} - 0{,}857 \cdot 6 \cdot 10^{-3}} \end{array} \right),$$

где $L_{д}$ — наработка до очередного диагностирования исследуемых систем безопасности автомобиля; $P_{б}$ — комплексный показатель безотказности автомобиля.

После проведенных расчетов все полученные значения сохраняются в БД (блок *49*).

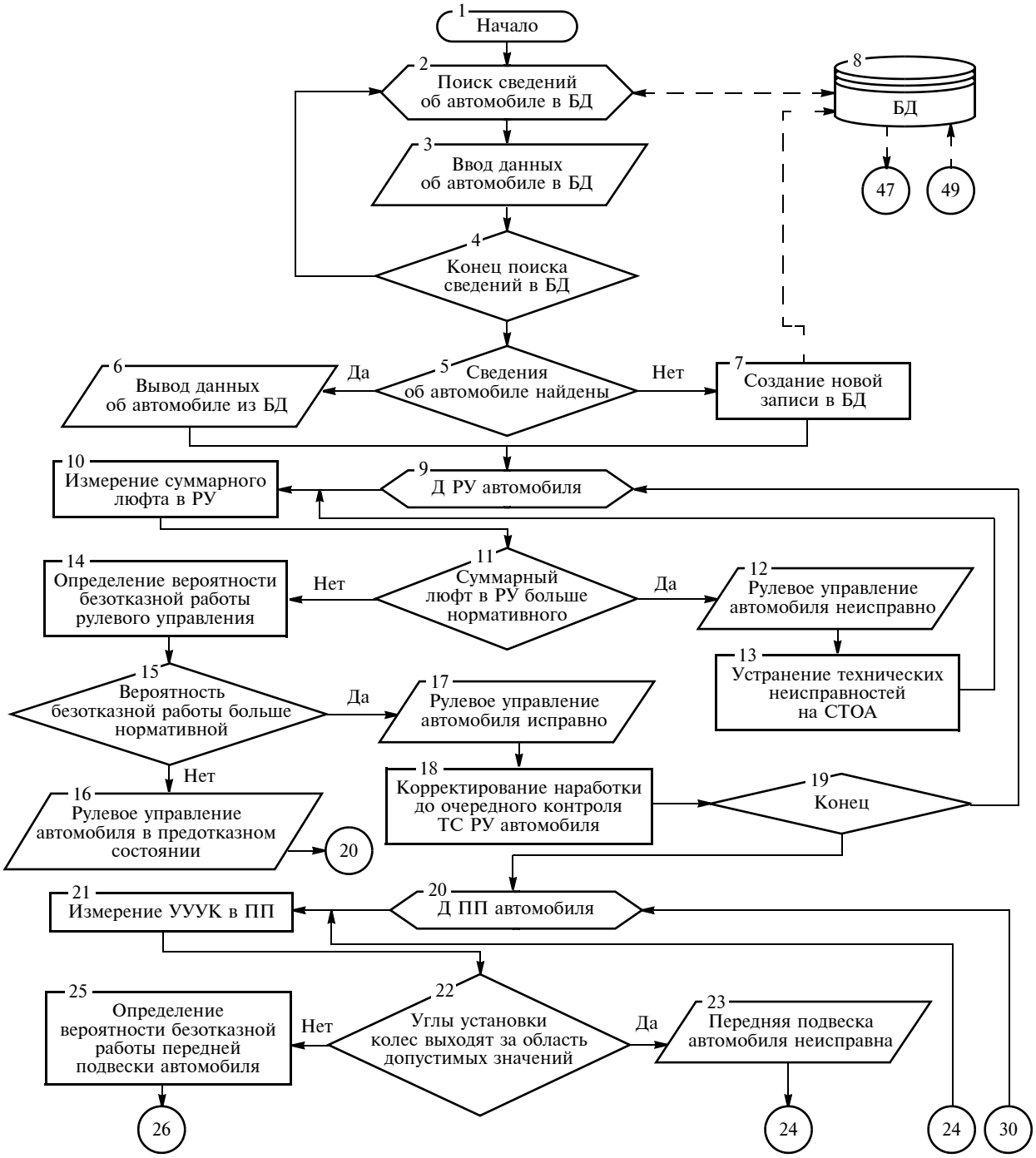
Работа с программой предусматривает выполнение следующих операций:

- оператор вносит значения диагностических параметров в память ЭВМ либо осуществляет поиск в БД имеющейся информации;
- программа обрабатывает вводимые данные и производит расчет комплексного показателя безотказности автомобиля;
- если значение комплексного показателя безотказности автомобиля находится в пределах допустимого, ЭВМ сообщает об этом оператору и выполняет прогнозирование величины безопасной наработки, т. е. наработки до очередного диагностирования; при отклонении КПБ автомобиля за пределы допустимого значения программа предложит вы-

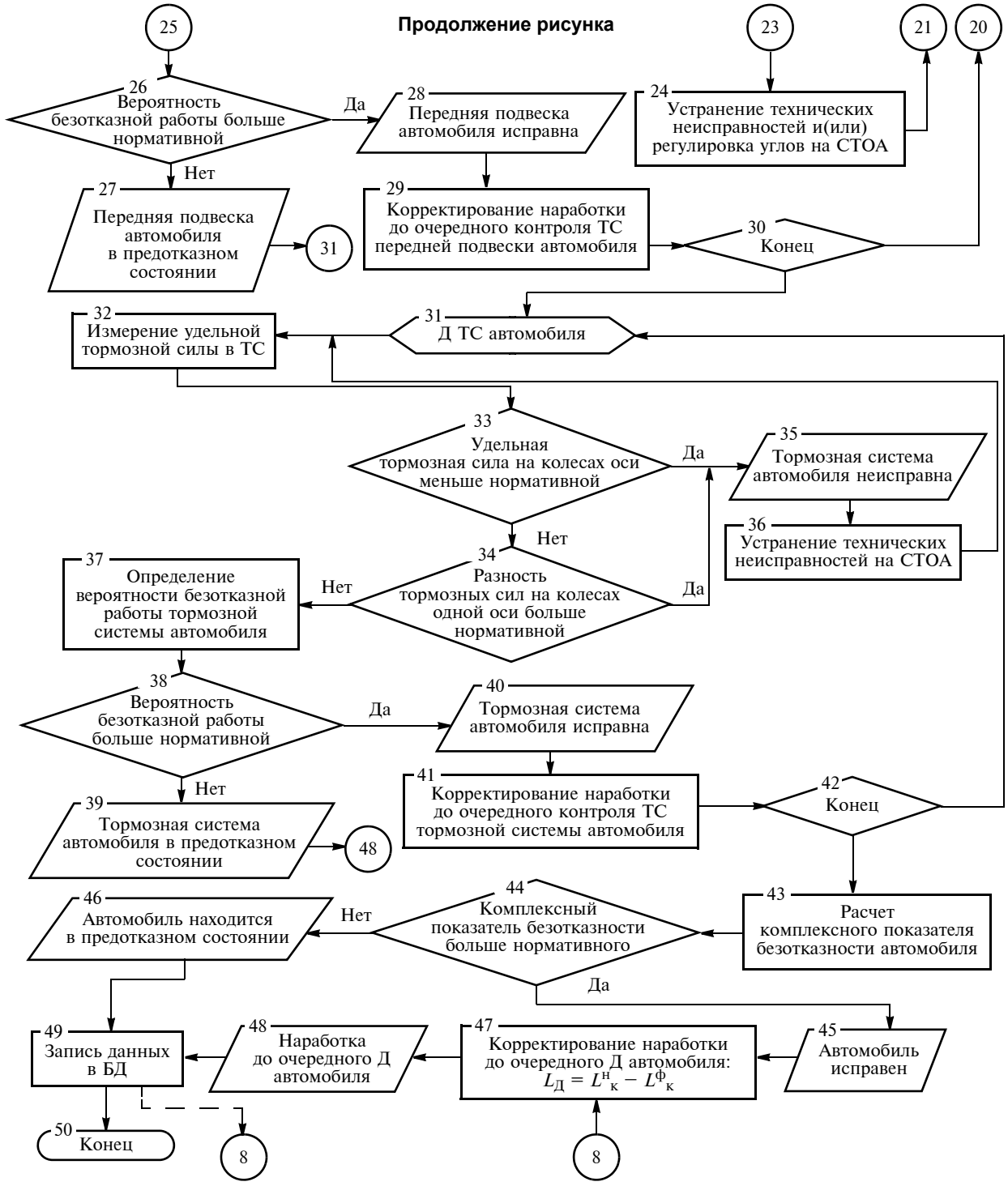
полнить необходимые операции, направленные на восстановление работоспособности исследуемых систем;

- данные о выполненных ТВ и с корректированной наработки до очередного диагностирования автомобиля заносятся в БД.

Использование современных автоматизированных систем управления техническим состоянием систем автомобилей, влияющих на БДД, позволяет более эффективно решать практические задачи по обнаружению АТС, находящихся в предотказном состоянии, и обеспечению их безотказности в эксплуатации.



Алгоритм методики управления техническим состоянием ПП, РУ и ТС ВАЗ 21703-01-018 на основе комплексной оценки их безотказности



Продолжение рисунка

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Денисов Ив. В.** Комплексный показатель оценки надежности систем автомобиля, влияющих на безопасность движения / Ив. В. Денисов, Ил. В. Денисов // Перспективы развития автосервиса: материалы Междунар. науч.-практ. конф. / Владим. гос. ун-т. — Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-т, 2008. С. 36—39. — ISBN 978-5-89368-895-5.
2. **Денисов Ив. В.** Разработка методики оценки технического состояния систем автомобиля, влияющих на безопасность движения / Ив. В. Денисов, Ил. В Денисов, Ю. В. Баженов // Транспорт, экология — устойчивое развитие: материалы XVI Междунар. науч.-техн. конф. / Технический ун-т. — Варна — Болгария: Изд-во Технический ун-т. — Варна, 2010. — С. 401—406. — ISBN 954-20-00030.

УДК 629.33-219.5

В. О. Малютин, **В. И. Карагодин**, д-р техн. наук, проф., МАДИ
E-mail: chizov_nik@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ДИАГНОСТИЧЕКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ С ОТКАЗАМИ ПЕРЕДНЕЙ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЕЙ

Экспериментальные исследования проводились на станции технического обслуживания ООО "СИМ-АВТО" с целью выявления взаимосвязей между диагностическими показателями и дефектами передней подвески для последующего прогнозирования трудоемкости комплексов ремонтных работ и разработки правил их назначения по результатам диагностирования.

Ключевые слова: *автомобиль, ремонт, ходовая часть, выборка, двигатель, коробка передач, модификации.*

При приемке автомобиля в ремонт фиксировался его пробег с начала эксплуатации, после чего на стенде для тестирования ходовой части модели Хофманн Контактест 1000 измерялись следующие показатели: относительная величина сцепления с опорной поверхностью (%) левого и правого колес, их разность, резонансная частота (Гц) левого и правого колес, ее разность, а также осевая нагрузка на переднюю ось (кг). Всего было продиагностировано 68 автомобилей Сузуки Гранд Витара, выпускающихся с 2005 г. Из них: 36 машин модификации L2N85 (с двигателем рабочим объемом 2,0 л и автоматической коробкой передач), 11 машин модификации L2MB5 (с двигателем рабочим объемом 2,4 л и автоматической коробкой передач), девять машин модификации L2N80 (с двигателем рабочим объемом 2,0 л и механической коробкой передач), три машины модификации L2NB0 (с двигателем рабочим объемом 2,4 л и механической коробкой передач), девять машин модификации LMK6G (трехдверные автомобили с двигателем рабочим объемом 1,6 л и механической коробкой передач). Недостаточный объем экспериментальных данных по отдельным модификациям автомобилей вызвал необходимость рассмотреть возможность объединения полученных выборок.

