

Учредитель
ООО «Издательство Машиностроение»

Главный редактор С.Н. ПЕДЕНКО

Редакционный совет: Л.Г. Красневский
Д. Х. Валеев А.С. Кузнецов
В.М. Вовк В. Г. Мазепа
В.А. Волчков В. А. Марков
М.С. Высоцкий А.П. Марченко
С.М. Гайдар Г. Н. Рейзина
Л.В. Грехов А. Н. Ременцов
С.М. Захарик О. Н. Румянцева
В.А. Зорин Е. Л. Рыбин
А.М. Иванов А. Ф. Синельников
Н.А. Ивашенко В. С. Устименко
П.П. Капуста Х. А. Фасхиев
В.В. Корсаков Н. Д. Чайнов

Корпункты:
в Республике Беларусь (г. Минск),
Я.Е. Карповский
Тел.: (10-375-17) 214-33-71, 217-90-38
в Украине (г. Харьков), В.Г. Дьяченко
Тел. (10-380-572) 707-68-48

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

Адрес издательства:
107076, Москва, Стромьинский 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», 2013

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 Андреев А. А. Использование турбовентилятора для системы охлаждения наддувочного воздуха турбодизеля

Эксплуатация. Ремонт

5 Синельников А. Ф. Оценка ремонтпригодности автомобилей

14 Максимов В. А., Моложавцев О. В., Назаров А. А. Расчет расхода запасных частей в филиале "11 автобусный парк" ГУП "Мосгортранс"

16 Болдин А. П., Аксенов П. В., Котов Н. М. Эксплуатационные возможности улучшения надежных, экономических и экологических показателей работы автомобильных бензиновых двигателей

Исследования. Расчет

20 Фасхиев Х. А., Крахмалева А. В., Сыч С. А. Моделирование уровня конкурентоспособности грузового автомобиля при разработке

34 Коптилов В. И. Теоретический анализ радиусов ведущего колеса автомобиля

Практика

40 Воробьев И. В., Фирсов И. В. Перечень услуг, предоставляемых предприятиями технического сервиса

Выставки

42 Савченко А. С. Международная выставка коммерческого транспорта IAA-12 в Ганновере

46 Бирюков М. И. ЛиАЗ: из прошлого — в будущее

48 Abstracts of articlers



УДК 621.436.662.6/8

А. А. Андреев, канд. техн. наук, доц. МГТУ "МАМИ"

E-mail: yandex@andreyandre.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТУРБОВЕНТИЛЯТОРА ДЛЯ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ НАДДУВОЧНОГО ВОЗДУХА ТУРБОДИЗЕЛЯ

Математическим моделированием работы турбодизеля с турбовентиляторной системой охлаждения наддувочного воздуха (мощность 404 кВт) грузового автомобиля определено влияние противодействия, обусловленного наличием турбовентилятора, на параметры двигателя на номинальном режиме.

Ключевые слова: силовая турбина, турбовентилятор, турбодизель с ОНВ, улучшение топливной экономичности.

Реалии рынка ужесточают требования к уровню массовых или габаритных удельных мощностных показателей транспортных тепловых двигателей при условиях высокой топливной экономичности и соответствия жестким экологическим нормам.

Термодинамически возможно повысить мощность и КПД энергетических установок утилизацией располагаемой энергии, оставшейся у выходящих из поршневой группы газов, в газовых турбинах.

На транспортных турбодизелях данный принцип был реализован использованием системы турбокомпаундирования. Примерами являются коммерчески освоенные шведскими фирмами "Scania" и "Volvo Trucks" седельные тягачи, оснащенные турбокомпаундными турбодизелями с системой охлаждения наддувочного воздуха (ОНВ), у которых силовая турбина последовательно включена по ходу газов после турбины турбокомпрессора и связана гидромеханической передачей с выходным валом двигателя. Грузовики предназначены, прежде всего, для магистральных перевозок крупнотоннажных грузов; особенно оговариваются их преимущества при эксплуатации на холмистой местности. Турбокомпаундирование повысило КПД энергетической установки на режимах средней и полной мощности до 5—6 %.

Фирма "Scania" также акцентирует внимание на силовые турбины в вопросе добора мощности энергетической установкой при использовании рециркуляции отработавших газов для улучшения токсичности, но сдерживающим фактором, по-прежнему, остается высокая стоимость специальной силовой передачи.

Более простой способ использования мощности силовой турбины, не требующий сложной специаль-

ной передачи, — применение турбины для привода агрегатов систем турбодизеля. В рамках данного вопроса представляется целесообразным рассмотреть возможность турбопривода автономного вентилятора системы ОНВ.

Общеизвестно, что на большегрузных транспортных средствах вентилятор системы ОНВ, как правило, выполнен в виде расположенных на маховике двигателя лопаток, либо охладитель наддувочного воздуха скомпонован в блок теплообменников, через который охлаждающий воздух подается вентилятором системы охлаждения. Вместе с тем существует более чем тридцатилетний практический опыт турбовентиляторных систем ОНВ с автономными турбовентиляторами, имеющими воздушные турбины (турбовентиляторы выполнены по схеме с общим диском) — разработка отделения AirResearch фирмы Garrett для транспортных турбодизелей "Maxidyne" фирмы Mack (США).

По энергоемкости вентилятор ОНВ является в качестве полезной нагрузки силовой турбины, так как его доля в механических потерях двигателя на привод агрегатов сравнительно невелика — около одной десятой, но одиночный аспект не является решающим, поэтому учитывались следующие обстоятельства, по совокупности которых было выбрано данное устройство.

При использовании газовых турбин привода вентиляторов, прежде всего, исчезает недостаток, отмеченный при применении воздушных турбин на двигателях "Maxidyne". Дело в том, что на режимах работы от номинальной мощности до максимального крутящего момента двигателя на воздушную турбину

отбиралось соответственно от $6 \div 8$ % до $10 \div 12$ % общего расхода закомпрессорного воздуха. Для этого компрессор наддува развивал производительность несколько большую, чем того требовалось для наддува двигателя, и, соответственно, увеличивался расход топлива двигателем.

Турбовентиляторную систему ОНВ с газовой турбиной выгодно отличает, во-первых, удобство взаимного расположения матрицы охладителя наддувочного воздуха и плоскости вращения лопаток вентилятора, достижение оптимального соотношения между площадью фронтальной поверхности теплообменника и площадью, ометаемой лопатками вентилятора, для наилучшего теплообмена.

Во-вторых, предоставляется больше свободы с компоновкой системы в подкапотном пространстве грузовика, что позволит уменьшить протяженность воздушных и газовых патрубков, снизить гидравлические потери, что, в конечном итоге, благоприятно отразится на эффективном КПД двигателя.

По аналогии с системой двойного турбонаддува дизелей, газы из поршневой группы проходят двойной каскад турбин турбокомпрессора и турбовентилятора. Поэтому отпадает необходимость в специальном устройстве снижения шума, вызванного пульсациями давления газов, и в этом случае полезно используется энергия, которая тратилась бы на преодоление гидравлических потерь глушителя шума.

Немаловажным является способность к саморегулированию производительности турбовентиляторной системы охлаждения на режимах частичных нагрузок двигателя. Это связано с тем, что располагаемая энергия в каскадах турбин более интенсивно изменяется на второй по ходу движения газов турбине — турбине турбовентилятора, поэтому при снижении нагрузки тепловая эффективность воздухоохладителя уменьшается.

Но необходимо учесть, что газовая турбина турбовентилятора включается последовательно с турбиной турбокомпрессора и, таким образом, представляет дополнительное сопротивление в выпускной магистрали двигателя. Оценке влияния возникшего противодавления на рабочие параметры турбодизеля заданной эффективной мощности и прежде всего на удельный эффективный расход топлива двигателем посвящена данная работа.

Математические исследования выполнены для турбодизеля мощностью 404 кВт типа 12СН13/14 (с непосредственным впрыском топлива, четырехклапанными индивидуальными головками цилиндров) с турбовентиляторной системой ОНВ типа "воздух-воздух" на номинальном режиме.

Компьютерные расчеты выполнены по предварительно разработанной программе, моделирующей работу турбодизеля. Суть расчетной методики, реализованной в программе, заключается в определении противодавления в выпускной системе турбодизеля, обусловленного мощностью и мощностным КПД $\eta_{ТТВ}$ турбины турбовентилятора, и воздействия этого давления на насосные потери, величину механического и эффективного КПД двигателя. Индикаторный КПД двигателя и уровень гидродинамического сопротивления органов газообмена определялись по зависимостям, полученным на базе статистических данных, накопленных при испытании автотракторных турбодизелей.

Математическая модель турбодизеля с силовой турбиной включает следующие условия и допущения:

- давление и температура газов в выпускном и впускном трубопроводах постоянны и равны средним значениям в течение цикла;
- при различных вариантах турбины турбовентилятора КПД турбины и компрессора агрегата турбонаддува постоянные;
- потери тепла в трубопроводах отсутствуют.

При определении мощности механических потерь турбодизеля с турбовентиляторной системой ОНВ входящие в них в общем случае мощность на привод вентилятора и гидродинамическое сопротивление глушителя шума отработанных газов не учитывались.

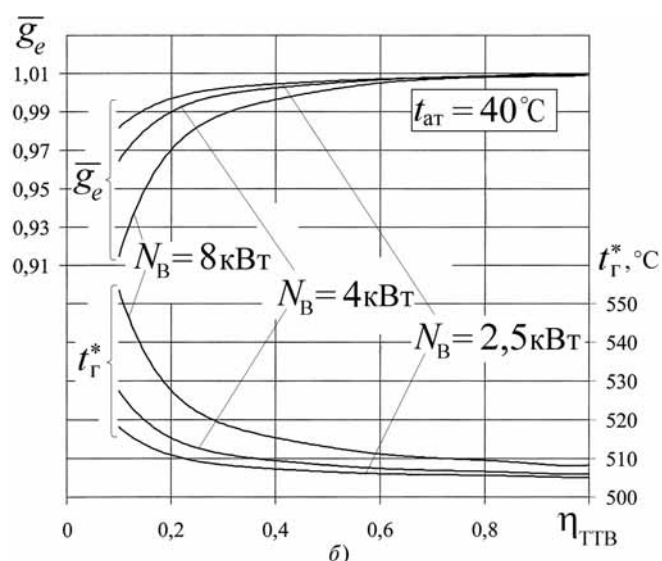
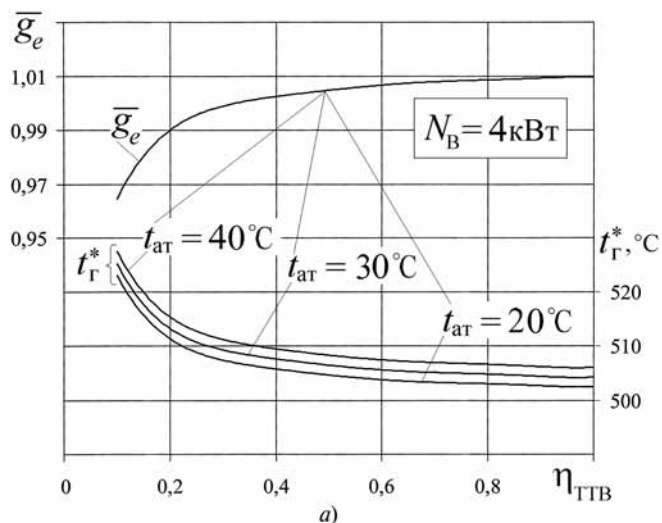
Поскольку мощность турбины обусловлена (с учетом механического КПД подшипниковых опор турбовентилятора) мощностью N_B приводимого вентилятора, то в ходе расчетов варьировались значения мощностного КПД $\eta_{ТТВ}$ вариантов турбины при мощности N_B вентилятора: 2,5; 4; 8 кВт и температуре $t_{ат}$ атмосферного воздуха: 20, 30; 40 °С (атмосферное давление 101300 Па).

По результатам расчетов построены (рисунок), в частности, зависимости отношений (обозначены g_e), удельного эффективного расхода топлива g_e турбодизелем с механическим приводом вентилятора ОНВ к удельному эффективному расходу топлива $g_{eТВ}$ двигателем с турбовентиляторной системой ОНВ.

Из полученных зависимостей установлено, что при мощностных КПД $\eta_{ТТВ}$ вариантов турбины ниже 25—30 % и увеличении мощности N_B вариантов вентилятора расход топлива двигателем с турбовентиляторной системой ОНВ возрастает более чем на 5 %.

При этом температура $t_{Г}^*$ газов, выходящих из поршневой группы, увеличивается почти на 50°, но значения $t_{Г}^*$ остаются в диапазоне, соответствующем нормальным условиям работы двигателя.

КОНСТРУКЦИЯ



Отношение \bar{g}_e удельного эффективного расхода топлива турбодизелем с механическим приводом вентилятора ОНВ к удельному эффективному расходу топлива двигателем с турбовентиляторной системой ОНВ (а), температура t_g^* газов турбодизеля с турбовентиляторной системой ОНВ при мощностных КПД $\eta_{ТТВ}$ вариантов турбин привода вентилятора мощностью N_B и при температурах $t_{ат}$ атмосферного воздуха (б)

Зависимость величин \bar{g}_e и t_g^* от температуры $t_{ат}$ в диапазоне рассмотренных значений незначительная.

Также установлено, что при вариантах турбин с мощностным КПД $\eta_{ТТВ}$ более 25—30 % имеет место экономия топлива турбодизелем с турбовентиляторной системой ОНВ (значение \bar{g}_e выше единицы), увеличивающаяся с ростом $\eta_{ТТВ}$.

Увеличение КПД $\eta_{ТТВ}$ вариантов турбины турбовентилятора на несколько абсолютных процен-

тов при высоких значениях $\eta_{ТТВ}$ приводит к незначительному относительному изменению величины $\eta_{ТТВ}$, в отличие от такого же увеличения в области низких значений $\eta_{ТТВ}$ (левая часть графиков). Поэтому при значении $\eta_{ТТВ}$ около 65 % линии \bar{g}_e сходятся в общую для трех рассмотренных полезных нагрузок турбины линию. Далее, с ростом значений $\eta_{ТТВ}$ более 80—85 % рост \bar{g}_e несколько замедляется, в пределе приближаясь к одному проценту.

Таким образом, могут быть сформулированы следующие выводы.

Показано, что при высоких КПД лопаточных машин использование турбовентиляторной системы ОНВ, по крайней мере, не приведет к уменьшению расхода топлива турбодизелем на номинальном режиме работы, а может иметь место экономия расхода топлива турбодизелем с турбовентиляторной системой ОНВ по сравнению с двигателем без турбовентилятора.

Высокий КПД вентилятора турбовентиляторной системы ОНВ при требуемых производительности и напоре обуславливает уменьшение нагрузки турбины и величины противодействия в двигателе. В этом случае выигрыш в расходе топлива двигателем на номинальном режиме наступает при меньших значениях КПД турбины.