Для проверки гипотезы о принадлежности двух выборок одной генеральной совокупности в случае, когда исходных данных недостаточно для построения закона распределения изучаемой величины, может быть использован критерий серий [1]. Пусть имеются две выборки объемов N_1 и N_2:

$$X_1, X_2, ..., X_{N1};$$

$$Y_1, Y_2, ..., Y_{N2}.$$

Расположив все значения обеих выборок в возрастающем порядке, отмечая знаком "+" элементы из первой выборки и знаком "–" элементы из второй выборки, получим последовательность

$$X_1 \leqslant X_2 \leqslant Y_1 \leqslant Y_2 \leqslant Y_3 \leqslant X_3 \leqslant X_4 \leqslant Y_4 \leqslant Y_5 \leqslant ... \quad (1)$$

$$\underbrace{+\ \ +}_{\text{1-я серия}}\ \underbrace{-\ \ -\ \ -}_{\text{2-я серия}}\ \underbrace{+\ \ +}_{\text{3-серия}}\ \underbrace{-\ \ -}_{\text{4-я серия}}$$

Назовем последовательности "+" и "—" сериями. Число серий равно двум, когда выборки сильно отличаются друг от друга. При незначительном их отличии число серий будет большим. Известно, что если обе выборки X и Y принадлежат одной генеральной совокупности, то вероятность получения m серий в последовательности (1) выражается через функцию $h(m)$. При четном $m = 2j$, где $j = m/2$:

$$h(m) = 2\frac{C_{N_1-1}^{j-1} C_{N_2-1}^{j-1}}{C_{N_1+N_2}^{N_1}}. \quad (2)$$

При нечетном $m = 2j + 1$, где $j = m - 1/2$:

$$h(m) = \frac{C_{N_1-1}^{j} C_{N_2-1}^{j-1} + C_{N_1-1}^{j-1} C_{N_2-1}^{j}}{C_{N_1+N_2}^{N_1}}, \quad (3)$$

где C_i^j — число сочетаний из i элементов по j: $C_i^j = \frac{i!}{j!(j-i)!}$.

Вероятность того, что число серий m окажется равным некоторому числу d_0 или менее его:

$$P(m \leqslant d_0) = \sum_{m=2}^{d_0} h(m). \qquad (4)$$

Если

$$\sum_{m=2}^{d_0} h(m) \leqslant \beta,$$

где β — уровень значимости, то различие между выборками считается существенным. В противном случае различие между выборками несущественно, и их можно считать принадлежащими одной генеральной совокупности. Обычно принимают уровень значимости $\beta = 0{,}05$ [1]. При значениях $N \geqslant 10$ вместо формулы (4) можно пользоваться формулой нормального распределения [1].

Положим $N = N_1 + N_2$. Тогда:

$$P(m \leqslant d_0) = 0{,}5 - \Phi\left(\frac{\dfrac{2N_1N_2}{N} - d_0}{2\sqrt{N}\dfrac{N_1N_2}{N^2}}\right). \qquad (5)$$

Приняв $t = \left(\dfrac{\dfrac{2N_1N_2}{N} - d_0}{2\sqrt{N}\dfrac{N_1N_2}{N^2}}\right)$, значение $\Phi(t)$ находим по таблице нормального распределения. Здесь d_0 — число серий, полученных в данном эксперименте.

Проверим на принадлежность одной генеральной совокупности две выборки: пробега автомобилей модификации L2NB0 и пробега автомобилей модификации L2MB5. Первая выборка содержит три элемента, т. е. $N_1 = 3$. Выборка, с которой производится сравнение, содержит 11 элементов, т. е. $N_2 = 11$.

Вариационный ряд пробега автомобилей первой выборки:

23126; 44665; 44889.

Вариационный ряд пробега автомобилей второй выборки:

16362; 30309; 30721; 34356; 45010; 45340; 46120; 46285; 47440; 89838; 173357.

Расположив все значения обеих выборок в возрастающем порядке, отмечая знаком "+" элементы из первой выборки и знаком "—" элементы из второй выборки, получим последовательность:

$$\underbrace{16362;}_{\substack{-\\ \text{1-я серия}}}\ \underbrace{23126;}_{\substack{+\\ \text{2-я серия}}}\ \underbrace{30309;\ 30721;\ 34356;}_{\substack{-\\ \text{3-я серия}}}\ \underbrace{44665;\ 44889}_{\substack{+\\ \text{4-я серия}}}$$

$$\underbrace{45010;\ 45340;\ 46120;\ 46285;\ 47440;\ 89838;\ 173357.}_{\substack{-\\ \text{5-я серия}}}$$

Число полученных серий $m = 5$. Определим вероятность того, что число серий $m < (d_0 = 5)$. По формулам (2) и (3) находим:

$$h(5) = \frac{C_2^2C_{10}^1 + C_2^1C_{10}^2}{C_{14}^3} = \frac{1 \cdot 10 + 2\dfrac{10!}{2 \cdot 8}}{\dfrac{14!}{3! \cdot 9!}} =$$

$$= \frac{10 + 10 \cdot 9}{\dfrac{14 \cdot 13 \cdot 12 \cdot 11 \cdot 10}{3 \cdot 2}} = 0{,}0025.$$

$$h(4) = 2\frac{C_2^1C_{10}^1}{C_{14}^3} = \frac{2 \cdot 10}{\dfrac{14 \cdot 13 \cdot 12 \cdot 11 \cdot 10}{2 \cdot 3}} = 0{,}0005.$$

$$h(3) = \frac{C_2^1C_{10}^0 + C_2^0C_{10}^1}{C_{14}^3} = \frac{1 \cdot 1 + 1 \cdot 10}{\dfrac{14 \cdot 13 \cdot 12 \cdot 11 \cdot 10}{2 \cdot 3}} = 0{,}0002.$$

$$h(2) = 2\frac{C_2^0C_{10}^0}{C_{14}^3} = \frac{1 \cdot 1}{\dfrac{14 \cdot 13 \cdot 12 \cdot 11 \cdot 10}{2 \cdot 3}} = 0{,}0000.$$

По формуле (4) имеем $P(m \leqslant 5) = h(5) + h(4) + h(3) + h(2) = 0{,}0032 < \beta = 0{,}05$.

Так как $P(m \leqslant 5) < \beta$, то гипотеза об однородности двух выборок отвергается, и их нельзя считать выборками из одной генеральной совокупности.

Аналогичные расчеты, выполненные для каждой пары выборок по показателю пробега автомобилей и каждому из диагностических показателей, выявили возможность объединения только двух выборок: автомобилей модификации LMK6G и модификации L2MB5. Обе выборки содержат по девять элементов, что позволило получить объединенную выборку из 18 элементов.

Таким образом, в результате формирования совокупности рассматриваемых выборок в них включены выборка для автомобилей модификации L2N85 объемом 36 элементов и объединенная выборка для автомобилей модификации LMK6G и для автомобилей модификации L2N80, которая содержит 18 элементов. За пределами рассмотрения остались выборки для автомобилей модификации L2NB0 объемом три элемента и для автомобилей

модификации L2MB5 объемом 11 элементов. Из полученных в результате эксперимента данных по 68 автомобилям дальнейшему исследованию подвергаются данные по 54 автомобилям, т. е. 79 %. Остальная информация не может быть использована вследствие ее несовместимости с основным массивом информации.

Выборка для автомобилей модификации L2N85 объемом 36 элементов была разделена на два подмножества: подмножество проверок, при которых (или после которых) были обнаружены дефекты передней подвески, и подмножество проверок, при которых (или после которых) дефектов не выявлено. Возможность объединения двух выборок проверялась по всем рассматриваемым параметрам.

Оказалось, что при уровне значимости 0,05 гипотеза о принадлежности рассматриваемых выборок пробега автомобилей к одной генеральной совокупности не отвергается. Это значит, что по величине пробега невозможно судить о наличии или отсутствии дефектов передней подвески, и для нее планирование ремонтов по наработке невозможно. Аналогичный результат получен для сравниваемых выборок осевой нагрузки. Следовательно, осевая нагрузка на переднюю ось не имеет существенных различий при наличии и при отсутствии дефектов, а поэтому не может служить диагностическим параметром.

Для таких параметров, как разность сцепления с дорогой левого и правого колес и разность резонансных частот левого и правого колес установлено, что выборки существенно различаются при наличии и при отсутствии дефектов, а поэтому они могут служить диагностическими параметрами.

Объединенная выборка также была разделена на два подмножества по каждому из рассматриваемых параметров. Установлено, что гипотеза о принадлежности рассматриваемых подмножеств к одной генеральной совокупности для всех параметров не отвергается. Формально можно утверждать, что по величине разности сцепления с дорогой левого и правого колес и разности резонансных частот левого и правого колес невозможно судить о наличии или отсутствии дефектов передней подвески. Однако анализ вариационных рядов показал, что при наличии дефектов имеются резко выделяющиеся в большую сторону значения диагностических показателей. Это дает основания предположить, что данные показатели все же отражают наличие дефектов, но обладают невысокой чувствительностью.

Выводы

1. Проверка принадлежности к одной генеральной совокупности выборок, полученных для автомобилей различных модификаций, позволила получить две однородные выборки объемами 36 и 18 автомобилей и вынудила отказаться от дальнейшего исследования двух модификаций, что привело к потере информации по 14 автомобилям, но обеспечило требуемую точность и достоверность экспериментальных данных.

2. Установлено, что наиболее информативными диагностическими параметрами передней подвески являются разность сцепления с дорогой левого и правого колес и разность резонансных частот левого и правого колес, выборки которых существенно различаются при наличии и при отсутствии дефектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Статистические методы** обработки эмпирических данных / ВНИИНМАШ. — М.: Изд-во стандартов, 1978. — 232 с.

ВПК делает упор на "умное" оружие

В генеральной дирекции ОАО "КАМАЗ" прошло выездное заседание Военно-промышленной комиссии под руководством заместителя Председателя Правительства РФ Дмитрия Рогозина, по вопросам внедрения систем бережливого производства в организациях оборонно-промышленного комплекса и реализации антимонопольных требований в сфере госзаказов.

Выступая перед собравшимися представителями военно-промышленного комплекса, Дмитрий Рогозин отметил, что Правительство России практически приступило к формированию программы на 2016—2025 гг. "Эта программа будет связана с оснащением наших Вооруженных сил "умным" оружием", — сказал Рогозин в ходе совещания по вопросу позиционирования гособоронзаказа на предприятиях ОПК Приволжского федерального округа. Вице-премьер РФ отметил, что интеллектуализация оружия неизбежна.

"Сегодня от отечественной военной науки, от оборонной промышленности требуется не только чисто техническое исполнение тех задач, кои входят в сферу их компетенции, но и совершенно иной патриотический подход к собственному гражданскому и национальному долгу", — заметил в своем выступлении Дмитрий Рогозин.

Реформа перевооружения российской армии, начатая еще в 2008 г., стала самой крупной за всю постсоветскую историю. К 2020 г. доля нового оружия в Вооруженных силах РФ должна составить 70 %. Для выполнения этой задачи государство выделило огромные денежные средства, которые, по словам Дмитрия Рогозина и в свете продолжающегося экономического кризиса, должны быть эффективно освоены. В выполнении данной задачи большую роль должны сыграть при выпуске военной техники и принципы бережливого производства, которыми сегодня в полной мере овладела компания "КАМАЗ". Опыт лидера российского грузового автомобилестроения в применении *Lean*-технологий будет также использоваться и в организациях оборонно-промышленного комплекса.

Пресс-служба ОАО "КАМАЗ"

УДК 629.113.004.67

А. С. Денисов, д-р техн. наук, проф., **А. Р. Асоян**, канд. техн. наук, доц.,
Саратовский государственный технический университет им. Ю. А. Гагарина
E-mail: chizov_nik@mail.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-РЕМОНТНОГО ЦИКЛА СИЛОВОГО АГРЕГАТА АВТОМОБИЛЯ НА ОСНОВЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНО-УПРОЧНЯЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ С УЧЕТОМ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Анализ закономерностей изменения технического состояния деталей энергоблоков автомобилей КАМАЗ-ЕВРО в процессе эксплуатации. Система из эксплуатационно-ремонтного цикла машин позволяет сократить затраты на п оддержание работоспособности двигателей благодаря повышению степени использования ресурса элементов и уменьшения числа внезапных (аварийных) отказов.

Ключевые слова: *анализ, надежность, износ, экспериментальные данные, показатели, технические состояния.*

В настоящее время себестоимость автомобильных перевозок довольно высока и в процессе эксплуатации возрастает в 2—3 раза, а производительность снижается в 3—4 раза к пробегу грузовых автомобилей до 500 тыс. км. Доля затрат на ТО и ремонт в себестоимости автомобильных перевозок достигает 12—15 % [1].

Анализ надежности автомобилей КАМАЗ показывает, что 32—39 % отказов приходится на силовой агрегат. Двигатели после капитального ремонта имеют еще более худшие показатели надежности. Это обусловлено значительно более низким уровнем технологии ремонта по отношению к технологии производства.

В основном показатели надежности агрегата определяются техническим состоянием таких ресурсоопределяющих элементов, как подшипники коленчатого вала, цилиндропоршневая группа, шатун, турбокомпрессор, на которые приходится 35 % отказов и 62 % затрат на ремонт [2].

Поэтому проблема совершенствования эксплуатационно-ремонтных циклов (ЭРЦ) агрегатов и технологических процессов восстановления деталей является актуальной и от ее решения зависит себестоимость перевозок и производительность автомобилей.

Для прогнозирования износа, параметров технического состояния и остаточного ресурса элементов двигателей, которые в большинстве являются динамически нагруженными, предложены различные формы кривых изнашивания. Наиболее обоснованными являются экспоненциальные зависимости износа от наработки [1]:

$$S = S_0 e^{bl}, \tag{1}$$

где S_0 — износ в конце периода приработки, приведенный к началу эксплуатации; b — изменение интенсивности изнашивания на единицу износа l.

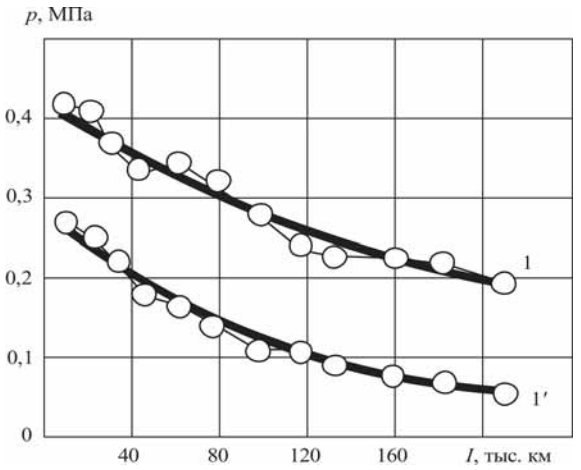
Все типы подвижных сопряжений деталей разделяются на три вида: динамически нагруженные, саморазгружающиеся и с неизменным давлением в зоне трения по мере изнашивания деталей. С учетом экспоненциальной зависимости зазора от наработки зависимость давления масла от наработки имеет вид [2]:

$$P = \frac{a}{S_0^m e^{mbl}} = P_0 e^{-bpl}, \tag{2}$$

где $P_0 = a/S_0^m$ — давление в конце приработки, приведенное к началу эксплуатации; $b_p = mb$ — экспериментальный параметр; a — конструктивный и режимный параметр.

Результаты математической обработки экспериментальных данных по зависимости (1) приведены на рисунке.

Закономерное снижение давления в системе смазки двигателей изменяет условия трения подшипников коленчатого вала. Проведенные расчетно-аналитические и экспериментальные исследования [3] показали, что толщина масляного слоя (ТМС) в зависимости от



Зависимость давления в системе смазки от наработки двигателей КАМАЗ-740:

1 — номинальный режим; *1′* — режим холостого хода [2]

наработки снижается по экспоненциальной зависимости

$$h = h_0 e^{-bl}, \quad (3)$$

где h_0 — ТМС в конце приработки, приведенная к началу эксплуатации, определяемая конструктивно-технологическими параметрами подшипника, режимом работы двигателя, свойствами масла; b — параметр, учитывающий влияние износа на интенсивность изменения технического состояния подшипника. Очень важным показателем технического состояния сопряжений является геометрическая форма деталей.

Именно изменение геометрической формы деталей в процессе эксплуатации является основной причиной повышения интенсивности изнашивания сопряженных деталей и сокращения их ресурса после замены одной из них.

Таким образом, приведенные данные показывают, что закономерное изнашивание деталей агрегатов автомобиля приводит к закономерному изменению диагностических параметров и повышает вероятность недопустимых повреждений деталей (задиры, проворачивание вкладышей, заклинивание и другие), что целесообразно предупреждать путем использования методов и средств диагностирования, функционального тюнинга, восстановительными и упрочняющими технологиями.

В настоящее время сложилась структура эксплуатационно-ремонтного цикла, состоящая из капитальных ремонтов и устранения случайных отказов при текущих ремонтах. При этой структуре удельные затраты сразу же растут после второго капитального ремонта (КР), то есть он не обеспечивает нормативного вторичного ресурса и не является оптимальным с экономической точки зрения. При этом следует считать ресурс двигателей 270 тыс. км.

Проведенные аналитические и экспериментальные исследования изменения технического состояния и надежности элементов двигателей в процессе эксплуатации позволяют упорядочить структуру ЭРЦ через систему предупредительных и капитальных ремонтов. Это дает возможность существенно сократить затраты на поддержание работоспособности двигателей путем повышения степени использования ресурса элементов и сокращения числа внезапных (аварийных) отказов, что в конечном итоге дает существенный экономический эффект.

Общая структура эксплуатационно-ремонтного цикла двигателей КАМАЗ-ЕВРО в третьей категории условий эксплуатации следующая: 1ПТР — 75 тыс. км.; 1ПР — 145 тыс. км; 2ПТР — 205 тыс. км; КР — 270 тыс. км; 3ПТР — 330 тыс. км; 2ПР — 380 тыс. км; 4ПТР — 430 тыс. км; списание (СП) — 480 тыс. км.

Упорядочение структуры ЭРЦ двигателя через систему ПР и КР его основных элементов улучшает многие показатели эффективности его использования. При этом, во-первых, существенно сокращаются затраты на ремонт за весь срок службы. В основном это обусловлено сокращением количества дорогостоящих и пока еще малоэффективных капитальных ремонтов за весь срок службы двигателя. Кроме того, проведение ПР значительно снижает число аварийных повреждений деталей двигателя, а следовательно, как объем, так и стоимость ремонта.

Во-вторых, сокращаются трудоемкость и время ремонта элементов двигателя, что ведет к повышению технической готовности, а следовательно, и производительности автомобиля.

В-третьих, наличие четкой структуры ремонтов двигателей способствует усовершенствованию снабжения ремонтных предприятий основными запасными частями для ремонта, а также выпуск запасных частей заводами-изготовителями.

В-четвертых, предлагаемая структура ЭРЦ основана на предельных значениях показателей технического состояния основных элементов, что повышает точность прогнозирования по результатам диагностирования в зависимости от исходных свойств и особенностей эксплуатации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Авдонькин Ф. М.** Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей / Ф. Н. Авдонькин. — М.: Транспорт, 1985. — 215 с.
2. **Денисов А. С.** Основы формирования эксплуатационно-ремонтного цикла автомобилей / А. С. Денисов. — Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 1999. — 352 с.
3. **Денисов А. С.** Обеспечение надежности автотракторных двигателей / А. С. Денисов, А. Г. Кулаков. — Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т. 2007. — 422 с.

УДК 625.711.1(100)(1-83)(574)

Ж. Г. Жанбиров, д-р техн. наук, проф., **Н. Д. Аманов**, Центрально-Азиатский университет, Алматы, Казахстан
E-mail: chizov_nik@mail.ru

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНЗИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

На основании решения базового регулирующего органа международных перевозок "Международный союз автомобильного транспорта (MCAT-IRU)" установлены следующие нормативы: продолжительность работы водителя за рулем автомобиля за сутки не должна превышать 9 ч, продолжительность остановки на сон должна быть не менее 11 ч, через каждые 4,5 ч работы за рулем автомобиля водитель должен останавливаться на отдых или питание.

Ключевые слова: *средняя скорость движения автомобилей, график движения, транзитный коридор, коэффициент использования, расчетный пробег, технические возможности, организационные возможности.*

По результатам проведенных анкетных исследований среди казахстанских "дальнобойщиков-международников" приняты следующие данные для расчета: средняя скорость. движения автомобилей по казахстанским дорогам составляет $v_э = 80$ км/ч; продолжительность промежуточного отдыха и питания $T_т = 45$ мин или 0,75 ч; средняя продолжительность отдыха на сон в сутки $T_д = 8$ ч. По этим данным составлена сравнительная таблица графика движения международного груза по казахстанскому участку транзитного коридора "Западный Китай — Западная Европа" [1].

Из графика движения видно, что по предложенному варианту (табл. 1) международный контейнер с грузом проходит 2887 км Казахстанского участка транзитного коридора за 38,37 ч или 1,6 суток, а по действующей схеме — за 65,67 ч, или 2,74 суток. Иными словами, время прохождения груза сокращается в 1,7 раза. Использование международного транзитного коридора позволяет уменьшить эксплуатационные затраты грузовых автомобилей на 339 тенге за каждый час. Тогда за один проезд экономия эксплуатационных затрат грузового автомобиля составляет:

$$27{,}3 \times 339 = 9254{,}70 \text{ тенге.}$$

За сутки по данному транзитному коридору проходит 1500 международных контейнерных транспортных грузов, и общая сумма экономии эксплуатационных затрат грузовых автомобилей, участвующих в транспортировке по транзитному коридору, составит 13 882 050 тенге за год. При коэффициенте использования транзитного коридора или календарных дней, равном 0,6, число рабочих дней будет равно: 365 × 0,6, т. е. 219 суткам, а общая сумма экономии эксплуатационных затрат грузовых автомобилей, занятых на транзитной перевозке, составит 219 × 13 882 050 = 3 040 168 950 тенге.