При КПД турбины около 70 % экономия расхода топлива двигателем на номинальном режиме имеет место для сравнительно большого диапазона нагрузки турбины. Это позволяет при согласовании турбомашин в составе турбовентилятора широко варьировать параметрами вентилятора турбовентиляторной системы ОНВ и прежде всего КПД вариантов; рост противодействия в этом случае практически не сказывается на экономии расхода топлива.

С учетом сказанного можно заметить, если турбовентиляторная система ОНВ предназначена для турбодизеля с продолжительной работой на частичных нагрузках, что обуславливает длительную работу лопаточных машин в составе турбовентилятора на нерасчетных режимах, то в этом случае, по-видимому, необходимо достичь максимальные значения КПД как вентилятора, так и турбины привода.

В заключение хотелось бы отметить, что предлагаемая турбовентиляторная система ОНВ могла бы быть использована, в первую очередь, на тяжело нагруженных транспортных средствах: на тяжелых и сверхтяжелых карьерных самосвалах, грузовиках-трейлерах, средних и мощных промышленных тракторах; а также целесообразность ее использования на стационарных однорежимных энергетических установках, приводящих электрогенераторы, различные технические насосы, нагнетатели и т. д.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

УДК 629.113.004.67

А. Ф. Синельников, канд. техн. наук

E-mail: AFSinelnikov@mail. RU

ОЦЕНКА РЕМОНТОПРИГОДНОСТИ АВАРИЙНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

В статье предложена методика расчета ремонтной технологичности автомобилей по показателю средней оперативной трудоемкости ремонта, которая позволяет объективно оценивать ремонтпригодность аварийных автомобилей. В качестве примера выполнена оценка ремонтпригодности аварийных автомобилей Mitsubishi Lancer 9 и Hyundai Elantra XD.

Ключевые слова: автомобиль, ремонтпригодность, ремонтная технологичность, трудоемкость оперативная.

Технический прогресс во всех отраслях промышленности сопровождается значительным ростом количества находящихся в эксплуатации автомобилей. Эффективность их использования в значительной мере определяется затратами на эксплуатацию, т. е. расходом труда и средств на обслуживание и ремонт, а также потерями в связи с нахождением автомобилей в неработоспособном состоянии во время проведения профилактических и восстановительных работ.

Большинство автомобилей являются "восстанавливаемыми техническими устройствами". Это значит, что уже при их создании предполагается, что поддержание в работоспособном состоянии при определенных значениях технических характеристик будет достигаться проведением комплекса профилактических и восстановительных мероприятий. Размеры затрат на выполнение этих мероприятий, а также ущерб в связи с простоем техники в неработоспособном состоянии будут определяться в первую очередь приспособленностью их конструкций к проведению работ по поддержанию и восстановлению их работоспособности в процессе эксплуатации, т. е. их ремонтпригодностью.

В соответствии с ГОСТ ремонтпригодность определяется как свойство автомобиля, заключающееся в приспособленности к предупреждению, обнаружению, устранению отказов и неисправностей путем проведения технических обслуживаний и ремонтов. Это одна из основных характеристик конструкции автомобилей, в значительной степени пре-

допределяющая эффективность их использования. Из этого следует, что ремонтпригодным будет такой автомобиль, который при оптимальных затратах на проектирование, изготовление и эксплуатацию и при надлежащем уровне эксплуатации будет за установленный цикл работы находиться в неработоспособном состоянии наименьшее время. Так как характер и содержание работ, выполняемых при обслуживании и ремонте автомобилей различны, а также то, что при этих работах используются различные технические средства и разные по квалификации рабочие и специалисты, то для оценки ремонтпригодности автомобилей используются показатели эксплуатационной и ремонтной технологичности.

Эксплуатационная технологичность — свойство конструкции автомобиля, характеризующее его приспособленность к поддержанию работоспособности всех его компонентов, устранению отказов и неисправностей, проведению регулировочных и заправочных работ, всех видов технического обслуживания и ремонтов при оптимальной затрате труда, материалов, времени и средств.

Ремонтная технологичность — свойство конструкции автомобиля и его составных частей (деталей, сборочных единиц), характеризующее его приспособленность к ремонтным работам, осуществляемым, с целью восстановления утраченной работоспособности при обеспечении заданного ресурса, оптимальных затрат труда, материалов, времени и средств.

Одним из основных показателей ремонтной технологичности, объективно оценивающим приспособ-

способность автомобиля к выполнению ремонтных работ, является средняя оперативная трудоемкость ремонта S_P (человекочасов), определяемая по формуле:

$$S_P = \sum_{f=1}^F \sum_{l=1}^L t_{fl},$$

где: $f = 1, \dots, F$ — количество исполнителей ремонта данного вида; $l = 1, \dots, L$ — перечень и количество выполняемых операций при ремонте данного вида; t_{fl} — среднее оперативное время, затрачиваемое f -исполнителем на выполнение l операции ремонта, определяемое по формуле:

$$t_{fl} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m t_{flj},$$

где: t_{flj} — значение оперативного времени, затрачиваемое f -м исполнителем на выполнение l -й операции ремонта при j -ом наблюдении.

Величина среднего оперативного времени t_{fl} устанавливается заводом-изготовителем на каждую конкретную модель выпускаемого автомобиля и является основной характеристикой трудоемкости выполнения технологической операции ремонта.

Для оценки ремонтпригодности аварийных автомобилей были взяты два легковых автомобиля: Hyundai Elantra XD и Mitsubishi Lancer 9, имеющие аналогичные технические характеристики, приведены на рис. 1 и в табл. 1.

Для объективной сравнительной оценки ремонтпригодности аварийных автомобилей принято условие, что оба автомобиля получили одинаковый комплекс повреждений, представленный на рис. 2, а перечень данных повреждений указан в табл. 2.



а)



б)

Рис. 1. Автомобили:

а — Hyundai Elantra XD; б — Mitsubishi Lancer 9

Таблица 1

Основные технические характеристики автомобилей

	Hyundai Elantra XD	Mitsubishi Lancer 9
Топливо	Бензин с октановым числом не менее 91	
Тип кузова	Седан	
Длина, мм	4525	4535
Ширина, мм	1720	1715
Высота, мм	1425	1445
Колесная база, мм	2610	2600
Снаряженная масса, кг	1178	1185
Кондиционер	Есть	
Гидроусилитель рулевого управления	Есть	
Иммобилайзер	Есть	
Фронтальные безопасности для водителя и переднего пассажира	Есть	
Окрашенные: бампер передний, бампер задний, боковые зеркала	Есть	
Противотуманные фары	Есть	
Передние грязезащитные щитки	Есть	
Тип лакокрасочного покрытия	Металлик	

Повреждения, представленные в табл. 2, являются типовыми и возникают при фронтальном ударе автомобиля, как правило, со смещением.

Для устранения аварийных повреждений автомобиля Hyundai Elantra XD, представленных в табл. 2, разработан технологический процесс кузовного ремонта (табл. 3).

Представленное среднее оперативное время t_{fl} в табл. 3 и 4 затрачено одним исполнителем на выполнение конкретной операции или перехода ремонта. Тогда средняя оперативная трудоемкость ре-



Рис. 2. Характер повреждений автомобиля

ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

Таблица 2

Повреждения автомобилей и технологические способы их устранения

№ пп	Наименование деталей и сборочных единиц	Характер повреждений	Способы устранения
1	Облицовка переднего бампера	Деформация по всей длине, разрыв пластика на длине 250 мм	Замена, окраска
2	Молдинг переднего бампера правый (не окрашенный)*	Разрыв пластика, глубокие царапины по всей длине	Замена
3	Молдинг переднего бампера левый (не окрашенный)*	Царапины в правой части	Замена
4	Молдинг переднего бампера центральный (не окрашенный)*	Глубокие царапины на всей длине	Замена
5	Абсорбер переднего бампера*	Разрушение	Замена
6	Усилитель переднего бампера	Деформация на всей длине с образованием острых складок металла в правой части	Замена
7	Противотуманная фара правая	Разрушение	Замена
8	Фара левая	Глубокие царапины на пластике, разрушение мест крепления	Замена
9	Фара правая	Разрушена	Замена
10	Крыло переднее левое	Деформация передней части, повреждение ребер жесткости	Замена, окраска
11	Крыло переднее правое	Глубокая деформация на длине 600 мм, повреждение ребер жесткости, острые складки	Замена, окраска
12	Подкрылок передний правый	Разрушение мест крепления	Замена
13	Капот	Глубокая деформация на площади 40%, острые складки, поврежденные ребер жесткости	Замена, окраска
14	Петля капота правая	Деформирована	Замена, окраска
15	Петля капота левая	Деформирована	Замена, окраска
16	Бачок стеклоомывателя	Разрушение пластика	Замена
17	Воздуховод воздушного фильтра*	Деформация пластика	Замена
18	Воздухозаборник воздушного фильтра**	Деформация пластика	Замена
19	Резонатор воздушного фильтра*	Разрушение мест крепления	Замена
20	Радиатор охлаждения двигателя	Деформирован	Замена
21	Конденсатор кондиционера	Деформирован	Замена
22	Панель передняя кузова	Деформация правой части, острые складки	Замена, окраска
23	Лонжерон передний левый	Деформация площадки, деформация передней части на длине 300 мм	Ремонт, окраска
24	Лонжерон передний правый	Деформация площадки, острые складки в передней части	Замена, окраска
25	Брызговик крыла передний левый	Деформация на длине 250 мм	Ремонт, окраска
26	Брызговик крыла передний правый	Деформация в передней части на длине 400 мм, острые складки	Замена, окраска
27	Кузов	Перекос проема капота, передних лонжеронов	Устранение перекаса кузова

* Деталь присутствует только в автомобиле Hyundai Elantra XD.
 ** Деталь присутствует только в автомобиле Mitsubishi Lancer 9.

монта аварийного автомобиля Hyundai Elantra XD, рассчитанная по формуле, составит $S_p = 58,74$ чел-ч.

Для устранения аварийных повреждений автомобиля Mitsubishi Lancer 9, представленных в табл. 2, разработан технологический процесс кузовного ремонта автомобиля, представленный в табл. 4.

Средняя оперативная трудоемкость ремонта аварийного автомобиля Mitsubishi Lancer 9, рассчитанная по формуле, составит $S_p = 62,84$ чел-ч.

Для объективного сравнения ремонтпригодности автомобилей Hyundai Elantra XD и Mitsubishi Lancer 9 принято допущение, что в результате дорожно-транспортного происшествия аварийные повреждения и соответственно технологические способы их устранения идентичны. Исходя из этого, на общую трудоемкость ремонта будут оказывать влияние только конструктивные особенности каждого автомобиля.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

Таблица 3

Последовательность и содержание операций и переходов технологического процесса ремонта аварийного автомобиля Hyundai Elantra XD

№ операции	№ перехода	Наименование операций и переходов	Среднее оперативное время t_{op} , ч	№ операции	№ перехода	Наименование операций и переходов	Среднее оперативное время t_{op} , ч	
1	1.0	Моечная			2.23	Указатель поворота боковой правый — снять	0,04	
	1.1	Технологическая мойка автомобиля	0,16		2.24	Крыло переднее правое — снять	0,12	
2	2.0	Разборочная			2.25	Крыло переднее правое — разобрать	0,06	
	2.1	Аккумуляторная батарея — снять	0,08		2.24	Подкрылок передний правый — снять	0,06	
	2.2	Облицовка переднего бампера — снять	0,09		2.25	Замок капота — снять	0,04	
	2.3	Противотуманная фара левая — снять	0,12		2.26	Панель крепления замка капота — снять	0,06	
	2.4	Противотуманная фара правая — снять	0,12		2.27	Система кондиционирования — откачка хладагента	0,20	
	2.5	Молдинг переднего бампера центральный — снять	0,02		2.28	Конденсатор кондиционера — снять	0,08	
	2.6	Молдинг переднего бампера правый — снять	0,01		2.29	Охлаждающая жидкость двигателя — слить	0,08	
	2.7	Молдинг переднего бампера левый — снять	0,01		2.30	Моторное масло — слить	0,08	
	2.8	Решетка переднего бампера — снять	0,08		2.31	Радиатор охлаждения двигателя — снять	0,04	
	2.9	Рамка регистрационного знака — снять	0,04		2.32	Бачок стеклоомывателя — снять	0,16	
	2.10	Абсорбер переднего бампера — снять	0,04		2.33	Воздуховод воздушного фильтра — снять	0,04	
	2.11	Усилитель переднего бампера — снять	0,04		2.34	Резонатор воздушного фильтра — снять	0,08	
	2.12	Фара правая — снять	0,03		2.35	Монтажный блок — снять	0,45	
	2.13	Фара левая — снять	0,03		2.36	Двигатель с КП — снять	1,52	
	2.14	Капот — разобрать	0,30		2.37	Балка передней подвески — снять	0,72	
	2.15	Капот — снять	0,06		2.38	Крышка горловины топливного бака — снять	0,06	
	2.16	Петля капота левая — снять	0,08		3	3.0	Подготовительная	
	2.17	Петля капота правая — снять	0,08			3.1	Подготовка стапеля, установка автомобиля на стапель	2,00
	2.18	Щиток грязезащитный передний левый — снять	0,06		4	4.0	Ремонтная	
	2.19	Указатель поворота боковой левый — снять	0,04			4.1	Перекося кузова — устранить	6,00
	2.20	Крыло переднее левое — снять	0,12			4.2	Панель передняя кузова — замена	4,10
	2.21	Крыло переднее левое — разобрать	0,06	4.3		Лонжерон передний правый — частичная замена	3,50	
2.22	Щиток грязезащитный передний правый — снять	0,06	4.4	Брызговик крыла передний правый — частичная замена		3,50		

ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

Продолжение табл. 3

№ операции	№ перехода	Наименование операций и переходов	Среднее оперативное время t_{fl} , ч	№ операции	№ перехода	Наименование операций и переходов	Среднее оперативное время t_{fl} , ч
	4.5	Лонжерон передний левый — ремонт	4,00		9.2	Балка передней подвески — установить	1,08
	4.6	Брызговик крыла передний левый — ремонт	3,00		9.3	Тормозная система — удаление воздуха	0,40
5	5.0	Подготовительная			9.4	Двигатель с КП — установить	2,28
	5.1	Автомобиль снять со стапеля	0,50		9.5	Монтажный блок — установить	1,05
6	6.0	Колеровочная			9.6	Резонатор воздушного фильтра — установить	0,12
	6.1	Составление эмали	0,20		9.7	Воздуховод воздушного фильтра — установить	0,06
	6.2	Подбор колера	0,20		9.8	Бачок стеклоомывателя — установить	0,24
7	7.0	Подготовительная к окраске			9.9	Радиатор охлаждения двигателя — установить	0,06
	7.1	Подготовка автомобиля к окраске	1,70		9.10	Моторное масло — залить	0,12
	7.2	Подготовка к окраске пластиковых деталей	0,80		9.11	Охлаждающая жидкость двигателя — залить	0,12
8	8.0	Окрасочная			9.12	Конденсатор кондиционера — установить	0,12
	8.1	Бампер передний — окраска новой детали	2,30		9.13	Система кондиционирования — закачка хладагента	0,30
	8.2	Капот — окраска новой детали	2,80		9.14	Дополнительные работы для кондиционера	0,10
	8.3	Петля капота левая — окраска новой детали	0,20		9.15	Панель крепления замка капота — установить	0,12
	8.4	Петля капота правая — окраска новой детали	0,20		9.16	Замок капота — установить	0,06
	8.5	Крыло переднее левое — окраска новой детали	2,40		9.17	Подкрылок передний правый — установить	0,12
	8.6	Крыло переднее правое — окраска новой детали	2,40		9.18	Крыло переднее правое — собрать	0,04
	8.7	Панель передняя кузова — внутренняя окраска	0,40		9.19	Крыло переднее правое — установить, отрегулировать	0,28
	8.8	Лонжерон передний левый — внутренняя окраска	0,40		9.20	Указатель поворота боковой правый — установить	0,06
	8.9	Лонжерон передний правый — внутренняя окраска	0,40		9.21	Щиток грязезащитный передний правый — установить	0,12
	8.10	Брызговик крыла передний левый — внутренняя окраска	0,40		9.22	Крыло переднее левое — собрать	0,04
	8.11	Брызговик крыла передний правый — внутренняя окраска	0,40		9.23	Крыло переднее левое — установить, отрегулировать	0,28
9	9.0	Сборочная			9.24	Указатель поворота боковой левый — установить	0,06
	9.1	Крышка горловины топливного бака — установить	0,12		9.25	Щиток грязезащитный передний левый — установить	0,12

ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

Продолжение табл. 3

№ операции	№ перехода	Наименование операций и переходов	Среднее оперативное время t_{fl} , ч	№ операции	№ перехода	Наименование операций и переходов	Среднее оперативное время t_{fl} , ч
	9.26	Петля капота правая — установить	0,12		9.37	Молдинг переднего бампера правый — установить	0,01
	9.27	Петля капота левая — установить	0,12		9.38	Молдинг переднего бампера центральный — установить	0,04
	9.28	Капот — установить, отрегулировать	0,14		9.39	Противотуманная фара правая — установить	0,12
	9.29	Капот — собрать	0,20		9.40	Противотуманная фара левая — установить	0,12
	9.30	Фара левая — установить	0,03		9.41	Облицовка переднего бампера — установить	0,21
	9.31	Фара правая — установить	0,03		9.42	Аккумуляторная батарея — установить	0,12
	9.32	Усилитель переднего бампера — установить	0,06	10	10.0	Доводочная	
	9.33	Абсорбер переднего бампера — установить	0,06		10.1	Фары и противотуманные фары — отрегулировать	0,20
	9.34	Рамка регистрационного знака — установить	0,06		9.30	Контроль параметров углов установки колес	0,80
	9.35	Решетка переднего бампера — установить	0,12		9.30	Регулировка параметров углов установки колес	1,00
	9.36	Молдинг переднего бампера левый — установить	0,01	11	11.0	Моечная	
					11.1	Технологическая мойка автомобиля	0,16

Трудоемкость выполнения разборно-сборочных и регулировочных работ на автомобилях Hyundai Elantra XD и Mitsubishi Lancer 9 соответственно составляют 16,5 чел-ч и 15,84 чел-ч. Разница в выполнении составляет 0,66 чел-ч. Это вызвано тем, что на автомобиле Mitsubishi Lancer 9 отсутствует ряд элементов, такие как молдинги переднего бампера, абсорбер переднего бампера, резонатор воздушного фильтра, а также тем, что трудоемкость выполнения некоторых операций, установленная заводом-изготовителем, значительно меньше. К примеру, на снятие-установку монтажного блока на автомобиле Hyundai Elantra XD по технологии завода-изготовителя установлена норма 1,5 чел-ч, на аналогичную операцию на автомобиле Mitsubishi Lancer — 0,4 чел-ч.

Трудоемкость выполнения жестяницких работ на автомобилях Hyundai Elantra XD и Mitsubishi Lancer 9 соответственно составляют 26,6 чел-ч и 35,2 чел-ч. Разница в выполнении составляет 8,6 чел-ч. Такое значительное отличие в трудоемкости вызвано, во-первых,

большими нормативами времени на замены кузовных элементов на автомобиле Mitsubishi Lancer 9. К примеру, на замену передней панели кузова автомобиля Hyundai Elantra XD требуется 4,1 чел-ч, а на автомобиле Mitsubishi Lancer 9 трудоемкость, заданная заводом-изготовителем, составляет 9,6 чел-ч. Во-вторых, по конструкции на автомобиле Mitsubishi Lancer 9 нельзя производить частичную замену элемента кузова.

Трудоемкость выполнения подготовительных к окрашиванию и малярных работ на автомобилях Hyundai Elantra XD и Mitsubishi Lancer 9 соответственно составляют 15,2 чел-ч и 11,1 чел-ч. Разница в выполнении составляет 4,1 чел-ч. Это различие вызвано конструктивными особенностями выполнения кузовных элементов, подлежащих окрашиванию. Например, на проведение операции окрашивания облицовки переднего бампера на автомобиле Hyundai Elantra XD завод-изготовитель дает норму времени 2,3 чел-ч, на аналогичную операцию на автомобиле Mitsubishi Lancer 9 — 1,2 чел-ч.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

Таблица 4

Последовательность и содержание операций и переходов технологического процесса ремонта аварийного автомобиля Mitsubishi Lancer 9

№ операции	№ перехода	Наименование операций и переходов	Среднее оперативное время t_{op} , ч	№ операции	№ перехода	Наименование операций и переходов	Среднее оперативное время t_{op} , ч
1	1.0	Моечная			2.24	Подкрылок передний правый — снять	0,08
	1.1	Технологическая мойка автомобиля	0,16		2.25	Воздуховод воздушного фильтра — снять	0,04
2	2.0	Разборочная			2.26	Замок капота — снять	0,04
	2.1	Аккумуляторная батарея — снять	0,04		2.27	Бачок стеклоомывателя — снять	0,04
	2.2	Облицовка переднего бампера — снять	0,06		2.28	Система кондиционирования — откачка хладагента	0,20
	2.3	Противотуманная фара левая — снять	0,03		2.29	Конденсатор кондиционера — снять	0,08
	2.4	Противотуманная фара правая — снять	0,03		2.30	Охлаждающая жидкость двигателя — слить	0,08
	2.5	Усилитель переднего бампера правый — снять	0,03		2.31	Моторное масло — слить	0,08
	2.6	Усилитель переднего бампера левый — снять	0,03		2.32	Радиатор охлаждения двигателя — снять	0,08
	2.7	Решетка переднего бампера — снять	0,02		2.33	Монтажный блок — снять	0,16
	2.8	Рамка регистрационного знака — снять	0,04		2.34	Двигатель с КП — снять	1,64
	2.9	Усилитель переднего бампера — снять	0,04		2.35	Балка передней подвески — снять	0,96
	2.10	Фара правая — снять	0,03		2.36	Крышка горловины топливного бака — снять	0,04
	2.11	Фара левая — снять	0,03		2.32	Моторное масло — слить	0,08
	2.12	Капот — разобрать	0,08		2.33	Радиатор охлаждения двигателя — снять	0,04
	2.13	Капот — снять	0,06		2.34	Бачок стеклоомывателя — снять	0,16
	2.14	Петля капота левая — снять	0,09		2.35	Воздуховод воздушного фильтра — снять	0,04
	2.15	Петля капота правая — снять	0,09		2.36	Резонатор воздушного фильтра — снять	0,08
	2.16	Щиток грязезащитный передний левый — снять	0,04		2.37	Монтажный блок — снять	0,45
	2.17	Указатель поворота боковой левый — снять	0,04		2.38	Двигатель с КП — снять	1,52
	2.18	Крыло переднее левое — снять	0,15	2.39	Балка передней подвески — снять	0,72	
	2.19	Крыло переднее левое — разобрать	0,04	2.40	Крышка горловины топливного бака — снять	0,06	
	2.20	Щиток грязезащитный передний правый — снять	0,04	3	3.0	Подготовительная	
	2.21	Указатель поворота боковой правый — снять	0,04		3.1	Подготовка стапеля, установка автомобиля на стапель	2,00
	2.22	Крыло переднее правое — снять	0,15	4	4.0	Ремонтная	
2.23	Крыло переднее правое — разобрать	0,04		4.1	Перекося кузова — устранить	6,00	

ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

Продолжение табл. 4

№ операции	№ перехода	Наименование операций и переходов	Среднее оперативное время t_{fl} , ч	№ операции	№ перехода	Наименование операций и переходов	Среднее оперативное время t_{fl} , ч
	4.2	Панель передняя кузова — замена	9,60	9	9.0	Сборочная	
	4.3	Лонжерон передний правый — замена	4,60		9.1	Крышка горловины топливного бака — установить	0,12
	4.4	Брызговик крыла передний правый — замена	5,50		9.2	Балка передней подвески — установить	1,44
	4.5	Лонжерон передний левый — ремонт	4,00		9.3	Тормозная система — удаление воздуха	0,40
	4.6	Брызговик крыла передний левый — ремонт	3,00		9.4	Двигатель с КП — установить	2,46
5	5.0	Подготовительная			9.5	Монтажный блок — установить	0,24
	5.1	Автомобиль снять со стапеля	0,50		9.6	Радиатор охлаждения двигателя — установить	0,12
6	6.0	Колеровочная			9.7	Моторное масло — залить	0,12
	6.1	Составление эмали	0,20		9.8	Охлаждающая жидкость двигателя — залить	0,12
	6.2	Подбор колера	0,20		9.9	Конденсатор кондиционера — установить	0,12
7	7.0	Подготовительная к окраске			9.10	Система кондиционирования — заправка хладагента	0,30
	7.1	Подготовка автомобиля к окраске	1,70		9.11	Бачок стеклоомывателя — установить	0,06
	7.2	Подготовка к окраске пластиковых деталей	0,80		9.12	Замок капота — установить	0,06
8	8.0	Окрасочная			9.13	Воздухозаборник воздушного фильтра — установить	0,06
	8.1	Бампер передний — окраска новой детали	1,20		9.14	Подкрылок передний правый — установить	0,12
	8.2	Капот — окраска новой детали	2,10		9.15	Крыло переднее правое — собрать	0,04
	8.3	Петля капота левая — окраска новой детали	0,20		9.16	Крыло переднее правое — установить, отрегулировать	0,35
	8.4	Петля капота правая — окраска новой детали	0,20		9.17	Указатель поворота боковой правый — установить	0,06
	8.5	Крыло переднее левое — окраска новой детали	0,90		9.18	Щиток грязезащитный передний правый — установить	0,12
	8.6	Крыло переднее правое — окраска новой детали	0,90		9.19	Крыло переднее левое — собрать	0,04
	8.7	Панель передняя кузова — внутренняя окраска	0,70		9.20	Крыло переднее левое — установить, отрегулировать	0,35
	8.8	Лонжерон передний левый — внутренняя окраска	0,40		9.21	Указатель поворота боковой правый — установить	0,06
	8.9	Лонжерон передний правый — внутренняя окраска	0,40		9.22	Щиток грязезащитный передний левый — установить	0,12
	8.10	Брызговик крыла передний левый — внутренняя окраска	0,60		9.23	Петля капота правая — установить	0,21
	8.11	Брызговик крыла передний правый — внутренняя окраска	0,60		9.24	Петля капота левая — установить	0,21

№ операции	№ перехода	Наименование операций и переходов	Среднее оперативное время t_{fl} , ч	№ операции	№ перехода	Наименование операций и переходов	Среднее оперативное время t_{fl} , ч
	9.25	Капот — установить, отрегулировать	0,14		9.34	Противотуманная фара правая — установить	0,03
	9.26	Капот — собрать	0,12		9.35	Противотуманная фара левая — установить	0,03
	9.27	Фара левая — установить	0,03		9.36	Облицовка переднего бампера — установить, отрегулировать	0,14
	9.28	Фара правая — установить	0,03		9.37	Аккумуляторная батарея — установить	0,06
	9.29	Усилитель переднего бампера — установить	0,06	10	10.0	Доводочная	
	9.30	Рамка регистрационного знака — установить	0,06		10.1	Фары и противотуманные фары — отрегулировать	0,28
	9.31	Решетка переднего бампера — установить	0,03		10.2	Контроль параметров углов установки колес	1,30
	9.32	Усилитель переднего бампера левый — установить	0,045		10.3	Регулировка параметров углов установки колес	1,50
	9.33	Усилитель переднего бампера правый — установить	0,045	11	11.0	Моечная	
					11.1	Технологическая мойка автомобиля	0,16

Средняя оперативная трудоемкость технологического процесса ремонта кузова представлена на рис. 3. Трудоемкость кузовного ремонта на автомобиле Hyundai Elantra XD составляет 58,3 чел-ч, а на автомобиле Mitsubishi Lancer 9 — 62,14 чел-ч. Разница составляет 3,84 чел-ч.

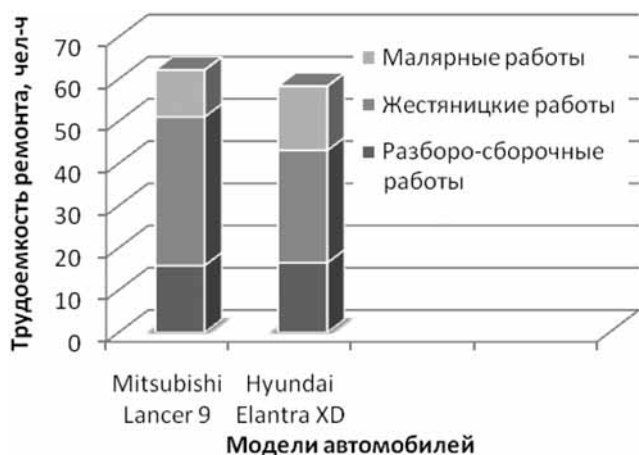


Рис. 3. Распределение средней оперативной трудоемкости ремонта кузовов автомобилей Mitsubishi Lancer 9 и Hyundai Elantra XD по видам работ

Ремонтопригодность автомобиля Hyundai Elantra XD выше, чем автомобиля Mitsubishi Lancer 9, при условии наличия жестяницких работ, предполагающих замену элементов. Если же вышеперечисленные работы отсутствуют, можно сделать вывод, что ремонтопригодность автомобиля Mitsubishi Lancer 9 выше, чем автомобиля Hyundai Elantra XD.