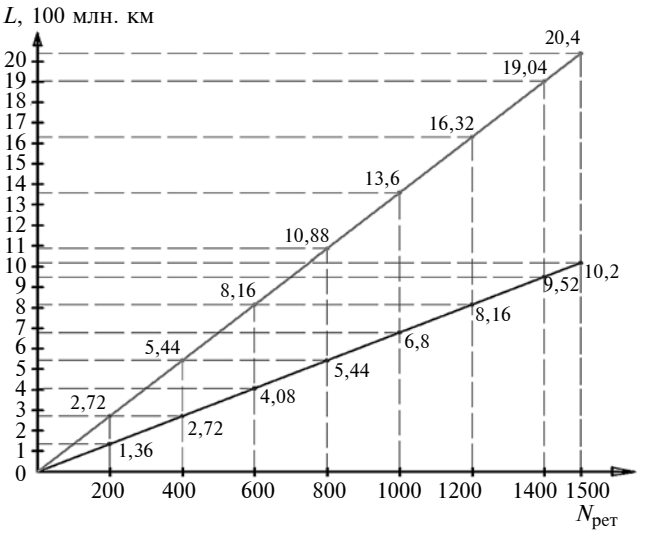
Средний расчетный пробег участвующих в транспортировке международного транзитного прицепа составляет 350—400 км. Данное расстояние принято из расчета, чтобы водитель каждого автомобиля-тягача проезжал его без остановки на отдых и питание за 4—5 ч. На казахстанском участке международного коридора участвуют восемь автомобилей-тягачей. Средний пробег одного автомобиля-тягача с грузом в сутки равен 337 км, за месяц 30 × 0,6 = = 18 × 337 = 6066 км и годовой пробег с грузом составляет 72 792 км. На рисунке представлен график пробега автомобиля с грузом и без него в зависимости от количества выполняемых рейсов. Согласно утвержденному тарифу стоимость одного километра между-

Таблица 1

График движения международного груза по территории Казахстана при расчетной технической скорости автомобиля 80 км/ч

Населенные пункты	Расстояние, км		Время прохождения груза, ч	
	Промежуточные	Суммарные	Действительное	Предлагаемое
Каргос	—	351		
Алматы	351	351	4,39 + 0,3	4,39 + 0,75
Георгиевка	236	587		
Благовещенко	60	647	3,7 + 0,3	3,7 + 8,75
Мерке	104	751		
Луговое	39	790		
Тараз	118	908		
Шымкент	171	1079	5,4 + 0,3	5,4 + 0,75
Туркистан	165	1244		
Шиели	153	1397	4,0 + 0,3	4,0 + 8,75
Кызыл-Орда	126	1523		
Жусалы	170	1693		
Казалинск	162	1855	5,7 + 0,3	5,7 + 0,75
Арал	144	1999		
Иргиз	176	2175	4,0 + 0,3	4,0 + 8,75
Карабутак	198	2372		
Актобе	222	2595	5,28 + 0,3	5,28 + 0,75
Мартук	102	2697	3,2 + 0,3	3,2 + 0,75
Время движения	—	—	35,67	35,67
Сдача и прием прицепа	—	—	2,7	—
Время на питание	—	—	—	6,0
Отдых водителей, ч	—	—	—	24,0
Врего времени, ч	—	—	38,37	65,67
Суток	—	—	1,60	2,74

народной автомобильной перевозки с грузом составляет 2,0 долл. США, тогда каждый автомобиль-тягач местных автотранспортных предприятий Казахстана выполняет перевозку на сумму 145 584 долл. США, или 25,5 млн тенге. Учитывая, что одновременно в перевозке международных транзитных грузов участвуют восемь казахстанских автомобилей-тягачей, то за один проезд они оказывают услуг на сумму 1,36 млн долл. США, или 20 128 млн тенге. По статистическим данным среднесуточное количество рейсов международного транзитного рейса составляет 1500, тогда казахстанские перевозчики оказывают услугу за месяц на сумму (1,36 × 1500) = 2,040 млн долл. США, или 301 920 млн тенге.



Изменение пробега казахстанских автомобилей в зависимости от количества выполняемых рейсов транзитной перевозки

Объем услуг, оказываемых казахстанскими перевозчиками в зависимости от количества и стоимости рейсов, показан в табл. 2. Транспортировка международного транзитного контейнера с грузом через Казахстан по предлагаемой схеме позволит достичь экономии эксплуатационных затрат автомобилей благодаря сокращению времени перевозок на сумму 3 040,0 млн тенге, а казахстанские транспортные предприятия, участвующие по конкурсу в транзитных перевозках, получат прибыль в сумме 301 920 млн тенге. Главной целью предлагаемой схемы перевозки является доставка груза с одним документом в одном кузове заказчику за короткое время и с наименьшими затратами. При этом появляется возможность максимального использования потенциала местных автотранспортных предприятий с обеспечением технических и организационных возможностей цепи поставок.

Таблица 2

Объем услуг, оказываемых казахстанскими перевозчиками, в зависимости от количества и стоимости рейса

Количество выполняемых рейсов		Объем работ в тыс. долл. США при оплате за услугу (долл. США/км)		
Суточное	Годовое	2,0	1,5	1,0
50	×250	69 675,0	52 250,0	34 837,5
100	×250	139 350,0	104 500,0	69 675,0
500	×250	696 750,0	522 500,0	348 375,0
1000	×250	1 393 500,0	1 045 000,0	696 750,0

Рыночную стоимость эксплуатации грузовых автомобилей транспортного предприятия можно определить по формуле:

$$ТА = ЗП + С + ГСМ + ТГ + АШ + Аа + УП,$$

где ЗП — фонд заработной платы водителей, механиков, ремонтников и т. д.; С — сумма обязательных платежей в бюджет от суммы фонда заработной платы; ГСМ — сумма затрат на приобретение ГСМ, затраты на хранение и т. п.; ТГ — общая сумма затрат на содержание и обеспечение технической готовности грузового автомобиля; АШ — затраты на ремонт и покупку автомобильных шин; Аа — сумма амортизационных отчислений; УП — затраты на управление и содержание предприятия; НЗ — неучтенные затраты.

По данным Агентства Республики Казахстан по статистике средние затраты на автомобильные перевозки распределяются следующим образом [2]:

Общая сумма затрат57104,5 млн тенге

В том числе (млн тенге и %):

Общая сумма затрат	57 104,5 млн тенге
В том числе, млн тенге (%):	
обязательные платежи в бюджет	1801,3 (3,25)
материальные затраты	19720,1 (34,5)
заработная плата	10492,0 (18,4)
арендная плата	1200,6 (2,1)
прочие затраты	23890,0 (41,8 %)

По представленным данным можно сделать вывод, что основную часть затрат составляют материальные и прочие расходы. Более конкретные данные распределения затрат на эксплуатацию автомобилей по отчетным данным ТОО "Бастау" Кызылординской области по итогам года приведены ниже.

Общая сумма затрат на техническое содержание и страховку	14 400 000 тенге
в том числе на покупку:	
запасных частей	79 200 000 тенге
шин	57 600 000 тенге
аккумуляторов	7 200 000 тенге
ГСМ	360 000 000 тенге
прочие затраты	12 000 000 тенге.

Средняя стоимость содержания одного грузового автомобиля в условиях ТОО "Бастау" составляет 7 372 381,00 тенге. Таким образом, после реализации предложенных мероприятий и на основании внедрения информационных систем себестоимость перевозки транзитного груза через Казахстан составляет 60 тенге/км или 0,45 долл. США/км, т. е. себестоимость транспортировки международного транзитного груза можно уменьшить со 140,4 до 35,1 долл. США.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Жанбиров Ж. Г., Аманов Н. Д., Ибраев Ж. У.** Вестник КазНАУ, Алматы. 2010. № 4. С. 22.
2. **Сборник статистических данных.** Агентство РК. Транспорт. Астана. 2011. — 144 с.

На дорогах Индонезии

"КАМАЗ" и индонезийская компания *PT. Tehnika Ina* подписали Дистрибьюторское соглашение о поставках российских грузовиков с возможностью организации сборочного производства.

Документы были подписаны в рамках заседания российско-индонезийской межправительственной комиссии по торгово-экономическому и техническому сотрудничеству. По словам генерального директора "Внешнеторговой компании "КАМАЗ" Рафаила Гафеева, переговоры Камского автозавода с индонезийским партнером начались более года назад. На протяжении ближайших трех—четырех месяцев стороны надеются завершить сертификацию камазовской продукции в Индонезии: с этой целью был подписан контракт на временный завоз первых четырех праворульных машин — бортовых автомобилей КАМАЗ-4326 (4 × 4) и КАМАЗ-43118 (6 × 6), седельного тягача КАМАЗ-6460 (6 × 4) и самосвала КАМАЗ-6520 (6 S 4).

В дальнейшем в Индонезии будет организовано сборочное производство. ""КАМАЗ" намерен проводить более агрессивную политику в отношении экспорта своей продукции: согласно разработанной стратегии, на протяжении ближайших семи лет планируется увеличить его до 5 раз, что было бы невозможно без выхода на новые рынки, — отметил Рафаил Гафеев. — А Индонезия с ее 250-миллионным населением является крупнейшим рынком во всей Юго-Восточной Азии". Гафеев считает, что поскольку "КАМАЗ" особенно силен в рыночном сегменте внедорожных грузовиков, есть все основания надеяться, что его продукция окажется востребованной и в Индонезии.

Пресс-служба ОАО "КАМАЗ"

УДК 629.351-049.7(574)

Ж. Г. Жанбиров, д-р техн. наук, проф., **Ж. У. Ибраев**, инж.,
Центрально-Азиатский университет, Алматы, Казахстан
E-mail: chizov_nik@mail.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В РЕГИОНАХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Автомобильный транспорт играет существенную роль в транспортном комплексе Республики. Им регулярно обслуживается более 1,1 млн предприятий, организаций и других коллективных клиентов народного хозяйства, а также население страны, Ежегодно автомобильным транспортом народного хозяйства перевозится более 80 % грузов, транспортом общего пользования — более 75 % пассажиров.

Ключевые слова: *автомобильный транспорт, эффективность транспорта, материально-техническая база, грузопотоки, информация, уровень использования рабочего времени.*

Автомобильный транспорт является основным потребителем ресурсов, расходуемых транспортным комплексом: 66 % топлив нефтяного происхождения, 70 % трудовых ресурсов и примерно половина всех капиталовложений [1].

Для повышения эффективности транспорта необходимо ускорять создание и внедрение передовой техники и технологии, улучшать условия труда и быта персонала, повышать его квалификацию и заинтересованность в результатах труда, развивать новые виды транспорта, повышать темпы обновления подвижного состава и других технических средств, укреплять материально-техническую и ремонтную базы, повышать уровень комплексной механизации погрузочно-разгрузочных и ремонтных работ.

На основании проведенных исследований и с учетом особенности регионов Республики Казахстан для повышения эффективности эксплуатации грузовых автомобилей нами был предложен и организован распределительно-логистический центр.

Таблица 1

Основные показатели грузопотоков перевезенного через распределительно-логистический центр за 9 мес.

Грузы	Объем перевозки			Грузооборот	
	Тыс. т	Доля в основном объеме, %	Расстояние, км	Тыс. т · км	Доля в основном грузообороте, %
Железобетон	60,0	15,0	18,0	1080,0	20,1
Цемент	42,2	10,6	20,0	848,0	15,0
Металл	33,2	8,3	10,0	332,0	6,2
Пиломатериалы	44,0	11,0	16,0	704,0	13,1
Песок	106,0	26,5	5,0	530,0	9,8
Нефть	52,0	13,0	11,0	572,0	10,6
Мука	29,2	7,3	30,0	876,0	16,3
Грузовые контейнеры	20,8	5,2	15,0	312,0	5,8
Другие	12,4	3,1	10,0	124,0	2,3
ИТОГО:	**400,0**	**100,0**	**13,4**	**5378,0**	**100,0**

Таблица 2

Показатели экономических, психофизиологических и социологических границ разделения и кооперации труда

Показатели	Значение исследованных показателей		
	Подготовка и погрузка грузов большого и среднего объема	Коэффициенты использования рабочего времени грузовыми автомобилями	
		Время выполнения заданий	Время приемки и разгрузки
I. Экономические			
1. Уровень использования совокупного рабочего времени, $К_{эб}$	0,94	0,97	0,95
2. Уровень использования индивидуального рабочего времени, $К_{эж}$	0,961	0,97	0,97
3. Уровень использования рабочего времени по основной функции, соответствующей его профессии, $К_{эм}$	0,905	0,91	0,91
4. Уровень использования рабочего времени по работам, сложность которых соответствует квалификации рабочего, $К_{эк}$	0,82	0,75	0,75
II. Психофизиологические			
1. Коэффициент динамической физической нагрузки, $К_{жд}$	0,385	0,55	0,4
2. Коэффициент "рабочей позы", $К_{жк}$	1,95	1,6	0,9
3. Коэффициент напряженности внимания, $К_{жб}$	0,8	0,55	0,8
4. Коэффициент активного наблюдения, $К_{жк}$	1,8	1,7	1,8
5. Коэффициент нагрузки слуховых функций, $К_{же}$	2,5	4,0	2,9
6. Коэффициент монотонности, $К_{жб}$	2,5	1,0	2,2
7. Коэффициент утомляемости, $К_{жш}$	1,3	1,2	1,4
8. Коэффициент условий труда по всем факторам, $К_{ш}$	1	1	1
III. Социологические			
1. Коэффициент по социологическим факторам, $К_{э}$	1	1	1
2. Коэффициент текучести кадров, $К_{эа}$	0,15	0,15	0,15

Таблица 3

Экономические показатели ТОО "Тулпар" за два года, тенге

Показатели	Первый год	10 мес. второго года	Показатели	Первый год	10 мес. второго года
Количество рабочих, чел	**118**	**140**	Налог на транспорт	984 059	1 200 000
Фонд зарплаты	70 477 415	71 425 358	Земельный налог	264 981	264 981
Поступление средств	**536 322 920**	**775 195 151**	Налог на имущество	308 493	382 732
Дебиторы	153 623 433	14 963 631	Социальный налог	4 398 518	3 467 175
Кредиторы	309 278 652	294 425 078	Социальные выплаты	1 434 079	1 935 872
Основной фонд	121 675 531	249 249 804	Фонд охраны природы	1 638 059	668 168
Объем оказанных услуг	529 149 265	475 284 764	Командировочные	795 622	1 693 983
Стоимость ГСМ	202 041 697	112 696 596	Балансовая прибыль	25 667 125	25 500 000
Производственные затраты	82 029 523	87 863 568	(налоговое поступление)		
Амортизация ОС	1 072 890	26 124 135	Налог на прибыль	7 700 137	5 100 000
Прочие затраты	125 037 164	142 285 075	Чистая прибыль	17 966 988	20 400 000
Стоимость электроэнергии	—	277 121	(налоговое поступление)		

Объем и виды грузопотоков, прошедших через распределительно-логистический центр, организованный на базе ТО "Тулпар", представлены в табл. 1 [2].

Для расчета фактического показателя, характеризующего степень удовлетворенности трудом занятых работников и специалистов в цепи поставок, организованный через распределительно-логистический центр, проводились специальные социологические исследования путем заполнения рабочими специальной анкеты. Результаты представлены в табл. 2.

В основу проведенных исследований были положены известные прикладные отечественные и мировые теории регионального развития и формирования конкурентных стратегий развития территорий, а также методологические подходы к организации деятельности (теория деятельности). В качестве эмпирического материала были использованы официальные источники информации (статистические данные, отчеты региональных департаментов, акиматов города и районов области), а также итоги проведенного анкетирования предпринимателей области, социологические опросы населения, аналитические материалы казахстанских и зарубежных ученых.

Экономические показатели предприятия за два года показаны в табл. 3.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Жанбиров Ж. Г., Ибраев Ж. У.** Проблемы автомобилизации в Казахстане // Вестник ЦАУ. Алматы. — 2009. — № 1(20). — С. 101—104.
2. **Жанбиров Ж. Г., Ибраев Ж. У., Аманов Н. Д.** Вестник КазНАУ. Алматы. — 2010. — № 4(20). — С. 19—22.

Присадка экономит бензин

В России начались продажи присадки *Econcar* для автомобильного топлива. *Econcar* гарантирует заметное увеличение мощности двигателя, существенную экономию бензина. При этом он абсолютно безопасен для всех типов двигателей внутреннего сгорания.

Econcar по праву называют "энергетиком для моторов". По словам генерального директора компании "Обновление" Дениса Андрианова, при разработке присадки были приняты во внимание все возражения автомобилистов, использующих или когда-либо использовавших автомобильные присадки. Все аналоги, выпускавшиеся на рынок до появления *Econcar*, имели какие-либо минусы, например, отрицательное влияние на двигатель. По этой причине водители с опаской относились к подобным продуктам. В случае с *Econcar* производитель гарантирует абсолютную его безопасность для двигателя и высокую эффективность по нескольким параметрам, таким как существенная экономия топлива (от 7 литров из 100), увеличение мощности и крутящего момента, а также защита свечей зажигания, неутрализатора сажевого фильтра. Таким образом, *Econcar* обеспечивает комплексную экономию для автомобилиста.

Еще одним ключевым преимуществом Econcar является его свойство практически исключать вредные выбросы в атмосферу. Испытания показали, что дымность дизелей снижается на 90 %. Ни одна из других присадок, представленных на российском рынке, не повторяет такого результата.

Кроме того, *Econcar* оптимизирует процесс сгорания топлива. С присадкой все топливо сгорает полностью в камере сгорания.

Присадка Econcar прошла массу испытаний. Разрабатывалась и тестировалась она в России.

Служба маркетинга Econcar

УДК 656.071.8

Ж. Г. Жанбиров, д-р техн. наук, проф., **Д. М. Тусупов**,
Центрально-Азиатский университет, Алматы, Казахстан
E-mail: chizov_nik@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СЕРВИСА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В УСЛОВИЯХ КАЗАХСТАНА

В статье показаны на основании расчетов из статистических данных, методов принятия решений, какие предприятия автосервиса необходимы для успешного развития бизнеса.

Ключевые слова: *безубыточность, автосервис, автомобиль, пункт технического обслуживания.*

Для организации предприятий обслуживания грузовых автомобилей в регионах Республики Казахстан необходимо выбрать место, заселенное людьми и имеющее ресурсы рабочей силы, экономически подходящее с точки зрения приемки необходимых запасных частей из-за рубежа и материалов для импортных автомобилей. Другая проблема — время. Поэтому критерий эффективности или целевая функция в рассматриваемой проблеме представляет собой производительность пункта ТО и ремонта. Это есть интегральная функция многих случайных аргументов. Аналитический вид функции:

$$W = g_z(t_{i0}, t_{i1}, ..., t_{in}, x_i, n, s, f, z, T_0, T_{кон})dz, \quad (1)$$

где T_0, $T_{кон}$ — начало и окончание работы пункта; t_{i0}, t_{i1}, t_{in} — время между двумя очередными автомобилями, прибывающими на станцию, распределено по закону Вейбулла с параметрами n и z; время обслуживания t_{i1} распределено по закону Релея с параметром s; время ожидания автомобилей в очереди t_{in} распределено по показательному закону с параметром f; x_i — число обслуживающих линий.

На основании производительности труда и объема производства, обеспечивающих безубыточность, можно рассчитать по каждому виду ремонтных работ и технического обслуживания соответствующие издержки или провести экономический анализ. Экономический анализ вбирает в себя почти все методы оценки издержек и экономических выгод, а также относительной рентабельности деятельности предприятия. Типичная "экономическая" модель основана на анализе безубыточности, методе принятия решений с определением точки, в которой общий доход уравнивается с суммарными издержками, т. е. точки, в которой предприятие становится прибыльным.

Точка безубыточности (ТБУ) обозначает ситуацию, при которой общий доход (ОД) становится равным суммарным издержкам (СИ). Для определения ТБУ необходимо учесть три основных фактора: стоимость работы технического обслуживания, переменные издержки на единицу оказываемых услуг и общие постоянные издержки. Цена (Ц) показывает, какой доход специализированный пункт или предприятие получит от обслуживания списочного состава автотранспортных предприятий и частных предпринимателей.

Переменные издержки на единицу продукции ($П_n$И) — это фактические расходы, прямо относимые на оказываемые виды услуг. Применительно к проведению очередного технического обслуживания грузовых автомобилей это будут расходы на соответствующие виды масел, фильтры, проверка креплений и смазки и т. п. в зависимости от вида ТО, а также заработная плата ремонтников. Естественно, совокупные переменные издержки растут с объемом производства. Постоянные издержки — это те издержки, которые по меньшей мере в ближайшей перспективе остаются неизменными независимо от объема производства. Основные составляющие совокупных постоянных издержек (ПИ) специализированного пункта — расходы на диагностику, оформление и приемку. Кроме того, часть расходов управленческих, на страхование и налоги,

аренду помещения и амортизационных отчислений переводится в постоянные издержки в соответствии с формулой, установленной руководством. В форме уравнения безубыточность выражается следующим образом [1]:

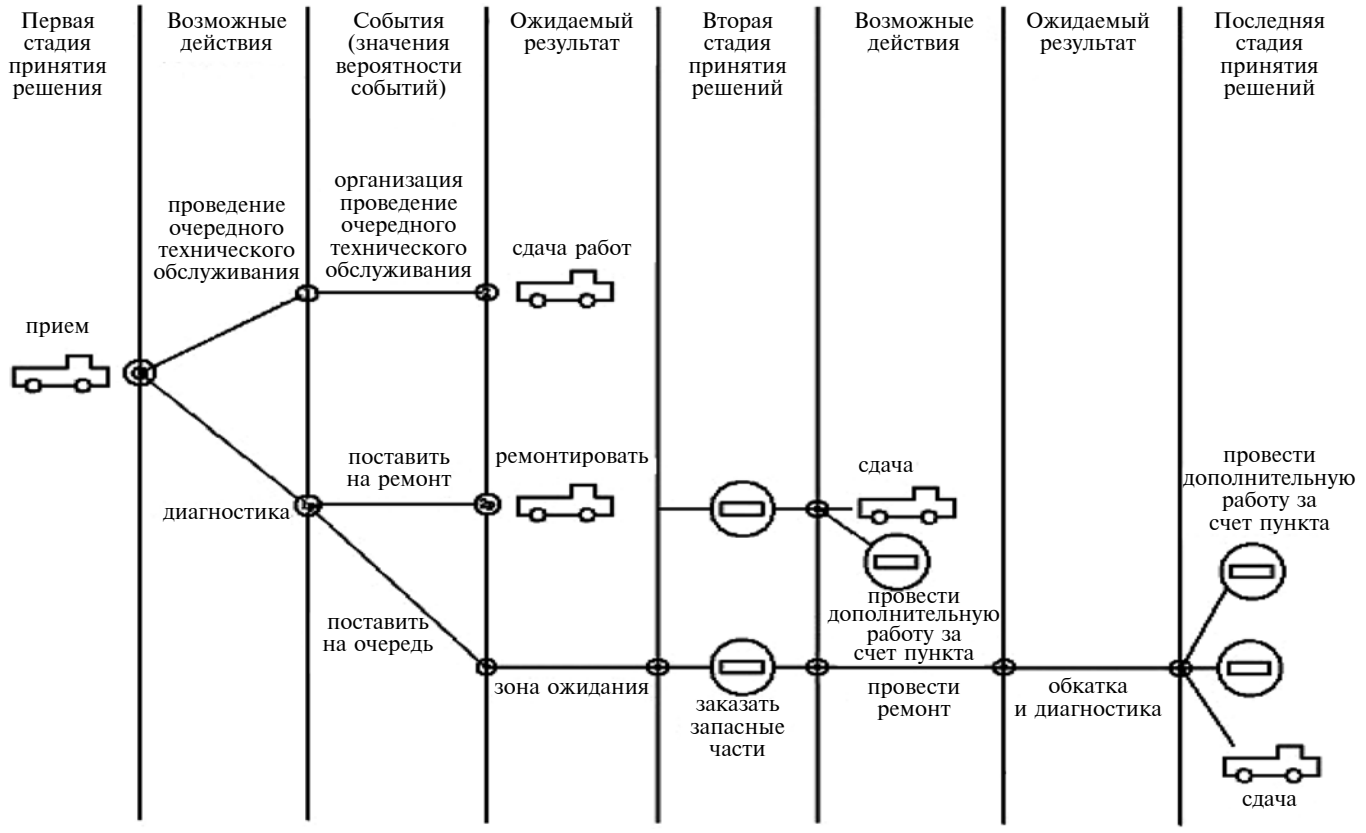
$$ПИ = ТБУ x(Ц – П_n И). \quad (2)$$

Используя формулу, мы получим на базе тех же самых данных такие же результаты, как и при простом подсчете. А именно: средняя цена проведения технического обслуживания грузовых автомобилей грузоподъемностью более 10 т по городу Алматы составляет (Ц) = 55 000 тг. Среднее значение переменных издержек ($П_n$И) = 35 000 тг.

Средние совокупные постоянные издержки (ПИ) = 775 000 тг.

Отсюда: вычисление точки безубыточности, будучи сравнительно простой операцией, дает значительный объем полезной информации. Соотнося величину ТБУ и оценку объема оказанных услуг, в идеале получаемую методами анализа рынка, руководитель в состоянии сразу увидеть, будет ли проект прибыльным, как запланировано, и каков примерный уровень риска. Безубыточность пункта зависит от объема оказываемых услуг, поэтому место расположения пункта выбирается в зависимости от количества грузовых автомобилей и грузооборота. Статистические данные показывают, что в Республике в целом использование грузовых автомобилей, т. е. обеспеченность необходимым объемом перевозок, очень слаба.

Например, из имеющихся в Республике Казахстан 397 598 единиц грузовых автомобилей общий объем грузооборота составляет 80 260,6 млн ткм, перевезенного груза — 1 971,8 млн т. При перерасчете на одну машину средний годовой пробег, в зависимости от коэффициента использования пробега (0,5—0,7), составляет 60,0—80,0 км [2].



Схематичное (дерево решений) представление проблемы принятия решений для организаций специализированного пункта технического обслуживания и ремонта грузовых автомобилей

Таким образом, по Республике в течение года количество проводимого планового технического обслуживания, в среднем через 7,5 тыс. км пробега, составляет около 4 000 или 15—16 ТО в смену. Вышепредставленные расчеты по безубыточности показывают хорошую окупаемость пункта технического обслуживания для грузовых автомобилей, однако необходимо учитывать годовую загрузку пункта, так как он может простаивать без объема работы.

Второй вариант: при организации таких пунктов предусмотреть оказание других видов технических услуг и ремонтных работ, т. е. при проектировании предусмотреть проведение текущих и капитальных ремонтов или капитальный ремонт агрегатов грузовых автомобилей.

Для того чтобы обеспечить работоспособность автомобиля в течение всего периода эксплуатации, необходимо периодически поддерживать его исправное техническое состояние комплексом технических воздействий, которые в зависимости от назначения и характера можно разделить на две группы: воздействия, направленные на поддержание агрегатов, механизмов и узлов автомобиля в работоспособном состоянии в течение наибольшего периода эксплуатации; воздействия, направленные на восстановление утраченной работоспособности агрегатов, механизмов и узлов автомобиля.

Комплекс мероприятий первой группы является системой технического обслуживания и носит профилактический характер, а второй по потребности — системой восстановления и ремонта. В целом трудовые и материальные затраты на поддержание подвижного состава автомобильного транспорта в технически исправном состоянии значительны и в несколько раз превышают затраты на его изготовление.

За нормативный срок службы грузового автомобиля средней грузоподъемности доля трудовых затрат в общих затратах составляет: на ТО и ТР — 85 %, на капитальный ремонт автомобиля и агрегатов — 4—11 %, на изготовление автомобиля — 4 %, стоимостных затрат на ТО и ТР — 62 % [3].

Поэтому при планировании и организации специализированного пункта можно использовать "метод дерева решений" (рисунок), который обеспечивает принятие более качественных решений, чем традиционные подходы.

Дерево решений дает руководителю возможность учесть различные направления действий, соотнести с ними финансовые результаты, скорректировать их в соответствии с приписанной им вероятностью, а затем сравнить альтернативы. Концепция ожидаемого значения является неотъемлемой частью метода дерева решений.

Используя дерево решений, руководитель находит путем возврата от второй точки к началу наиболее предпочтительное решение — наращивание производственных мощностей под оказание различных ремонтных и технических видов услуг.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Волгин В.** Контрольные параметры рентабельности автосервисов. Журнал "Генеральный журнал. Автосервис", № 1. 2009.
2. **Сборник статистических данных РК** за 2010 год, Астана, 2011. 245 с.
3. **Ременцов А. Н.** Автомобили и автомобильное хозяйство. Введение в специальность: Учебник для студ. вузов. — М.: Издательский центр "Академия", 2010. 192 с.

Лизинг "Особенный"

Иркутский партнер группы компаний "КАМАЗ-ЛИЗИНГ" — ОАО "Труд" — заключило очередные контракты с лизинговой компанией на приобретение 30 автомобилей КАМАЗ.

Договоры заключены по программе лизинг "Особенный", выгодные условия которого, а именно низкий процент удорожания от 2 % в год и гибкий график лизинговых платежей, уже оценили в ОАО "Труд" в прошлом году.

В число автомобилей, которые будут переданы лизингополучателю, вошли 24 самосвала КАМАЗ-6520, три седельных тягача на шасси КАМАЗ-6460 и три седельных тягача КАМАЗ-65225.

ГК "Труд" — один из крупнейших генеральных подрядчиков сфере строительства и реконструкции автомобильных дорог. Компания входит в десятку лучших строительных подразделений России.

Пресс-служба ОАО "КАМАЗ"

УДК 621.436

В. А. Марков, д-р техн. наук, **С. П. Шимченко**, аспирант, МГТУ им. Н. Э. Баумана,
Е. Ф. Поздняков, канд. техн. наук, ЗАО "Форант-Сервис" г. Ногинск
E-mail: markov@power.bmstu.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГАЗА В КАЧЕСТВЕ МОТОРНОГО ТОПЛИВА ДЛЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Рассматривается возможность применения биогазовой смеси в качестве альтернативного топлива для дизельных двигателей. Проанализирована работа различных топливных систем газодизельного двигателя, работающего на биогазе с запальной дозой дизельного топлива. Статья публикуется в рамках Федеральной целевой программы "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007—2013 годы".

Ключевые слова: *дизельный двигатель, газовый двигатель, газодизельный двигатель, двухтопливный процесс, дизельное топливо, биогаз, биогазовая смесь, топливная система.*

(Рисунки на 2-й, 3-й, 4-й полосах обложки)

В настоящее время остро стоит проблема поиска и утилизации альтернативных видов газового топлива. Среди этих топлив привлекательным представляется использование биогаза, который может быть получен из различных сырьевых ресурсов (отходы сельскохозяйственного производства и деревообрабатывающей промышленности, бытовые стоки, индустриальные отходы) [1, 2]. Отмечается рост производства биогаза во многих странах. Лидером по производству биогаза является Германия. В 1992 г. там насчитывалось 139 установок по производству и использованию биогаза, к 2001 г. их число достигло 1,5 тыс. и продолжает увеличиваться (рис. 1) [3]. В настоящее время их количество превысило 5000 установок.

Биогаз используется в качестве моторного топлива для транспорта, для питания двигателей внутреннего сгорания стационарных установок различного назначения, для обогрева зданий и сооружений, в качестве бытового газа. Из представленных на рис. 2 данных следует, что уже в настоящее время в Германии значительная доля биогаза используется для выработки электроэнергии и для производства тепловой энергии [3].

Одним из эффективных путей использования биогаза является его сжигание в двигателях внутреннего сгорания. Биогаз как газообразное моторное топливо обладает следующими преимуществами перед жидкими топливами [3]:

— создает идеальные условия смесеобразования;

— широкие пределы воспламенения при небольшом избытке воздуха;

— хорошие антидетонационные свойства;

— не дает твердых осадков при сгорании, образуя продукты полного сгорания без дыма и копоти;

— обеспечивает меньший износ деталей двигателя в процессе работы.

При этом на биогаз могут быть конвертированы как бензиновые двигатели с принудительным воспламенением рабочей смеси, так и дизельные двигатели. Однако сжигание биогазового топлива в дизельных двигателях при высоких степенях сжатия и повышенных коэффициентах избытка воздуха более эффективно, чем в двигателях с принудительным воспламенением. Поэтому, несмотря на значительное распространение газовых двигателей с искровым зажиганием, в последнее время все возрастающее внимание уделяется развитию более экономичных газодизелей, работающих по газожидкостному процессу, при котором в конце такта сжатия для воспламенения газовоздушной смеси в цилиндр впрыскивается небольшое количество за-

пального нефтяного дизельного топлива [4—8]. Рассмотрим некоторые аспекты использования биогаза в качестве моторного топлива для дизельных двигателей.