Вывод: предложенная методика расчета ремонтной технологичности автомобилей по показателю средней оперативной трудоемкости ремонта позволяет объективно оценивать ремонтопригодность аварийных автомобилей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Синельников А. Ф. Основы технологии производства и ремонт автомобилей. — М.: "Академия", 2011 — 320 с.
2. ГОСТ 21623—76 Система технического обслуживания и ремонта техники. Показатели для оценки ремонтопригодности. Термины и определения.
3. ГОСТ 21624—81 Система технического обслуживания и ремонта автомобильной техники. Требования к эксплуатационной технологичности и ремонтопригодности изделий.
4. ГОСТ 20334—81 Система технического обслуживания и ремонта автомобильной техники. Показатели эксплуатационной технологичности и ремонтопригодности.

УДК 629.341.084

В. А. Максимов, д-р техн. наук, проф., **О. В. Моложавцев**, инж.,
А. А. Назаров, канд. техн. наук, филиал "11 автобусный парк" ГУП "Мосгортранс"
E-mail: vamaximov57@mail.ru

РАСЧЕТ РАСХОДА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ В ФИЛИАЛЕ "11 АВТОБУСНЫЙ ПАРК" ГУП "МОСГОРТРАНС"

Рассмотрены вопросы расчета расхода запасных частей в филиале "11 автобусный парк" ГУП "Мосгортранс" по специально разработанной методике.

Ключевые слова: городские автобусы, единая автоматизированная система финансово-хозяйственной деятельности, запасные части, транспортные средства, расчет затрат на запасные части, восстановительный ремонт, норма расхода запасных частей.

В настоящее время расход запасных частей для транспортных средств устанавливается постановлением Правительства РФ от 24 мая 2010 г. № 361 "Об утверждении правил установления размера расходов на материалы и запасные части при восстановительном ремонте транспортных средств".

Число и номенклатура комплектующих изделий (деталей, узлов и агрегатов), подлежащих замене при восстановительном ремонте транспортного средства, устанавливаются по результатам его осмотра и (или) независимой технической экспертизы (оценки) в соответствии с нормами, правилами и процедурами ремонта транспортных средств, установленными изготовителями транспортных средств с учетом условий их эксплуатации.

Размер расходов на запасные части при восстановительном ремонте транспортного средства рассчитывается по следующей формуле:

$$P_{3ч} = \sum_{j=1}^m k_j C_j^{3ч} \left(1 - \frac{I_j}{100}\right), \quad (1)$$

где $P_{3ч}$ — расходы на запасные части при восстановительном ремонте транспортного средства, руб.; m — число наименований комплектующих изделий (деталей, узлов и агрегатов), подлежащих замене при восстановительном ремонте транспортного средства; k_j — число единиц комплектующего изделия (детали, узла и агрегата) j -го наименования, подлежащих замене при восстановительном ремонте транспортного средства; $C_j^{3ч}$ — стоимость новой запасной части j -го наименования, установка которой назначается взамен комплектующего изделия (детали, узла и агрегата) j -го наименования, подлежащего замене при восстановительном ремонте транспортного средства, руб.; I_j — износ комплектующего изделия (детали, узла и агрегата) j -го наименования, подлежащего замене при восстановительном ремонте транспортного средства, %.

Износ комплектующего изделия (детали, узла и агрегата) j -го наименования, подлежащего замене при восстановительном ремонте городских автобусов, определяется по формуле:

$$I_j = 100 \left(1 - e^{-(\Delta_T T_j + \Delta_L L_j)}\right), \quad (2)$$

где e — основание натуральных логарифмов ($e \cong 2,72$); Δ_T — коэффициент, учитывающий влияние на износ комплектующего изделия (детали, узла и агрегата) его возраста; T_j — возраст комплектующего изделия (детали, узла и агрегата) j -го наименования, лет; Δ_L — коэффициент, учитывающий влияние на износ комплектующего изделия (детали, узла и агрегата) величины пробега транспортного средства с этим комплектующим изделием; L_j — пробег транспортного средства, с комплектующим изделием (деталью, узлом и агрегатом), тыс. км.

Значения коэффициентов Δ_T и Δ_L для городских автобусов составляют:

- отечественного производства — 0,122 и 0,0008,
- иностранного производства — 0,096 и 0,0008 соответственно.

Если комплектующее изделие (деталь, узел и агрегат) не заменялось с начала эксплуатации транспортного средства его возраст принимается равным возрасту транспортного средства, а пробег транспортного средства с этим комплектующим изделием принимается равным пробегу транспортного средства с начала эксплуатации.

Размер расходов на запасные части устанавливается с учетом следующих условий:

а) наименование запасной части приводится на русском языке и должно содержать полное наименование конструктивного элемента, указанного в каталоге запасных частей для этой марки (модели, модификации) транспортного средства, составленного изготовителем транспортного средства;

б) при замене комплектующего изделия (детали, узла и агрегата) на новую запасную часть такая запасная часть не должна ухудшать безопасность транспортного средства относительно его состояния на момент выпуска в обращение и должна соответствовать обязательным требованиям, если такие требования установлены законодательством Российской Федерации;

в) в случаях, предусмотренных технологической документацией, при замене отдельных комплектующих изделий (деталей, узлов и агрегатов) должна быть учтена необ-

ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

Таблица 1

Результаты расчета маршрутного расхода запасных частей на 2010 г. по филиалу «11 автобусный парк» ГУП «Мосгортранс» (фрагмент)

Номера маршрутов	Средняя эксплуатационная скорость, $V_{э}$, км/ч	Длина перегона, $l_{пер}$, км	Коэффициент использования пассажироместности, γ	Длина маршрута, км	Пробег автобусов с начала эксплуатации, тыс. км	"Возраст" автобусов, лет	Усредненная норма расхода запасных частей, руб./км
22	16,55	0,408	0,5	15,7	420,23	8	3,01
63	16,37	0,354	0,5	10,8	359,2	6,25	2,31

Таблица 2

Результаты расчета маршрутного расхода запасных частей на декабрь 2010 г. по филиалу «11 автобусный парк» ГУП «Мосгортранс» (фрагмент)

Номера маршрутов	Усредненная норма расхода запасных частей, руб./км	Плановый пробег на маршруте, км	Норма затрат на запасные части на плановый период, руб.
22	3,01	59 263,2	133 934,83
63	2,31	48 875,6	85 043,54

ходимость их замены в качестве ремонтного комплекта, включающего не только заменяемые комплектующие изделия, а также детали, полностью обеспечивающие устранение повреждения.

В ГУП Мосгортранс функционирует Единая автоматизированная система управления финансово-хозяйственной деятельностью (ЕАСУ ФХД). Она учитывает расход запасных частей индивидуально по каждому автобусу как по номенклатуре, так и в стоимостном выражении. Кроме того, система позволяет получить данные по расходу запасных частей за любой период эксплуатации.

С учетом особенностей работы ЕАСУ ФХД на кафедре ЭАТиС разработана методика нормирования расхода запасных частей городских автобусов [1].

Опытно-производственная апробация разработанной методики проводилась в филиале "11 автобусный парк" ГУП "Мосгортранс".

Затраты предприятия на запасные части на плановый (фактический) период определяются по формуле:

$$C_{зч}^i = \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^p H_{зч}^j l_{kj}^i, \quad (3)$$

где $C_{зч}^i$ — затраты автобусного парка на запасные части на i -й плановый (фактический) период, руб.; $j = 1, 2, 3, \dots, n$ — число маршрутов на предприятии; $k = 1, 2, 3, \dots, p$ — число автобусов конкретной модели на маршруте, ед.; $H_{зч}^j$ — норма расхода запасных частей для k -го автобуса на j -м маршруте; руб./км; l_{kj}^i — пробег k -го автобуса на j -м маршруте за i -й плановый (фактический) период, км.

Для повышения оперативности расчетов, например, на плановый период, их можно проводить по усредненной норме расхода запасных частей для каждого маршрута:

$$C_i^{зч} = \sum_{j=1}^n H_{зч}^j l_j^i, \quad (4)$$

где $H_{зч}^j$ — усредненная норма расхода запасных частей на j -м маршруте; руб./км; l_j^i — пробег автобусов на j -м маршруте за i -й плановый (фактический) период, км.

Усредненная норма расхода запасных частей на j -м маршруте определяется по формуле:

$$H_{зч}^j = (-3,7 - 0,077 \cdot V_{эj} - 0,702 \cdot l_{перj} + 8,298 \cdot \gamma_j - 0,026 \cdot L_{Mj} + 0,004 \cdot L_K^j + 0,263 \cdot B_K^j) K_i K_2 K_3, \quad (5)$$

где $H_{зч}^j$ — усредненная норма расхода запасных частей автобусов на j -м маршруте, руб./км; $V_{эj}$ — средняя эксплуатационная скорость на j -м маршруте, км/ч; $l_{перj}$ — средняя длина перегона на j -м маршруте, км; γ_j — плановое (прогнозное) значение коэффициента использования пассажироместности на j -м маршруте; L_{Mj} — длина j -го маршрута, км; L_K^j — средний пробег с начала эксплуатации автобусов j -го маршрута, тыс. км; B_K^j — средний "возраст" автобусов j -го маршрута, лет; K_i — коэффициент, учитывающий уровень инфляции цен на запасные части (прогнозные значения коэффициента определяются по данным Минэкономразвития, фактические значения коэффициента — по данным Росстата); K_2 — коэффициент, учитывающий модификацию подвижного состава и организацию его работы (определяется по Положению о ТО и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта); K_3 — коэффициент, учитывающий природно-климатические условия (определяется по Положению о ТО и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта).

Поскольку математическая модель была построена по данным 2007 г. необходимо учесть инфляцию за 2008—2010 гг. (формула 3): 2008 г. — 13 %, 2009 г. — 9 % и 2010 г. — 8 %.

Результаты расчетов приведены в табл. 1 и 2.

По результатам расчетов установлено, что расходы на запасные части за ноябрь 2010 г. в 11 автобусном парке филиала ГУП "Мосгортранс" не должны превысить 4179927,25 руб.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Максимов В. А., Моложавцев О. В. Методика нормирования расхода запасных частей городскими автобусами (для целей планирования) // Автотранспортное предприятие, 2009, № 8. С. 49—52.
2. Правила организации пассажирских перевозок на автомобильном транспорте. — М., 1983. — 512 с.
3. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта / Министерство автомобильного транспорта РФ. — М.: Транспорт, 1988. — 78 с.
4. Прохоров В. Н. Единая автоматизированная система управления финансово-хозяйственной деятельностью // [Текст] / В. Н. Прохоров, Д. А. Колов. Сб. тр. Актуальные проблемы управления качеством производства и эксплуатации автотранспортных средств. — Владимир, ВлГУ, 2006. С. 138—139.

УДК 621.43-192

А. П. Болдин, П. В. Аксенов, Н. М. Котов, МАДИ

E-mail: chizov_nik@mail.ru

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ УЛУЧШЕНИЯ НАДЕЖНОСТНЫХ, ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Приведены результаты эксплуатационных испытаний возможности оперативного повышения ресурса цилиндро-поршневой группы двигателей (на 10–15 %) с одновременным улучшением экономических и экологических характеристик как карбюраторных, так и автомобилей класса Евро-3–4, на основе современных технологий.

Ключевые слова: цилиндро-поршневая группа, раскоксование колец, тефлоновые нанодобавки к маслу, многоискровое зажигание, факельные свечи зажигания, беззазорные свечи зажигания, каталитический активатор топлива, энергоинформационный преобразователь топлива, метод экспресс-испытаний автомобиля на экономичность и экологичность.

За последние годы в отечественной практике появилось достаточное количество предложений, касающихся возможности заметного улучшения показателей работы бензиновых двигателей легковых автомобилей в эксплуатации по сравнению с уровнем, задаваемым заводом-изготовителем. Это может быть достигнуто за счет новых и высокоэффективных технологий технического обслуживания и текущего ремонта, включающих такие достижения в области научно-технического прогресса как установку параллельно работающего с основной системой многоискрового зажигания, обеспечивающего снижение расхода топлива и улучшение процессов запуска двигателей при аномально низких температурах. Кроме того, важной задачей указанного направления работ являлось также увеличение ресурса цилиндро-поршневой группы двигателей при ее предельном состоянии в результате износа и потери подвижности (закоксовки) колец. Последнее может оказаться значительным из-за дорогого ремонта двигателей иномарок. Ввиду высокой актуальности перечисленных выше проблем и их нахождением за пределами стандартных подходов, реализуемых заводами-изготовителями, они по частям решались различными неформальными творческими группами и отдельными специалистами-энтузиастами, в том числе из неавтомобильных областей, и активное участие в указанных работах принимали авторы данной статьи на протяжении порядка десяти лет. В результате было установлено, что достаточно значимое для технической эксплуатации решение может быть

получено только на основе комплекса мероприятий, при которых дополнительно происходило и улучшение экологических показателей работы автомобилей, предусмотренных ГОСТ Р 52033—2003 "Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния".

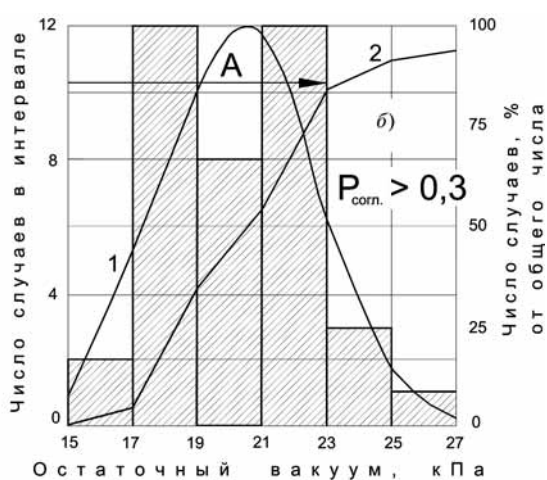
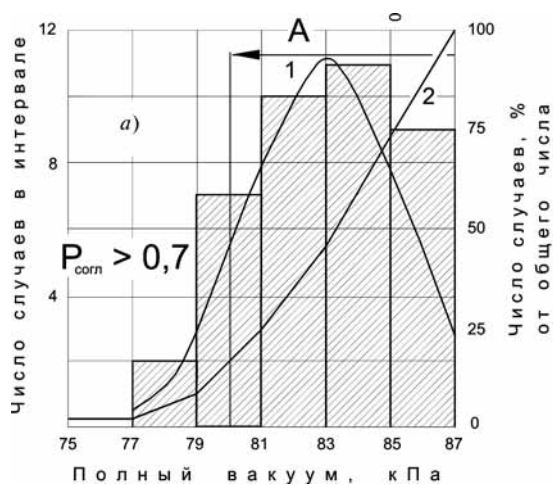
Последнее важно при выполнении постановления Правительства Москвы № 834-ПП от 2007 г. "О мерах, направленных на достижение норм выбросов загрязняющих веществ (Евро-3 и выше) от автотранспорта в г. Москве", в котором утверждается, что "...Требованиям Евро-3 не отвечают все (легковые) автомобили, оборудованные карбюраторными двигателями, а также инжекторами без катализатора...". Однако при исключении из внимания выбросов окислов азота NO_x , контроль за которыми не предусмотрен действующим ГОСТом, выбросы по СО и СН при использовании описанных ниже технологий могут быть снижены до уровня автомобилей, оборудованных двух- и трехкомпонентными каталитическими нейтрализаторами. Улучшение экологического состояния автомобилей, не оборудованных системами нейтрализации, которых еще много в Москве, и являющихся подавляющими за ее пределами, при перспективах продолжения их эксплуатации порядка десяти лет, сейчас приобретает большое значение, поскольку проведенные в МАДИ исследования [2] показывают, что в среднем состоянии один такой автомобиль по загрязнению эквивалентен не менее 10-ти автомобилям класса Евро-2,

а при ухудшении состояния в 2—3 раза больше. Кроме того, разработка и применение на практике рекомендаций в этом направлении может благоприятно сказаться на повышении эксплуатационных ресурсов дорогих трехкомпонентных каталитических нейтрализаторов, основу которых составляет платина, цена которой сейчас всего на 20—30 % ниже цены золота.

Как показали проведенные нами исследования, успех применения предлагаемой ниже технологии может быть получен на основе использования ряда последовательных этапов воздействия на двигатель, при которых полностью достигается необходимый уровень экологических показателей, а не частичный, как это имело место на начальном этапе работы [1], поскольку для двигателей с "закоксованными" кольцами и снижением герметичности надпоршневого пространства последствия от такого зажигания заметно снижаются. Поэтому на первом этапе разработки предлагаемой нами комплексной технологии исследовались процессы высокоэффективной компрессорно-вакуумной диагностики цилиндра-поршневой группы (ЦПГ) двигателя (метод разработан в ГОСНИТИ, одним из авторов патента является канд. техн. наук, проф. Московского государственного агроинженерного университета им. В. П. Горячкина Четчет В. А.), и устранению выявленных неисправностей (раскоксовке колец и промывки двигателя быстродействующим составом ЛАВР, с последующей заменой масла с введением в него тефлонирующей нанодобавки Forum® для снижения негативных последствий износа и повышения эксплуатационного ресурса двигателя, разработка неформального творческого центра "ШАРОВАЯ МОЛНИЯ").

Экспериментальные исследования по первому этапу проводились на основе российских автомобилей автокомбината "Мосавтосантранс" с двигателями ЗМЗ (и ВАЗ), находящихся в среднем и предельном состояниях. При этом диагностирование состояния ЦПГ проводилось по каждому цилиндру на основе двух параметров — полного P_1 и остаточного P_2 вакуумов, измеряемых при вывернутых свечах при прокручивании коленвала от стартера (показатель компрессии, который имеет недостаточную информативность, при этом использовался как вспомогательный). Последовательные измерения, проведенные на трех двигателях, проходящих обработку по раскоксовке колец и повышению ресурса, позволили (по методике проф. А. П. Болдина) определить нормативные значения диагностических параметров (рисунок) и в первом приближении оценить уровень их информативности (по степени отклонения параметра для неисправного состояния от предельно допустимого).

Установлено, что показатель полного (максимального) вакуума, по которому оценивается степень изношенности цилиндра-поршневой группы, может быть ниже нормативной величины в 4 раза, а показатель остаточного вакуума, определяющего главным образом степень закоксовки колец — выше нормативного примерно вдвое. Указанные нормативные значения для условий эксплуатации автокомбината "Мосавтосантранс" несколько отличаются от рекомендованных ранее ГОСНИТИ в более "жесткую" сторону, что дает возможность повышения вероятности своевременного выявления ухудшения состояния. Полученные нами данные для карбюраторного двигателя с низкой компрессией (бензин АИ-80) и инжекторного с высо-



Статистический метод определения предельно допустимых (нормативных) значений параметров для полного (а) и остаточного (б) вакуума при высокоэффективном компрессорно-вакуумном диагностировании цилиндра-поршневой группы бензинового двигателя:

1 — теоретическое распределение для "исправного" состояния; 2 — интегральная кривая для всей выборки; А — допустимый диапазон изменения параметра на основе "жесткого" 85 %-ного ограничения диапазона рассеяния для "исправного" состояния

кой компрессией (бензин АИ-92) показали, что после раскоксовки колец составом ЛАВР (которую при необходимости можно провести повторно с заменой маслосъемных колпачков) и 1–2 тыс. км пробега (с предварительной получасовой работе на холостом ходу) на свежезалитом масле с тефлонирующей нанодобавкой Fogum® все показатели полного и остаточного вакуума пришли в норму и выровнялись. При этом, согласно разработчику, режим замены масла может быть увеличен в 1,5–2 раза, а проведение не менее двух последовательных обработок с нанодобавкой Fogum® позволит повысить ресурс двигателя на 20–30 тыс. км (10–15 % от норматива пробега до капитального ремонта). Снижение расхода топлива в результате указанного мероприятия составило не менее 7 %. Показательным также является результат использования нанодобавки Fogum® на предельно изношенном двигателе М-412: после пробега 2,5 тыс. км расход масла "на угар" снизился до 0,1 % расхода топлива, экономичность возросла на 7 %, а динамика автомобиля заметно улучшилась.

Последующие этапы комплексной технологии проводятся с целью получения максимально возможного повышения экономичности автомобиля и улучшения его экологических показателей по ГОСТ Р 52033–2003. Эти этапы, которые можно проводить независимо [1], и если они не были выполнены ранее, целесообразно начинать непосредственно после заливки свежего масла с тефлонирующей нанодобавкой Fogum®. Они предусматривают установку на двигатель дополнительного блока многоискрового зажигания, а также по возможности более эффективных в отношении рабочих процессов поджига смеси свечей зажигания. В описываемом эксперименте для этого были использованы: многоискровой коммутатор (МИК) для карбюраторных двигателей с одной катушкой зажигания, высокочастотный электронный генератор искрообразования (ЭГИ) для инжекторных двигателей с двумя катушками зажигания (патенты РФ № 2115016 и № 2154188), и так называемые факельные свечи зажигания (ФСЗ с цилиндрической насадкой вокруг электродов, разработчик и производитель докт. техн. наук Е. С. Бугаец). Возможно использование и других эффективных устройств (в частности, многоискрового зажигания московского изобретателя Н. С. Маловичко [1], и безззорных свечей зажигания со скользящим разрядом, разработанных докт. техн. наук, проф. МАМИ И. Я. Райковым).

В таблице приведено полученное при этом изменение предусмотренных ГОСТ Р 52033–2003 показателей по содержанию СО и СИ на номинальной n_{\min} и повышенной $n_{\text{пов}}$ частотах вращения коленвала двигателя на режимах холостого хода.

Можно видеть, что проведение всех этапов предлагаемой технологии для карбюраторного двигателя позволило устойчиво вложиться в нормы ГОСТа, преду-

Изменение показателей экологической безопасности двигателей ГАЗ по ГОСТ Р 52033–2003 до и после проведения всех этапов по восстановлению и улучшению технического состояния двигателя

	Карбюраторный двигатель 40210D		Инжекторный двигатель 40621	
Исходное состояние				
СО, %	n_{\min} 3,2	$n_{\text{пов}}$ 2,53	n_{\min} 0,96	$n_{\text{пов}}$ 0,58
СИ, млн ⁻¹	1040	450	356	288
Состояние после раскоксовки колец, использования тефлонирующей нанодобавки Fogum®, установки многоискровых блоков (МИК и ЭГИ) и факельных свечей зажигания (ФСЗ)				
СО, %	0,87	0,58	0,44	0,28
СИ, млн ⁻¹	386	164	90	80

смотренные для автомобилей с двухкомпонентными каталитическими нейтрализаторами, а для инжекторного двигателя даже соответствовать нормативам для трехкомпонентных каталитических нейтрализаторов. Поскольку эти результаты получены без использования нейтрализаторов, можно полагать, что при работе с ними эксплуатационный ресурс последних может быть существенно увеличен.

Дополнительному увеличению ресурса нейтрализаторов также могут способствовать мероприятия по снижению расхода топлива за счет дополнительных воздействий различного физического характера на топливо для повышения эффективности его сгорания. Согласно нашим исследованиям применение каталитического активатора топлива, производимого ранее на Украине, для карбюраторных двигателей позволяло получать более 10 % экономии топлива, хотя при некотором ухудшении экологических показателей по ГОСТ Р 52033–2003. Поскольку производство таких активаторов в настоящее время прекращено, неформальным творческим центром "ШАРОВАЯ МОЛНИЯ" были проведены предварительные изыскания российских разработок в направлении модификации топливо-воздушной смеси. Наиболее перспективным представляется внедрение энергоинформационных преобразователей топлива, разработанных под руководством доктора философии, академика Международной академии энергетических инноваций, генерального директора научно-исследовательского предприятия энергоинформационных процессов "ЭЛЕКТРОНЬ" М. И. Горшкова (зарегистрировано в России как открытие № 000374). По предварительным данным, при использовании подобного преобразователя на инжекторном автомобиле ВАЗ-2109 (с многоискровым зажиганием и ФСЗ) с полной нагрузкой расход топлива на загородном шоссе снизился с 5,8 до 4,6 л/100 км, т. е. на 21 %. Снижение расхода до 12 % получено также и

при испытании карбюраторного автомобиля "Москвич" с достаточно изношенным двигателем.

Дальнейший комплекс исследований в этом и других направлениях проводился на автомобиле экологического класса Евро-3 ВАЗ-210740. В его основу был положен обоснованный нами метод экспресс-испытаний автомобиля на экологичность [2] (по европейскому городскому ездовому циклу) и экономичность на ненагруженных беговых барабанах (при регистрации расхода топлива в л/100 км по показаниям маршрутного компьютера). Именно применение указанной методики позволило объективно выявить факторы, влияющие на изменение показателей, и обосновать комплекс практических рекомендаций. Так, на основе испытаний более десяти моделей свечей зажигания с "хорошими" рекламными характеристиками было сделано заключение об отсутствии у многих из них заявленных преимуществ и перспективности работ в этом направлении только в том случае, если обеспечивается улучшение процессов запуска холодного двигателя при отрицательных температурах, хотя при этом обычно наблюдается незаметное в эксплуатации ухудшение экономичности на 2—4 % (факельные свечи д-р техн. наук Е. С. Бугайца). С другой стороны, использование беззазорных свечей со скользящим разрядом чешской фирмы BRISK, аналогичным свечам д-ра техн. наук, проф. МАМИ И. Я. Райкова, приводило к повышению экономичности порядка на 8 % (на карбюраторных автомобилях до 15—18 %), и при налаживании их массового производства последние целесообразно использовать в весенне-летний период эксплуатации.

Особые результаты были получены по свечам "Шаровая молния" (патент РФ № 97869, авторы Н. М. Котов и П. В. Аксенов), обеспечивающих, в сочетании с многоискровым зажиганием (последнее не влияет на показатели экономичности и экологичности), наилучшие пусковые свойства (снижение температуры устойчивого запуска не менее чем на 6 °С), при одновременном сокращении выбросов окислов азота NO_x порядка на 40 %. Последний результат имеет, по нашему

мнению, более важное значение по сравнению с ухудшением экономичности на 4 %, поскольку позволяет повысить эксплуатационный ресурс работы каталитического нейтрализатора. Последнему может также способствовать применение энергоинформационного преобразователя топлива М. И. Горшкова, который на автомобиле ВАЗ-210740 обеспечивал не только улучшение экономичности на 10—12 %, но и повышение эффективности работы каталитического нейтрализатора (по косвенному расчету на 20—25 %), переводящий автомобиль в более высокий экологический класс. При этом наблюдалось "обнуление" показаний газоанализатора по СО, СН и О₂, обычно имеющее место для иномарок последних моделей. Повышение экономичности (на 8,5 %, с 7,1 до 6,5 л/100 км), можно предполагать, и экологичности при использовании энергоинформационного преобразователя топлива было зафиксировано также при движении по федеральной трассе Москва-Дон (на контрольном пробеге около 800 км) автомобиля экологического класса Евро-4 Шевроле ЕРІСА, из чего следует вывод об универсальном характере энергоинформационного воздействия.

Сейчас на рынке имеются и другие предложения по модификации в эксплуатации топливно-воздушной смеси, но объективную оценку их эффективности, по нашему мнению, будет затруднительно осуществить без применения разработанной нами методики экспресс-испытаний автомобиля на экономические и экологические показатели.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Болдин А. П., Аксенов П. В.** Альтернативный вариант повышения экологической безопасности карбюраторных автомобилей в эксплуатации на основе удовлетворения нормативам работы систем холостого хода для двухкомпонентных нейтрализаторов. Авто-транспортное предприятие. — 2004, № 4. — С. 21—23.
2. **Аксенов П. В., Болдин А. П.** Использование упрощенной методики испытания по европейскому городскому ездовому циклу для диагностирования автомобилей скорой медицинской помощи моделей "ГАЗ", соответствующих стандартам Евро-2, -3. // Авто-транспортное предприятие. 2010, № 7. — С. 51—53.

Автобус НЕФАЗ снова среди лучших

Пассажирский автобус НЕФАЗ-52994 признан лауреатом конкурса "100 лучших товаров России" в 2012 году. В Уфе состоялась церемония награждения победителей конкурса "100 лучших товаров России" 2012 года. Награды победителям вручал заместитель премьер-министра правительства Башкирии Дмитрий Шаронов.

Лауреат этого года — пассажирский автобус для городских перевозок НЕФАЗ-52994 на базе шасси КАМАЗ-52974 — оснащен двигателем Cummins. Он рассчитан на перевозку 96 пассажиров и имеет 24 места для сидения. В конструкции автобуса предусмотрена возможность перевозки пассажиров с ограниченной мобильностью: он имеет: выдвижную аппарель в проеме средней двери, площадку для инвалидной коляски с опорной панелью и четыре мягких сиденья для инвалидов.

Пресс-служба ОАО "КАМАЗ"

ИССЛЕДОВАНИЯ. РАСЧЕТ

УДК 629.113

Х. А. Фасхиев, д-р техн. наук, проф., **А. В. Крахмалева**, канд. экон. наук,

С. А. Сыч, канд. экон. наук,

Уфимский гос. авиац. техн. ун-т,

ОАО "КАМАЗ"

E-mail: faskhiev@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОВНЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ

Рассмотрены организационно-управленческие механизмы обеспечения конкурентоспособности проектируемых автомобилей. На каждом этапе НИОКР и организационно-технологической подготовки производства полученные на этапе результаты проверяются на соответствие трем критериям "ворот конкурентоспособности", которые формируются с учетом характеристик конкурентных изделий и тенденций научно-технического развития в данной области. Предложен алгоритм установления параметров "ворот конкурентоспособности". Приведен пример реализации предлагаемого метода в процессе разработки новой модели грузового автомобиля.

Ключевые слова: изделие, рынок, автомобиль, разработка, оценка, экономическая эффективность, качество, конкурентоспособность.