Эволюция дизельных двигателей

Сама по себе история развития систем питания двигателей внутреннего сгорания интересна и поучительна. Изначально первые конструкции двигателей были газовыми. И причиной тому была распространенность и доступность этого вида топлива, которое во времена начала индустриальной эпохи применяли достаточно широко, в том числе в качестве энергоносителя для уличного освещения. Первый патент на газовый двигатель получил англичанин Барнетт. Позже, в 1860 г., француз Э. Ленуар создал мотор, работающий на смеси воздуха и газа.

Но по мере распространения жидкотопливных двигателей газ уступил свое место более энергоемкому источнику энергии — жидкому топливу. Несмотря на то что жидкое топливо в сравнении с газом оказалось дороже (фраза Д. И. Менделеева "Нефть — не топливо, топить можно и ассигнациями" была актуальной и ранее), оно обладало рядом несомненных преимуществ. Прежде всего, жидкое топливо оказалось гораздо легче перевозить и хранить. Плотность энергии у жидкого топлива на порядок выше, чем у газа. Эти преимущества жидкого топлива оказались столь весомы, что о газовом топливе для двигателей внутреннего сгорания человечество забыло надолго.

Но, как говорят, история всегда развивается по спирали. Энергетические проблемы, вызванные уменьшением запасов ископаемого топлива, и достигнутый уровень развития техники сняли такие важные аргументы, как сложность заправки, хранения и низкой эффективности. А раз это так, то что мешает сегодня производителям и операторам инфраструктуры ее обслуживания сделать основной упор на развитие газового или биогазового направления? Неужели такое простое и очевидное решение, как возврат к простому и доступному энергоносителю, не является очевидным и побуждающим?

Сегодня рынок предлагает широкий выбор бензиновых двигателей, адаптированных для работы на газовом и биогазовом топливе, а аналогичных предложений по дизельным двигателям, способным эффективно работать на газовых топливах, очень мало. И совершенно напрасно. Ведь большинство двигателей силовых установок, в том числе и в малой энергетике, с высокими показателями расхода топлива являются дизельными. Использование биогаза данными устройствами принесло бы ощутимую экономию топлива, а применение в дизелях биогаза должно вызывать наибольший интерес. Тем более что результаты практического использования биогаза в качестве моторного топлива для дизелей известны уже сегодня. Да, дизель способен эффективно работать на биогазовом топливе, и добиться этого несложно. Принципы и варианты модернизации конструкции топливных систем дизельного двигателя для использования газовых топлив, таких как метан и метаносодержащий биогаз, просты и имеет два направления. Первое из них — использование чисто газового двигателя, второе — сжигание газового топлива в двухтопливном двигателе (газодизеле).

Газовый двигатель

Переоборудовать дизельный двигатель для работы на пропан-бутане, метане и биогазе несложно. Однако, в отличие от перевода на эти топлива бензиновых двигателей, модернизация дизельного двигателя требует применения дополнительного газобаллонного оборудования и модернизации топливной системы.

Работа дизельного двигателя, как и любого другого двигателя внутреннего сгорания, начинается с организации воспламенения рабочей смеси. Просто подвести газ в камеры сгорания недостаточно. Метан (или биогаз, содержащий метан) не воспламенятся от сжатия, так как его температура самовозгорания гораздо выше температуры самовоспламенения дизельного топлива (около 600—800 °С у биогазовой смеси против 180—420 °С у смесей дизельного топлива с воздухом, рис. 3) [9]. Поэтому при переводе дизельного двигателя на газ (метан или биогаз) даже теоретически невозможно использовать только один вид топлива. В этом случае в цилиндрах температура сжатого воздуха будет недостаточна для дефларгации. Для решения данной проблемы разработано два типа модернизации дизельных двигателей: переоборудование дизеля в чисто газовый двигатель и совместное использование биогаза и запальной дозы дизельного топлива.

Газовый двигатель — эта методика более проста, но требует радикальных конструктивных изменений двигателя. В процессе данной модернизации полностью демонтируют штатную топливную аппаратуру, а вместо нее устанавливают новую систему зажигания (форсунки заменяются свечами зажига-

ния). Дополнительно на двигателе размещается газобаллонное оборудование, с помощью которого газ дозатором подается во впускной коллектор. Но применительно к дизельному двигателю этот метод нецелесообразен, так как степень сжатия, которая необходима для самовоспламенения дизельного топлива, слишком высока для метана с октановым числом 120. При подобной эксплуатации дизельного двигателя без дальнейшего совершенствования топливной системы в цилиндре может возникать детонация, что в конечном итоге приводит к выходу двигателя из строя.

Совершенствуют данный метод за счет снижения степени сжатия до 12—14, что увеличивает срок службы двигателя. Степень сжатия уменьшают за счет увеличения внутреннего объема камеры сгорания. Это делается за счет растачивания днища поршневой группы или расточки головки блока камеры сгорания. Но при расточке указанных деталей двигателя необходимо учитывать сжижение их прочностных характеристик, что может вызвать их разрушение. Для увеличения объема камеры сгорания используется также установка дополнительных прокладок. После указанной модернизации двигателя он мало чем напоминает дизельный. Такой двигатель способен работать лишь в сравнительно узком диапазоне режимов, что является существенным минусом данной технической реализации.

Двухтопливный двигатель (газодизель)

Модернизация дизельного двигателя в газодизель осуществляется за счет адаптации обычного дизельного двигателя для работы на газовоздушной смеси (смеси метана или биогаза с воздухом). При этом исключается необходимость внесения радикальных изменений в конструкции двигателя и его топливной системы. Как отмечено выше, основной проблемой реализации данного метода является воспламенение газа в цилиндре. В двухтопливном двигателе (газодизеле) используется следующая организация рабочего процесса. В конце такта сжатия в цилиндры подается небольшое количество дизельного топлива (именуемое запальной дозой), которое воспламеняет газовоздушную смесь.

Данная модернизация двигателя требует монтажа газовой системы, а для подачи запальной дозы дизельного топлива используется штатный топливный насос высокого давления — ТНВД. Важным преимуществом двухтопливных (газодизельных) двигателей является их универсальность. При работе двигателя на режимах с большими нагрузками возможно значительное замещение нефтяного дизельного топлива метаном или биогазом, что позволяет обеспечить существенную экономию дизельного топлива.

Из других преимуществ реализации такого рабочего процесса необходимо отметить следующие:

— благодаря уменьшению образования нагара на деталях цилиндропоршневой группы увеличивается срок службы двигателя;

— при работе на газовом топливе увеличивается срок службы моторного масла, так как масло не "смывается" со стенок цилиндров, оно медленнее теряет свои свойства, интервал замены масла можно увеличить в 1,5—2 раза;

— улучшение экологических показателей двигателя — содержание углеводородов CH_x в отработавших газах (ОГ) несколько увеличивается (в выхлопе больше несгоревшего метана), но при этом значительно сокращается выброс сажи (дымность ОГ) и присутствующих на ней канцерогенных полициклических ароматических углеводородов, в частности в ОГ практически отсутствует такой токсичный компонент ОГ дизельных двигателей, как бенз(а)пирен;

— при двухтопливной работе газодизеля не возникает детонации рабочей смеси в процессе горения.

Далее рассмотрим особенности двухтопливной работы двигателя при его оснащении топливными системами различного типа. Начнем с топливных систем разделенного типа с топливными насосами высокого давления с механическим и электронным управлением [10].

Эксплуатация дизеля с ТНВД с механическим управлением при переходе на биогазовое топливо

Рабочий процесс газодизельного двигателя, оснащенного ТНВД с механическим управлением, реализуется следующим образом. Смесь воздуха с газовым топливом (метан или биогаз) подается в двигатель за счет разряжения, создаваемого топливным редуктором, присоединенным к ТНВД. Топливоподкачивающий насос (ТПН) подает дизельное топливо из бака к ТНВД под небольшим давлением. В ТНВД топливо сжимается до высокого давления и подается в необходимом количестве к нужному цилиндру. Впрыск топлива в цилиндр осуществляют механические форсунки.

Подача запального дизельного топлива топливным насосом высокого давления осуществляется с определенным опережением (до прихода поршня к ВМТ). В ТНВД с механическими муфтами опережения впрыскивания это опережение подачи топлива изменяется в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя. Количество топлива, которое поступает в цилиндр в данный момент времени, зависит от скоростного и нагрузочного режима работы двигателя. При фиксированном положении дозирующего органа топливоподачи (дозирующей рейки ТНВД) частота вращения двигателя может изменяться в соответствии с изменениями нагрузки на двигатель (момента сопротивления потребителя). В этом случае при достижении максимальной регулируемой частоты вращения включается в работу центробежный регулятор частоты вращения, и подача запальной дозы дизельного топлива уменьшается до минимальных значений. Если, наоборот, нагрузка на двигатель увеличивается, то частота вращения двигателя начнет уменьшаться. При этом регулятор дополнительно увеличивает запальную дозу дизельного топлива (режим прямой коррекции). Если при росте топливоподачи мощности двигателя все-таки не хватает и частота вращения падает, включается отрицательный корректор, который уменьшает топливоподачу, для предотвращения дымления двигателя. Указанные факторы свидетельствуют о том, что в рассматриваемых ТНВД важная роль отводится регулятору частоты вращения. В зависимости от скоростного режима работы двигателя этот регулятор перемещает рейку в положение необходимой подачи дизельного топлива или газа.

Эксплуатация дизеля с ТНВД с электронным управлением при переходе на биогазовое топливо

Топливные насосы высокого давления с механическим управлением имеют множество недостатков, основными из которых являются:

— угол опережения впрыскивания топлива изменяется в функции частоты вращения двигателя (в ряде ТНВД угол опережения впрыскивания вообще не регулируется), при этом не учитываются такие важные факторы, как нагрузочный режим работы, температурное состояние двигателя, давление наддува, вид топлива и др.;

— дозирование топлива, осуществляемое механическим регулятором, также не учитывает многие факторы, такие как температурное состояние двигателя, состав газовоздушной смеси (это особенно важно для биогаза), расход воздуха, вид топлива и т. д.;

— невозможность организации взаимодействия с другими системами, например с системой рециркуляции ОГ (для снижения их токсичности).

Из рис. 5 и 6 следует, что плунжер имеет возможность вращаться вокруг своей оси (таким образом осуществляется дозирование топливоподачи). Смежная с плунжером деталь — дозирующая втулка, также может перемещаться (вверх или вниз) с помощью электропривода. Таким образом регулируется угол опережения впрыскивания топлива. Управляет этими двумя электромагнитами электронная система, которая учитывает скоростной и нагрузочный режимы работы двигателя, состав газовоздушной смеси (содержание углекислого газа и метана в биогазе), температуру охлаждающей жидкости, давление воздуха во впускном коллекторе. Важным преимуществом является то, что отсутствует механическая связь между педалью газа и дозирующей рейкой ТНВД. Для контроля действительного угла опережения впрыскивания топлива может использоваться датчик положения иглы форсунки, который монтируется на форсунке первого цилиндра. В остальном работа дизельного двигателя мало чем отличается от его работы при использовании ТНВД с механическим управлением.