Рынок в постиндустриальном этапе развития общества характеризуется динамичностью процессов, чрезмерным насыщением товарами в большинстве сегментов и ужесточением конкуренции между производителями. Ключевым элементом рыночной системы, объектом конкурентной борьбы был и остается товар, услуга. Основой финансового благополучия производителя является конкурентоспособность его товара. Конкурентоспособность товара — это оцененное потребителем превосходство его по качеству и цене над аналогами в определенный момент времени, в конкретном сегменте рынка достигнутое без ущерба производителю. Под категорией качество подразумевается не только технико-экономические характеристики товара, но и все то, что его сопровождает в ходе реализации и сервиса в эксплуатации. Если товар не конкурентоспособен, то никакие усилия маркетинга не смогут существенно улучшить его позиции на рынке. Сложная технико-коммерческая задача обеспечения конкурентоспособности проектируемых изделий в настоящее время каждым производителем решается по-своему, каких-либо общепринятых технологий, гарантирующих успех проектируемому изделию, нет.

Большое число инновационных новинок, расширение номенклатуры ныне выпускаемых товаров, огромные затраты продавцов на рекламу, изощренные приемы стимулирования продаж — лишь некоторые проявления обострения конкуренции на товарных

рынках. Покупатель не успевает реагировать на все предложения продавца, и как результат большое число новинок ждут своего часа на полках и в складах. Часто освоенные производством новые товары не находят спроса на рынке. Авторы работы [1, 2] отмечают, что лишь от 10 до 20 % из выведенных на рынок товаров народного потребления пользуются спросом. Для промышленных товаров доля успешных товаров доходит до 40 %. По данным Г. Линна и Р. Рейли [4] 33 % новых промышленных продуктов терпят неудачу на рынке, а новые потребительские товары на 80 % не оправдывают ожиданий компаний. Мировая статистика показывает, что на пути от НИОКР до серийного производства выживают не более 10 % весьма многообещающих разработок. Установлено, в машиностроительной отрасли Германии до рынка доходят около 31 % разработок, и из них лишь 12 % пользуются большим спросом у покупателей [3, с. 105].

Чем же обуславливаются неудачи товаров на рынке? По результатам исследования новых товаров, провалившихся на рынке, Ж. Ж. Ламбен [5] причин неудач товара сгруппировал следующим образом: 1) некачественный анализ рынка — 50 %; 2) производственные проблемы — 38 %; 3) нехватка финансовых ресурсов — 7 %; 4) проблемы коммерциализации — 5 %. Практика показывает, что причинами провала новых изделий на рынке часто являются несоответствие товара требованиям потребителей; незнание свойств товара потребителями; низкий уровень

качества товара; недостаточное исследование рынка, вследствие чего неверное определение емкости рынка, спроса, цены товара; слабый анализ и учет действий конкурентов; несвоевременный вывод товара на рынок; неспособность организовать сервис сложных товаров.

Ускорением темпов научно-технического прогресса, развитием влияния транснациональных компаний, усилением борьбы конкурентов за рынки усложняются задачи, которые решаются на этапе разработки новинок, требования к проектируемому изделию повышаются. В сфере разработки изделий наблюдается тенденция роста требований потребителей, материальных и трудовых затрат на НИОКР, производства по индивидуальным заказам, сокращение периода выпуска, усиливается зависимость качества конечной продукции от поставщиков. Так, в конце прошлого столетия модели легковых автомобилей производители обновляли обычно через 8—10 лет после его выпуска, а затраты на НИОКР и освоение производства новой модели требовали инвестиции в размере около 1 млрд долл., то буквально через 15—20 лет период выпуска новых моделей сократился до 3—5 лет, а капитальные вложения, необходимые для постановки новой модели на конвейер повысились до 1,5 млрд долл. Например, японская Мицубиси 9-е поколение своей популярной модели Лансер представил рынку в сентябре 2003 г., а через четыре года покупатели уже смогли покупать модели 10-го поколения, которые базировались совсем на иной платформе. АвтоВАЗ, поставивший на конвейер новую модель ВАЗ-2110 в 1997 г., уже успел 2 раза модернизировать данную модель. Это связано, во-первых, с устранением выявившихся в эксплуатации недостатков, во-вторых, появлением на заводе новых разработок, превышающих по техническому уровню предыдущие, в-третьих, желанием "подтянуть" модель до уровня конкурентов. Тенденция сокращения сроков выпуска наблюдается по товарам как потребительского, так и производственного назначения. Данное обстоятельство крайне усложняет жизнь производителей, так как они за короткий период должны окупить инвестиции на освоение модели и накопить средства на НИОКР и технологическую подготовку производства нового изделия. А что если товар не будет соответствовать запросам покупателей, будет уступать по качеству/цене конкурирующим товарам, не найдет спроса? Предприятие будет нести убытки, а при недостаточном "запасе прочности" может обанкротиться.

Примеров дорогостоящих неудач новых товаров великое множество. Форд на автомобилях "Эдзел", "провалившегося" на рынке, потерял 350 млн долл., потери компании "Некст" на новом компьютере составили 250 млн долл., химическая компания "Дюпон" впустую потратила более 1 млрд долл. на разработки нового вида искусственной кожи, "Полароиду" пришлось списать 197 млн долл. только на НИР по мгновенной проявке киноленты. "Моторола" за 10 лет вложила более 360 млн долл. в проект по сотовым телефонам, прежде чем получила первый крупный заказ. Компания "Корнинг"

изобрела новый вид оптических волокон и обнаружила, что на него отсутствует спрос, и лишь через 10 лет открытие стало приносить компании прибыль.

Неудачи преследуют фирмы не только в области разработок, но и в других сферах деятельности, поэтому они, равно как и успехи, должны систематически анализироваться и по ним должны быть сделаны соответствующие выводы. К сожалению, не всегда производители придерживаются этой рекомендации. В качестве примера можно привести повторяющиеся "провалы" на рынке двух моделей легковых автомобилей "Группы ГАЗ". В 2009 г. группа представила на рынок обновленную модель седана ГАЗ-2111. На разработку и подготовку производства новой модели инвестиции составили 130 млн долл. Цена автомобиля была на уровне себестоимости — 13 тыс. долл. За три года были выпущены 420 автомобилей. Практически все автомобили приобрели государственными структурами. Видимо скандывалось то, что бренд "Волга" длительное время в России ассоциировался как признак высокого общественного статуса владельца. Из-за отсутствия спроса в августе 2002 г. модель была снята с производства. По мнению покупателей, качество ГАЗ-3111 не соответствовало заявленной цене, явно уступала иномаркам аналогичного класса. Очередной конфуз у "Группы ГАЗ" случился с "Волгой Сайбер", созданной на платформе "Крайслер Себринг". Интересно, что американский донор провалился у себя на родине и был снят с производства. Инвестиции ГАЗа в проект составили 150 млн долл., рассчитывали выпустить 65 тыс. седанов в год. Несмотря на многочисленные доработки под российские условия, вполне приличный седан со всеми "наворотами" за 600 тыс. руб. оказался никому не нужен. С момента освоения в 2008 г. за три года было выпущено 8933 "Сайбера", и в октябре 2010 г. производство было прекращено — нет спроса. Покупатели сочли цену слишком высокой для отечественного автомобиля.

В настоящее время для создания успешных товаров, кроме широко распространенного метода "проб и ошибок", применяются такие методы, как технология решения изобретательских задач (ТРИЗ), метод аналогий, эмпагии, ассоциации, эвристики (автор Сократ), "мозгового штурма" (А. Осборн), морфологического анализа (Ф. Цвики), синектики (У. Годон), поискового конструирования (Р. Коллер), фокусирования на объектах (Ч. Вайтинг), проектирования (Э. Мэтчетт) и др. [6]. Эти и другие эвристические методы приемлемы для решения творческих задач технической направленности, однако они не пригодны для отработки конструкции на экономическую эффективность и конкурентоспособность.

В компании "Ксерокс" для обеспечения конкурентоспособности, более полного соответствия товара требованиям потребителя был разработан метод "эталонной оценки". Суть метода сводится к постановочной оценке продуктов, услуг и практической деятельности по сравнению с самыми жесткими конкурентами и компаниями, являющимися признанными лидерами. Применение данного метода при создании нового

продукта способствует сокращению его стоимости, времени разработки и уровня ошибок до 60 % [4]. С помощью эталонной оценки фирмы "Кадиллак" снизила жалобы клиентов на 60 %, а "Вестерн электрик" уменьшила стоимость производственных запасов на 1 млрд долл., "Фудзи ксерокс" всего лишь за год вдвое увеличила прибыль в своих 32 розничных компаниях. Этот метод дает результаты только в том случае, если точно известно, по каким параметрам, с чем и как оценивать объект. Компании, что вполне объяснимо, неохотно делятся информацией, особенно той, которая дает им конкурентные преимущества.

Разработка и освоение новой продукции в нашей стране в годы плано-директивной экономики велась на основе ГОСТ 15.001—88 "Разработка и постановка продукции на производство. Основные положения". Система освоения производства изделия была направлена на создание и выпуск высококачественной и прогрессивной продукции, соответствующей современным достижениям науки и техники. Техническое задание, как правило, составлялось разработчиком и согласовывалось с заказчиком, проектной организацией, предприятием-изготовителем, с органами госнадзора и утверждалось ведущим министерством. Техническое задание на автомобили разрабатывалось с учетом требований и нормативов планирующих органов, возможностей производства согласно установленному министерством для данного автозавода типу. На этапах технического предложения, эскизного, технического и рабочих проектов, испытания и доводки реализовывались в конкретной модели принятые ТЭП нового автомобиля. При принятии решений предпочтение отдавалось техническим параметрам и во главу ставились проблемы производства автомобиля. Принятый подход к разработке новых моделей был обусловлен отсутствием конкуренции на рынке, централизованным распределением готовой продукции. Производители при этом недостаточно были заинтересованы в повышении потребительских качеств, экономичности, экологичности, технического уровня выпускаемой продукции и редко производили смену моделей. За рубежом жизненный цикл автомобиля длится в среднем 5—8 лет, а в России период выпуска автомобилей длится десятилетиями. Например, автомобиль ГАЗ-66 выпускался 35 лет, ГАЗ-51 — 29 лет, а ЗИЛ-130 выпускается с 1964 г., КАМАЗ с 1976 по 1999 г. выпускал модели, освоенные в момент пуска автозавода.

Одним из первых среди автопроизводителей системы обеспечения конкурентоспособности проектируемых изделий создала японская фирма Ниссан. В организационной структуре компании был сформирован Департамент потребительских свойств автомобиля, работники которого сопровождают проектируемую модель весь жизненный цикл. На этапе разработки они участвуют в формировании облика новой модели, ее потребительских свойств, производят сравнительную оценку экономической эффективности, качества и конкурентоспособности. Причем эти работы ведутся

непрерывно, уточняются на каждом этапе проектирования. В ходе оценки модели более чем тысяча показателей проверяется на соответствие достигнутому мировому уровню. Пока все показатели качества не будут доведены до планируемого уровня, новая модель не принимается к серийному производству. Ниссан установил "эталоны оценки", соответствие которым для новой модели является обязательным условием для принятия к производству. Компания не просто ведет контроль, как принято на многих автозаводах, за соответствием готовых изделий нормативно-технической документации, а с ранних этапов разработки стремится обеспечивать соответствие модели мировому уровню. Технологию отработки конструкции на конкурентоспособность Ниссан опробовал впервые при разработке кроссовера "Кашкай". Данная модель у покупателей пользуется большим спросом, так как модель по качеству является одной из лучших в своем классе, а цена автомобиля меньше, чем у аналогов. Так, после появления "Кашкай" на российском рынке за автомобилем у дилеров образовались очереди, срок исполнения заказов доходил до 1,5 лет. В этой сфере из отечественных производителей можно отметить ОАО "КАМАЗ", где в НТЦ имеется группа технико-экономического обоснования новых разработок. Каждая планируемая модель данной группой подвергается сравнительной оценке по критериям: экономическая эффективность модели у производителя и потребителя, качество и конкурентоспособность. Результаты оценки обсуждаются на научно-техническом совете, учитываются при принятии технического задания [11].

Некоторые производители вопрос достижения конкурентоспособности планируемой к выпуску изделий решают просто — копируют чужие разработки и предлагают их рынку как собственные. Так, китайский истребитель J-10 является, по сути, копией российского Су-27, J-11 — аналогом Су-30, а FC-1 повторяет истребитель МиГ-29. Аналогом российского самолета Су-33 является и китайский J-15 — его китайцы скопировали с опытного образца Т10К, попавшего к ним с Украины. Недавно на авиазаводе в Шэньяне была создана китайская копия истребителя Су-30МК2 — J-16. Все эти самолеты были в распоряжении китайских инженеров, которые их досконально изучили. Оригиналы и их копии иногда могут войти в конкуренцию на отдельных рынках. Например, в 2009 г. МиГ-29 и FC-1 вышли на рынок Мьянмы, а через год — Египта. Причем китайская машина, хотя и отставала по техническим характеристикам от российского оригинала, однако ее неоспоримым достоинством в глазах покупателей стала ее выгодная цена — около 10 млн долл. против 35 млн. Эти примеры показывают, что при продаже высокотехнологичных изделий за рубежом в контрактах надо уделять особое внимание вопросу охраны интеллектуальной собственности.

В случае выявления факта, что конкурентоспособность проектируемого изделия ниже, чем у аналогов, для повышения ее уровня применяется причинно-

следственная диаграмма Исикавы [7], которая позволяет системно воздействовать на элементы, формирующие конкурентоспособность изделия.

В настоящее время каждый производитель проблеме обеспечения конкурентоспособности создаваемых изделий решает по-своему. Анализ литературы показывает, что общепринятого надежного метода решения данной проблемы нет. Кроме того, нет единой номенклатуры показателей качества групп товаров, методы оценки качества и конкурентоспособности товаров несовершенны, крайне редко применяется моделирование уровня конкурентоспособности товара при разработке. Лишь небольшое число отечественных предприятий в своей структуре имеет подразделение, занимающееся управлением конкурентоспособности выпускаемой продукции. Результат такой "деятельности" у всех на виду — многие отечественные товары по качеству и конкурентоспособности существенно уступают зарубежным аналогам, покупатели отдадут предпочтение импортным товарам.

Для обеспечения коммерческого успеха товара на рынке у производителя должен быть надежный объективный инструмент отработки конкурентоспособности проектируемых изделий на протяжении всего цикла их разработка. Данная статья ставит цель разработать такой инструмент.

Покупатель при выборе товара оценивает его по критериям экономической эффективности, качества и конкурентоспособности, поэтому разработка изделия должна сопровождаться проверкой его на каждом из этапов на соответствие этим критериям. Создание изделий, выдвигая на первый план интересы потребителя, называется маркетинговой концепцией проектирования изделий. Технология разработки изделий с ориентацией на потребителя является одной из наименее отработанных областей в управлении бизнес-процессами. Доказательство тому большая доля провальных новинок на рынке. Достижения науки и техники сегодня таковы, что абсолютное большинство технических решений могут быть реализованы в реальных конструкциях. Часто применение того или иного технического решения ограничивается по экономическим соображениям. Например, сегодня легко может быть реализован проект грузового автомобиля с двигателем внутреннего сгорания с нулевыми выбросами вредных веществ, но это будет мини "химический завод" на колесах по цене в 1,5—2 раза дороже и с производительностью на 20—30 % ниже, чем аналогичные обычные автомобили. Проблема проектирования и доводки конструкций по критериям технико-экономической эффективности, качества и конкурентоспособности пока еще не решена полностью, тогда как маркетинговый инструмент создания новых изделий (исследование рынка, оценка качества и конкурентоспособности аналогов, реклама, стимулирование продаж, ценообразование) хорошо разработан и изложен в многочисленной литературе.

"Фундамент" конкурентоспособности изделия закладывается при разработке. Последствия неправильных конструктивных решений, принятых в техническом задании, многократно возрастают по мере прохождения этапов жизненного цикла новой модели и могут свести к "нулю" труд многочисленного коллектива, что обуславливает высокую ответственность разработчиков. В технических системах действует закон "1:10:100:1000", что означает, что экономия в 1 руб. на этапе разработки изделия, оборачиваются потерями в 10 руб. при технологической и производственной подготовке производства, в 100 руб. — при производстве и в 1000 руб. в эксплуатации. Специалистами по управлению качеством установлено, если все затраты (усилия) обеспечения необходимого уровня качества принять за 100 %, то 75 % затрат на НИОКР и доводку опытного изделия, отладку технологии производства; 20 % — на контрольные операции производственных процессов; 5 % — на приемку готового изделия. Аналогичные соотношения дают и эксперты Европейской организации по качеству, которые утверждают о существовании правила "70—20—10", означающее, что 70 % отказов в технических системах происходят из-за ошибок, допущенных при проектировании, 20 % — из-за несоблюдения технологической дисциплины на производстве и 10 % — по причине нарушения инструкций по эксплуатации [7].

Для обеспечения успеха новому товару на рынке необходимо наличие и умелое пользование производителями технологии обеспечения конкурентоспособности планируемых к освоению моделей. Конкурентоспособность изделия целесообразно достигать с самого раннего этапа разработки — технического задания. Чем раньше будут скорректированы показатели качества новой модели, тем с меньшими затратами их можно реализовать в проекте. Лучшим является случай, когда обеспечивающие изделию конкурентоспособность технико-экономические показатели закреплены в техническом задании. В нем формируют и фиксируют ключевые параметры изделия, обусловленные потребностями рынка. Конкурентоспособность закладывают в техническом задании, поэтому на этапе предпроектных работ необходимо по результатам НИР и с применением инструментов маркетинга установить намечаемые технико-эксплуатационные, производственные и коммерческо-экономические показатели разрабатываемого изделия. Принятые в ходе маркетинговых исследований и НИР параметры целесообразно оптимизировать по критериям экономической эффективности изделия у потребителя, качества и конкурентоспособности.

Накопленный опыт зарубежных и отечественных производителей показывает, что для достижения коммерческого успеха с новыми товарами на рынке необходимо при разработке придерживаться следующих простых принципов: учесть, какие запросы потребителя еще не удовлетворены известными товарами; по мере возможности предложить рынку эксклюзивный товар; ин-

интересы потребителей должны быть на первом месте; шире внедрять в конструкцию изобретения, результаты НТП, удачно зарекомендовавшие себя на практике решения, "ноу-хау"; новинку ориентировать на целевой сегмент потребителей; добиться с ранних этапов разработки превосходства нового товара над аналогами по критерию цена/качество; применить современные методы анализа, прогноза, оптимизации, моделирования, оценки экономической эффективности и конкурентоспособности объектов; изделие разрабатывать в неразрывном единстве научных достижений в области проектирования и производственно-технологических возможностей предприятия; на следующий этап проектирования приступить только после достижения необходимого уровня экономической эффективности, качества и конкурентоспособности товара средствами предыдущего этапа; изделие проектировать с учетом прогнозных показателей, которые будут достигнуты к сроку постановки новой модели на производство; на ранних этапах разработки рассматривать многовариантность исполнения модели в целом, а в последующих этапах — многовариантность отдельных технических решений; изделие должно проектироваться на принципах минимизации числа деталей в изделии; в конструкции учитывать знания и положительный опыт конструирования аналогичных изделий; разработку и освоение производства вести с учетом фактора времени выхода на рынок новой модели. Эти принципы сформулированы с учетом создания отечественными и зарубежными производителями как успешных, так и "провальных" на рынке изделий.

Разработка изделия — процесс, складывающийся из ряда последовательно выполняемых операций, в ходе которых создается конечный продукт — научно-техническая документация для организационно-технологической подготовки производства (рис. 1). "Фундамент" экономической эффективности, качества и конкурентоспособности изделия закладывается в проектном этапе. При технологической подготовке и производстве этот фундамент материализуется, а в эксплуатации реализуется. В каждом из этих этапов должен применяться системный подход с соблюдением следующих принципов: процесс принятия решения начинается с выявления и формулирования цели; цели отдельных подсистем не должны вступать в конфликт с целями всей системы; жизненный цикл изделия рассматривается как целостная система, результаты процессов одного этапа являются входными данными последующего этапа; для достижения цели рассматриваются и анализируются альтернативные

варианты решений; система должна быть структурна и все элементы системы иерархичны.

Этапы ЖЦИ, в том числе разработки, при системном подходе являются процессами, имеющими "вход", "выход" и "обратную связь" (рис. 2). Система разработки нового изделия включает целевую, обеспечивающую, управляющую и управляемые подсистемы, которые в свою очередь делятся на подсистемы. Особенностью системного подхода при разработке является то, что исследованиями рынка, НИР, НТП, конкурентов, поставщиков, потребителей, контактных аудиторий, внешней и внутренней среды на предпроектном этапе формируются с учетом стратегического плана компании параметры "входа" и в процессе разработки все усилия направляются на преобразование их в высококачественный "выход". Сам процесс включает управляющую, обеспечивающую, управляемую и целевые подсистемы.

Оценка качества "выхода" при системном подходе равна нижней оценке предыдущих элементов, т. е. если не обеспечен высококачественный "вход", то не приходится ждать качественного "выхода". Вот почему при маркетинговой концепции разработки новых конструкций особое внимание уделяется предпроектному этапу — стратегическому маркетингу, предшествующему этапу составления технического задания. На этом этапе в процесс разработки вводятся в основном работы коммерческого характера. Процесс разработки насквозь пронизывается идеей наиболее полного соответствия нового товара требованиям потребителей и обеспечения его конкурентоспособности. Это обусловлено тем, что если товар не соответствует запросам покупателей и уступает по интегральному показателю качество/цена конкурирующим

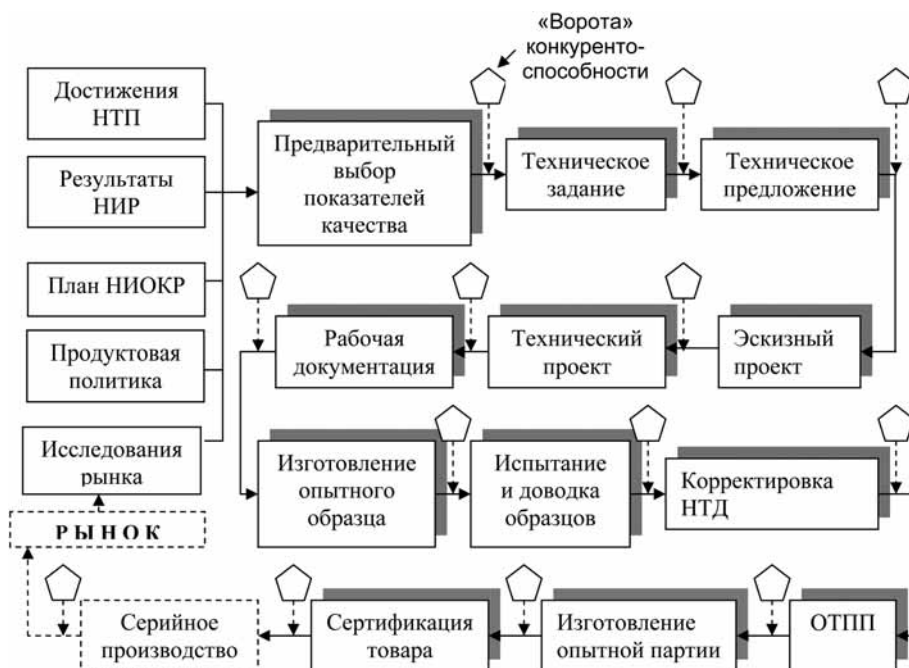


Рис. 1. Основные этапы разработки изделия

ИССЛЕДОВАНИЯ. РАСЧЕТ

товарам, то он не найдет спроса на рынке, что может привести к огромным потерям фирмы и даже ее банкротству.

Для разработки конкурентоспособного изделия должны быть обеспечены следующие условия: 1) качество маркетинговых исследований и предварительных НИР ("вход") должны быть на оценку "отлично"; 2) качество процесса на этапе разработки, т. е. квалифи-

кация разработчиков и применяемый базис разработки должен отвечать условиям создания конкурентоспособного изделия; 3) высокий уровень организации и технического обеспечения работ, способствующие переработать качественный "вход" системы в качественный "выход". Оценка качества "выхода" при системном подходе равна низшей оценке предыдущих

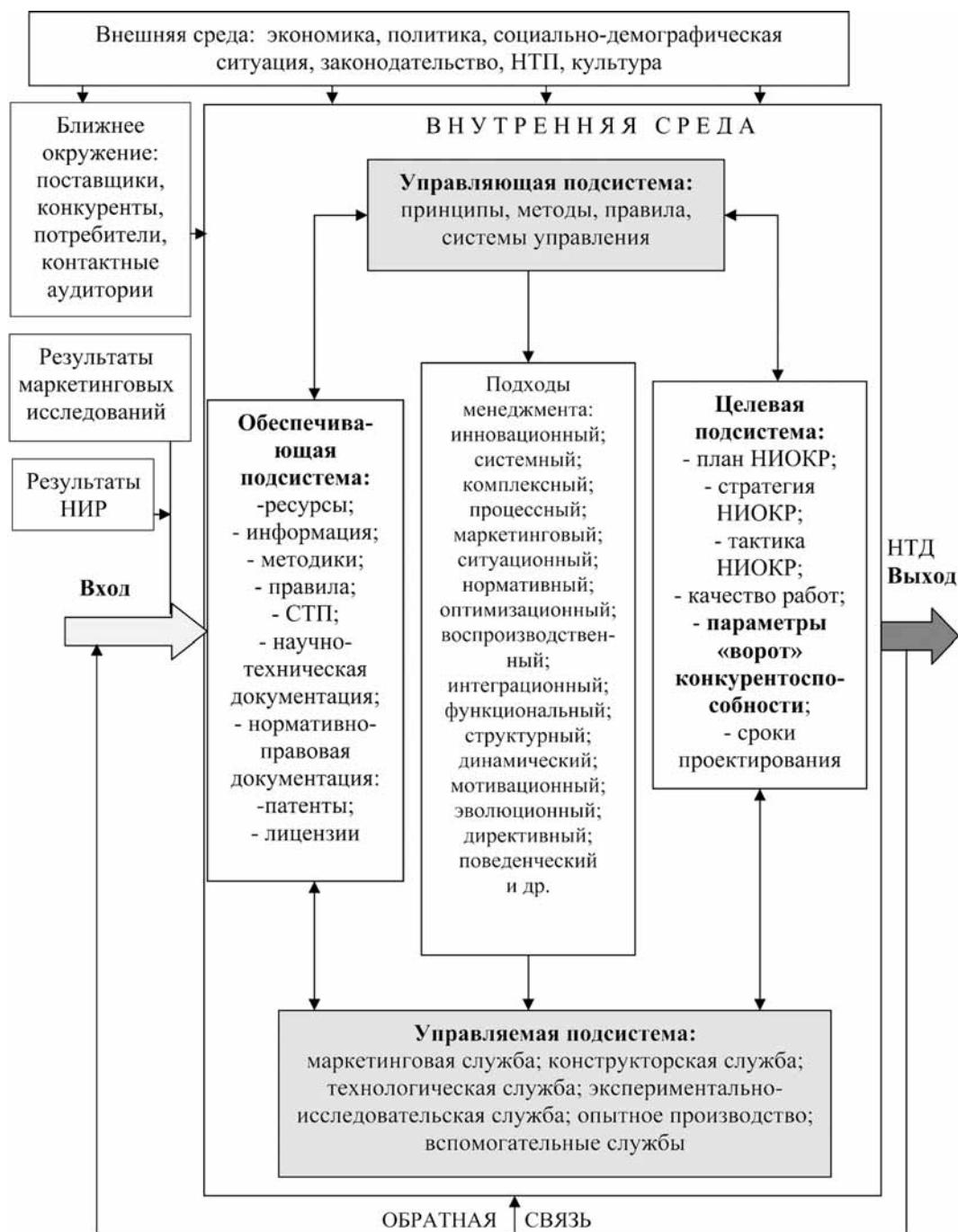


Рис. 2. Элементы системного подхода к разработке товара

элементов, т. е. если не обеспечен высококачественный "вход", то не приходится ждать качественного "выхода". Вот почему при маркетинговой концепции разработки изделий особое внимание уделяется предпроектному этапу — стратегическому маркетингу, предшествующему этапу составления технического задания. На этом этапе в процесс разработки вводятся в основном работы коммерческого характера. Кроме вышеприведенных условий, для достижения высокой эффективности НИ-ОКР, создания сверхуспешных товаров на предприятии должна быть надежная методологическая база инноваций и благоприятный духовно-моральный "климат".

Авторы работы [4] на основе исследований более 700 завершенных проектов различных фирм пришли к выводу, что для создания сверхуспешных товаров — блокбастеров обязательно соблюдение в комплексе 5 "золотых" правил:

1) полная поддержка руководства, но не прямое его участие в разработке. Команды, создавшие блокбастеры, пользовались абсолютной поддержкой топ-менеджмента, получали все необходимые полномочия;

2) ясное и четкое видение цели. Команды, создававшие блокбастеры, на самом раннем этапе разработок устанавливали "опоры проекта" — ключевые параметры изделия и строго их придерживались;

3) импровизация. Разработчики не шли к рынку заданным, строго определенным путем, а исповедовали маневренность, выдвигали множество различных идей, пока не получали прототип, соответствующий требованиям клиентов;

4) свободный обмен информацией. В командах культивировался постоянный обмен информацией на неофициальном уровне, и даже для этих целей выделяли особую комнату, которую увешивали множеством записок и объявлений;

5) сотрудничество по необходимости. Команды, создавшие блокбастеры, сосредоточивали внимание на целях и задачах, а не на межличностном общении.