Аккумуляторная топливная система типа *Common Rail*

Работа этой аккумуляторной системы, схема расположения которой на двигателе показана на рис. 7, состоит в следующем [10]. Топливо из бака подается топливным насосом низкого давления к ТНВД. Топливный насос высокого давления сжимает топливо до давления порядка 2000 бар и подает его к аккумулятору (рампе), от которого топливо поступает к электронно-управляемым форсункам. Эта топливная система управляется электронным блоком. Производительность ТНВД регулируется в зависимости от величины необходимой запальной дозы дизельного топлива методом отключения насосных секций ТНВД. В качестве индикатора расхода запальной дозы дизельного топлива и для осуществления обратной связи в топливной рампе установлен датчик давления топлива. Блок управления осуществляет индивидуальное управление каждой форсункой системы с целью учета разброса производительностей форсунок и неравномерности компрессии по цилиндрам. Как и в рассмотренных вы-

ше разделенных системах топливоподачи, блок управления получает информацию от датчиков режимных параметров двигателя и рассчитывает алгоритм наибыстрейшего достижения желаемого результата. Например, при разгоне топливоподача может увеличиваться не пропорционально частоте вращения, а сначала подается увеличенная доза топлива, а потом обеспечивается медленное приближение к желаемому скоростному режиму с целью сглаживания колебаний частоты вращения в конце разгона. Использование адаптивно робастной системы управления позволяет избавиться от многих датчиков обратных связей.

Несмотря на несколько большие потери мощности на привод насоса высокого давления (примерно на 10 % по сравнению с ТНВД разделенных систем топливоподачи), аккумуляторная топливная система типа Common Rail позволяет значительно повысить эксплуатационные характеристики дизелей (его мощностные, топливно-экономические и экологические показатели).

Современные примеры

К современным примерам растущего интереса к биогазовым технологиям можно отнести увеличение предлагаемой продукции, и не только двигателей для малой энергетики. Крупными производителями, активно занимающимися биогазовыми технологиями, являются такие известные фирмы, как MAN и Wartsila. Производство сельскохозяйственной техники на базе указанной технологии налажено такой крупной компанией, как Valtra. В частности, трактор серии T133 DualFuel компании Valtra — это первый трактор, в котором применяется биогазовая технология в сочетании с технологией очистки отработавших газов SCR (рис. 8). Это первый трактор, который на выставке Agritechnica 2011 г. привлек внимание, в первую очередь своим двигателем, работающим в двухтопливном режиме (газодизельном).

Выводы

По мере уменьшения запасов ископаемых сырьевых ресурсов и увеличения цены на них использование альтернативных видов моторного топлива в дизельных двигателях будет расширяться. В технологиях адаптации двигателей к работе на альтернативных топливах пока еще остается много проблем. Продолжаются работы по совершенствованию рабочих процессов дизельных двигателей, адаптированных к работе на различных жидких и газообразных топливах. При этом одним из перспективных видов альтернативного топлива остается биогаз.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Гайворонский А. И., Марков В. А., Илатовский Ю. В.** Использование природного газа и других альтернативных топлив в дизельных двигателях. — М.: ООО "ИРЦ Газпром", 2007. — 480 с.
2. **Кириллов Н. Г.** Альтернативные виды моторного топлива из биосырья для сельскохозяйственной автотракторной техники // Достижения науки и техники в АПК. — 2002. — № 2. — С. 11—15.
3. **Инновационное развитие альтернативной энергетики:** Часть 1 / В. Ф. Федоренко, Н. Т. Сорокин, Д. С. Буклагин и др. — М.: ФГНУ "Росинформагротех". — 2010. — 348 с.
4. **Альтернативные топлива для двигателей внутреннего сгорания** / А. А. Александров, И. А. Архаров, В. А. Марков и др. Под ред. А. А. Александрова, В. А. Маркова. — М.: ООО НТЦ "Инженер", ООО "Оникс-М", 2012. — 791 с.
5. **Биогаз:** использование в качестве моторного топлива для автомобиля / В. Г. Ковальчук, А. И. Пятничко, Т. К. Крушневич и др. // Экотехнологии и энергосбережение. — 1999. — № 5. — С. 12—15.
6. **Ladommatos N., Stone R.** Conversion of a Diesel Engine for Gaseous Fuel Operations at High Compression Ratio // SAE Technical Paper Series. — 1991. — N 910849. — P. 1—9.
7. **Ortiz-Canavate J., Hills D. J., Chancellor W. J.** Diesel Engine Modification to Operate on Biogas // Transactions of the ASAE. — 1981. — Vol. 24. — N 4. — P. 808—813.
8. **Schmillen K., Dubel F.-M., Schiffgens H.-J., Pischinger F.** Nutzung von Biogas in Gaszundstrahlmotoren // MTZ. — 1989. — Jg. 50. — N 7—8. — S. 351—357.
9. **Шимченко С. П., Эфрос В. В., Чернин С. Я.** Дизельный двигатель и биогаз, научный подход эффективного взаимодействия // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. — 2012. — № 7. — С. 37—41.
10. **Грехов Л. В., Иващенко Н. А., Марков В. А.** Системы топливоподачи и управления дизелей: Учебник для вузов. Второе издание. М.: Изд-во "Легион-Автодата", 2005. 344 с.

ABSTRACTS OF ARTICLES

2 *Gorobtsov A. S., Gorin A. V., Luzgin S. V., Savinkov A. S.* Description and identification of mathematical models suspension truck wheel formula 8×8.
Describes a mathematical model of truck wheel formula 8×8 full weight 40t. Detailed description of the mathematical model of each of the main elements of the chassis. Comparative data for identification of the model.
Keywords: mathematical model, truck, FRUND

6 *Rementsov A. N., Abhishek Mishra.* Comparative analysis of road transmission
Every year the share of vehicles equipped with automatic transmission, because according to statistics, in 2010, the Russian market has sold about 32.7 % of vehicles equipped with automatic transmissions.
Keywords: car with automatic transmission, automatic transmission manufacturers, automatic transmission with torque converter, automatic transmission with a CVT, robotized gearbox, gearbox with double clutch

10 *Maksimov V. A., Krylov G. A., Ismailov R. I., Maximov P. V., Roschak S. V.* Software development for assessment work technical services bus motor transport enterprise
For the evaluation of the technical service bus auto transport company has been developed by a team of special computer program.
Keywords: coefficient of technical readiness, operational itationcost software product, the estimated period of time, the values of the original data

14 *Patrakhaltsev N. N., Petrunya I. A., Anoshina T. S.* Reduction in fuel consumption of lorry with diesel engine @—238 variation of engine's displacement
There presented an example of usage a method of calculation of opportunities to reduce a fuel consumption by lorry with diesel engine. In these regimens a diesel is regulated by variation of it displacement.
Keywords: diesel, regulation, disconnection of cylinders, variation of displacement, economy, fuel consumption

18 *Kirillov A. G., Klyukin I. A., Borodin A. V.* Approach to the use of the elements of technical operating statistics in buses
In order to prevent failures and faults, and to identify their sources, you must know the causes, mechanisms of their occurrence and effects, and the effects of different component failure on the performance of the entire vehicle.
Keywords: Stochastic processes, random variables, technical tech operation, the probability of failure, the variation of use, auto-mobiles

20 *Trofimov V. M., Kostrova N. A.* Prospects of leading car manufacturers market development.
Automotive industry in the post-industrial society, as before remains the main factor for accelerated economic development. Based on this paradigm, given an analytical overview of the development in the automotive industry west and its impact on the modernization of the Russian economy.
Keywords: automotive industry, economic development, acceleration and growth

22 *Dubovik E. A.* Hydraulic calculation of the cooling system of the DVS
The paper presents an algorithm of hydraulic calculation of the cooling system of the DVS. Is considered an element of the cooling fluid of "Tosol", its origin, property as a cooling liquid in system of cooling of the engine of internal combustion.
Keywords: car, system, hydraulics, loss, Reynolds number

26 *Bazhenov Y. V., Denisov Iv. V., Denisov Il. V.* Algorithm for automated software complex systems management uptime VAZ-21703 in operation
Proposed in the complex index of reliability is the main evaluation parameter actual technical state of the vehicle, which takes into account the possible presence of one or more vehicle systems affecting safety Road Traffic predotkaznom condition.
Keywords: complex index of reliability, the station's Maintenance vehicles, front suspension, steering, theoretical studies, experimental research

Malutin V. O., Karagodin V. I. Diagnostic study of the relationship with the failure front indicators car suspension
Experiments were conducted at a service station, LLC "SIM AUTO" to identify relationships between diagnostic indicators and defects before-her suspension for subsequent prediction complexity complexes repair and development of rules for their appointment by the results of diagnosis.
Keywords: automobile, repair, chassis, sampling, engine, transmission, modification.

32 *Denisov A. S., Asoyan A. R.* Improved operational-repair cycle powerplant car based on the reductive-hardening technology in view of technical state
The analysis of laws of change of a technical condition of details of power units of cars of KAMAZ-EURO while in service is carried out. The system of an ekspluatatsionno-repair cycle of cars suggested allowing to reduce expenses for maintenance of working capacity of engines at the expense of increase of degree of use of a resource of elements and reduction of number of sudden (emergency) refusals.
Keywords: analysis, reliability, wear, the experimental data showed the technical condition

34 *Zhanbirov J. G., Aman N. D.* Ways to improve transit potential republic of Kazakhstan
On the basis of the decision of the regulatory body of the base of international traffic "International Road Transport Union (IRU—IRU)", established the following rules: duration of work of the driver behind the wheel of a car per day should not exceed 9:00, stopping time for sleep should be not less than 11 hours., every 4.5 hours of driving a car the driver is stopped at Tel should rest or food.
Keywords: average speed of vehicles, schedule motion, transit corridor, the utilization rate, the estimated mileage, technical capabilities, organizational capabilities

37 *Zhanbirov J. G., Ibraev J. U.* Improving the efficiency of operation trucks in the regions of the republic of Kazakhstan
Road transport plays a significant role in the transport sector of the country. They are regularly serviced over 1.1 million businesses, organizations and other collective customers of the national economy, as well as the country's population. Annually by road of the economy carries more than 80 % of cargo trans- port common use — more than 75 % of passengers.
Keywords: Road transport, transport efficiency, material and technical base, traffic flows, the information level the use of working time

40 *Zhanbirov J. G., Tusupov D. M.* Features of the avtoservice of gruzovyh cars in the Kazakhstan
The article shows the calculations on the basis of statistical data, using the methods of deciding which car services necessary for successful business development should be organized.
Keywords: break-even, auto repair, car maintenance item

43 *Markov V. A., Shimchenko S. P., Pozdnyakov E. F.* Biogas utilization a motor fuel for diesel engines
The possibility of applying biogas mixture as an alternative fuel for diesel engines is considered. The analysis of gas-diesel engine fuel systems running on biogas with ignition dose of diesel fuel is conducted.
Keywords: diesel engine, gas engine, gas-diesel engine, flexible fuel process, diesel fuel, biogas, biogas mixture, fuel system

Художественный редактор *Т. Н. Галицына.* Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *З. В. Наумова*
Сдано в набор 27.05.2014. Подписано в печать 21.07.2014. Формат 60 × 88 1/8. Усл. печ. л. 5.88.
Отпечатано в ООО "Канцлер", 150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49.