В основу этих выводов легли результаты деятельности 611 команд разработчиков, по которым имелась полная информация. Команды разработки по результатам разделились на три группы: 215 команд провальные, 296 команд умеренно успешные и 100 команд, создавшие блокбастеры. Деятельность сверхуспешных команд анализировалась особо. Необходимо отметить, для достижения успеха команда должна реализовать все пять практических решений. В исследованных проектах, если команда плохо реализовала эти практические решения или совсем игнорировала их, вероятность неудачи нового продукта на рынке составляла почти 100 %. Но если разработчики блестяще владели всеми пятью правилами и соблюдали их, вероятность провала составляли только 2 %.

Для обеспечения конкурентоспособности проектируемого изделия еще на этапе разработки технического задания необходимо установить уровень конкурентоспособности аналогов на целевом сегменте рынка, т. е. установить параметры "ворота конкурентоспособности", и новое изделие пропустить через него на каждом этапе разработки, как показано на рис. 1. "Ворота конкурентоспособности" имеют три параметра: экономическая эффективность товара у потребителя; интегральный коэффициент качества; коэффициент конкурентоспособности. По мере прохождения этапов разработки технические характеристики, показатели качества, цена изделия уточняются, следовательно, повышается достоверность оценки параметров "ворот конкурентоспособности". В случае несоответствия изделия параметрам "ворот" производится внесение корректировок в проект и повторная проверка соответствия работ по этапу по параметрам "ворот" способствуя своевременной корректировке показателей качества изделия, минимизации трудовых и материальных затрат на разработку, и самое главное — повышению вероятности успеха нового товара на рынке.

Для эффективного моделирования уровня конкурентоспособности изделия при разработке необходимо правильно установить параметры "ворота конкурентоспособности", иначе не исключается возможность краха новой модели на рынке, даже если она успешно прошла "ворота" на всех этапах разработки. Параметры "ворот" с течением времени могут подвергаться корректировке, например, при появлении на рынке нового товара, изменении требований к данному классу товаров и др.

Ниже предлагается алгоритм определения параметров "ворот конкурентоспособности" и выбора показателей качества проектируемого изделия (рис. 3). Согласно данному алгоритму на предпроектном этапе выявляются конкуренты нового изделия, и для них с учетом положений Методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов [8] определяются следующие оценочные показатели экономической эффективности новой техники: 1) чистая текущая стоимость ($ЧТС$); 2) дисконтированные чистые расходы ($ДЧР$) и удельные дисконтированные чистые расходы ($УДЧР$); 3) рентабельность инвестиций (PI); 4) внутренний коэффициент окупаемости ($ВКО$); 5) окупаемость по текущей стоимости ($ТО$ -окупаемость); 6) бюджетный эффект ($БЭ$) [8, 9].

$ЧТС$ определяется как разность суммарного дисконтированного денежного потока и дисконтированной суммы инвестиций. Она показывает прирост капитала, т. е. суммарный эффект от эксплуатации нового изделия за срок службы. $ЧТС$ грузовых автомобилей, например, определяется по формуле [9]:

$$ЧТС = \sum_{n=0}^{T_{сл}} \frac{T_{ф} W_n - S_{экс} - H_{прп}}{(1+r)^n} + \frac{T_{ф} W_n - S_{экс} - H_{прп} + C_{ост}}{(1+r)^n} - \sum_{n=0}^{T_i} \frac{I_n}{(1+r)^n}, \quad (1)$$

ИССЛЕДОВАНИЯ. РАСЧЕТ

где $T_{сл}$ — срок службы; $T_{ф}$ — тариф на перевозку; W_n — годовая производительность автомобиля; $S_{эксп}$ — эксплуатационные затраты; $H_{прп}$ — налоги с прибыли; n — порядковый номер периода; r — ставка дисконтирования; $U_{ост}$ — остаточная цена; T_i — период осуществления инвестиций, лет; I_n — инвестиции n -го периода.

$ЧТС$ — основной оценочный показатель экономической эффективности новой техники. Сравнительный анализ эффективности альтернативных вариантов сводится к сравнению их $ЧТС$. Наиболее эффективной является та модель, у которой $ЧТС$ наибольшая. В случае, когда $ЧТС < 0$, инвестиции не окупаются

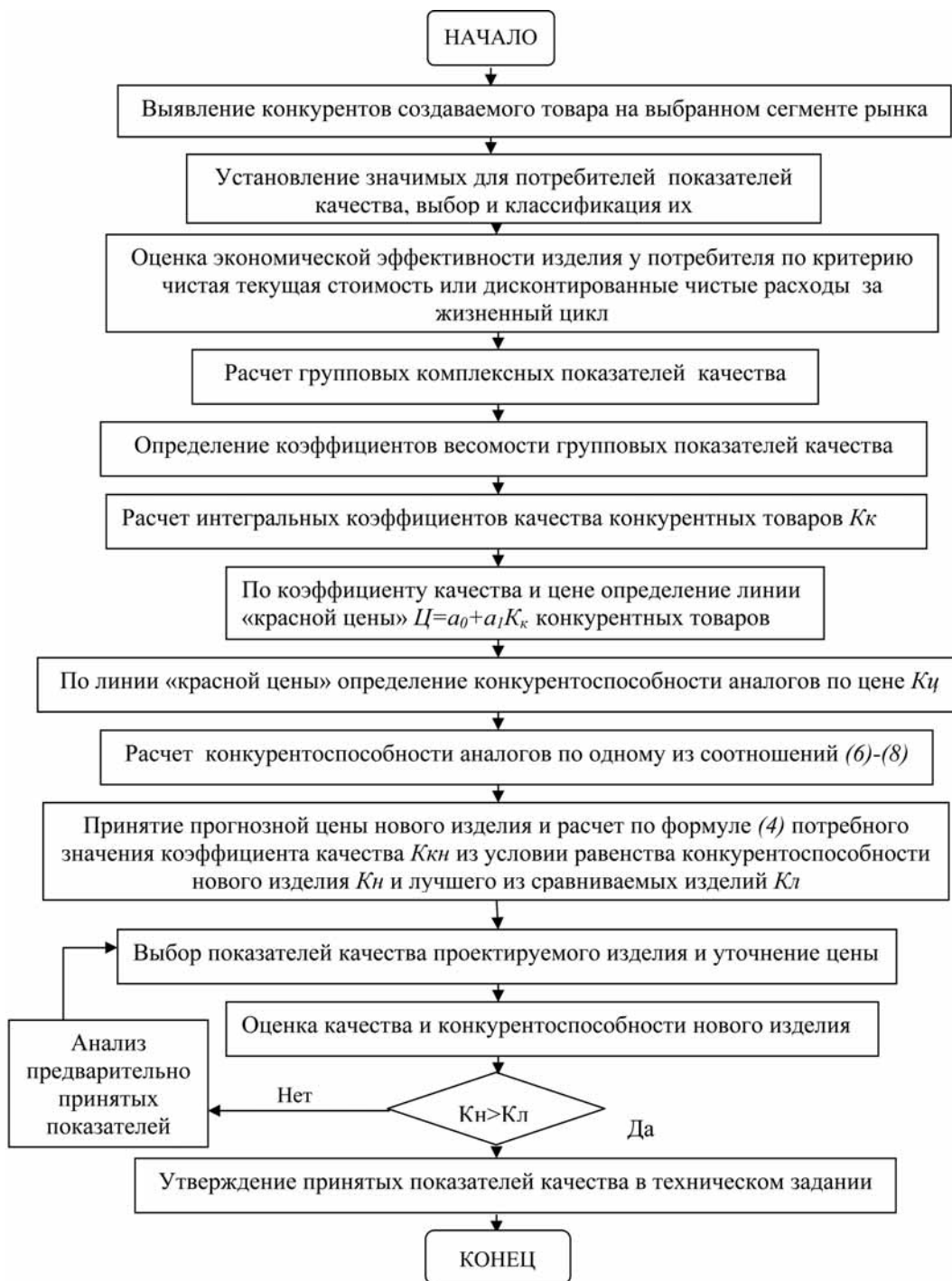


Рис. 3. Алгоритм формирования показателей качества конкурентоспособного товара в техническом задании

за срок службы автомобиля, т. е. единовременные затраты больше, чем суммарный чистый доход.

На практике иногда невозможно определить выручку от эксплуатации новой техники, например, грузовых автомобилей, применяемых в технологической цепи собственного производства. Или легковые автомобили, затраты по которым предприятия относят на себестоимость продукции. При затруднениях расчета явной выгоды от эксплуатации изделия их экономическая эффективность может быть оценена по критерию дисконтированные чистые расходы (*ДЧР*), определяемые по формуле:

$$ДЧР = \sum_{n=0}^{T_{\text{сл}}} ДТР_t + \sum_{n=0}^{T_i} ДИ_t, \quad (2)$$

где $ДТР_t$ — дисконтированные текущие расходы t -го периода.

В составе $ДТР_t$ учитываются эксплуатационные текущие затраты, которые определяются технико-экономическими параметрами изделия. Этот критерий по сути есть сумма единовременных и текущих затрат за срок службы изделия, т. е. совокупная стоимость владения, приведенная к начальному периоду инвестиций. С помощью критерия *ДЧР* можно оценить экономическую эффективность как инвестиционных, так и потребительских товаров. *ДЧР* конкурентных моделей должны быть рассчитаны на один и тот же объем работ. Как правило, объемы работ конкурентных изделий различны, поэтому для приведения *ДЧР* разных моделей к сопоставимому виду определяют удельные *ДЧР* (*УДЧР*). Для этого суммарное значение *ДЧР* надо делить на суммарную производительность:

$$УДЧР = \left(\sum_{n=0}^{T_{\text{сл}}} ДТР_t + \sum_{t=0}^{T_i} ДИ_t \right) / \sum_{n=0}^{T_{\text{сл}}} W_n. \quad (3)$$

УДЧР как оценочный показатель сравниваемых моделей предпочтительнее *ЧТС*, так как прогнозировать будущие доходы гораздо сложнее, чем расходы.

Оценка качества объекта производится по тем показателям, которые значимы для потребителя и наиболее полно определяют его свойства. Качество изделий количественно характеризуется коэффициентом качества. Для его расчета в работе [10] предложены два новых подхода: метод "радара" и "профилей". Определив коэффициенты качества и цену оцениваемого изделия и его конкурентов на двухкоординатном поле методом "наименьших квадратов" строится линия "красной цены" исследуемых товаров, которая аналитически выражается выражением:

$$Ц = a_0 + a_1 K_K, \quad (4)$$

где $Ц$ — цена товара; K_K — коэффициент качества товара; a_0, a_1 — коэффициенты, определяемые решением системы уравнений:

$$\begin{cases} na_0 + a_1 \sum_{i=1}^n K_{ki} = \sum_{i=1}^n П_i; \\ a_0 \sum_{i=1}^n K_{ki} + a_1 \sum_{i=1}^n K_{ki}^2 = \sum_{i=1}^n K_{ki} П_i, \end{cases} \quad (5)$$

здесь n — число оцениваемых объектов; K_{ki} — коэффициент качества i -го объекта; $П_i$ — цена i -го объекта.

Конкурентоспособность сравниваемых изделий можно рассчитать по соотношению:

$$K_{Цi} = П_{кpi} / П_{фи}, \quad (6)$$

где $П_{кpi}, П_{фи}$ — "красная" и фактическая цена i -го товара.

"Красная цена" — это сложившаяся на рынке меновая стоимость товара данного уровня качества, определяемая из уравнения (4). Чем коэффициент конкурентоспособности больше единицы, тем уровень конкурентоспособности товара выше. Покупатель товара, у которого $K_{Цi} > 1$ "недоплачивает" за товар, так как его продают по цене ниже, чем он стоит на самом деле. Величина сэкономленной суммы или запас конкурентоспособности товара определяется как разность между $П_{кpi}$ и $П_{фи}$. Товары, у которых $K_{Цi} < 1$ фактическая цена завышена относительно "красной". Описанный подход рекомендуется к применению когда у оцениваемого объекта много аналогов (более 10), и можно построить достаточно объективную линию "красной цены".

Уравнение линии "красной цены" (4) позволяет решить задачу расчета конкурентной цены нового изделия. Если для товара по принятым технико-экономическим показателям определен коэффициент качества, то по формуле (4) можно рассчитать его "красную цену". Необходимо стремиться к тому, чтобы фактическая цена товара не превышала "красную". Если не соблюдать данное условие, имеется риск отказа благоразумного покупателя от покупки данного товара.

Предварительно приняв значения показателей качества, плановую цену новой модели, и по методу "профилей" определяем ее коэффициент качества и по формуле (6) коэффициент конкурентоспособности. Проектируемое изделие по коэффициенту конкурентоспособности не должно быть хуже, чем лучший образец среди сравниваемых объектов. Если принятые показатели не удовлетворяют данному условию, производим корректировку предварительно принятых показателей и повторяем цикл оценки.

Коэффициент конкурентоспособности объекта можно рассчитать по соотношению:

$$K_i = П_i / K_{ki}, \quad (7)$$

т. е. поделив цену товара на его коэффициент качества. Чем это отношение больше, тем конкурентный потенциал товара выше. Данная формула рекомендуется для применения, когда у оцениваемого изделия аналогов немного (менее 10).

Структура продаж грузовых автомобилей на рынке России

Класс грузоподъемности	Рынок, тыс. шт.			Структура рынка, %		
	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2000 г.	2005 г.	2010 г.
До 2,0 т	128—132	144—148	200—210	68	62	64
2,1—5,0 т	22—24	28—30	33—37	12	12	11
5,1—8,0 т	8—10	17—19	24—26	5	8	8
8,1—15,0 т	25—27	38—40	52—56	14	17	16
Свыше 15 т	2	3	3—5	1	1	1
Всего	185—195	230—240	310—330	100	100	100

В формулах (6)—(7) при расчете коэффициента конкурентоспособности не учитывается предпочтение потребителей, т. е. что важнее для покупателя — цена или качество. Этот недостаток устранен в следующей формуле расчета коэффициента конкурентоспособности изделия:

$$K_i = \lambda(1 - P_i/P_{\text{макс}}) + (1 - \lambda)K_{ki}, \quad (8)$$

где λ — коэффициент предпочтений; $P_{\text{макс}}$ — максимальная цена среди сравниваемых объектов. Значение коэффициента предпочтений меняется в пределах $0 < \lambda < 1$. Если для покупателя цена важнее, чем качество, то λ принимается в пределах $0,5 < \lambda < 1$. В случае предпочтения качеству перед ценой рекомендуется λ принять в пределах $0 < \lambda < 0,5$. Уравнение (8) может применяться при любом числе сравниваемых объектов.

Предложенная методика "ворот конкурентоспособности" применялась в 2005 г. при разработке технического задания на городской развозной автомобиль К-43ХХ грузоподъемностью 5 т. Планируемый период разработки и освоения производства был четыре года. На предпроектном этапе проводились маркетинговые исследования для определения спроса, выявления и изучения уровня конкурентоспособности аналогов на российском рынке. Анализ рынка, изучение требований потребителей показали, что наиболее подходящим автомобилем для целого ряда торговых организаций, почтовых служб, мелкооптовых фирм, снабженческо-сбытовых контор, ремонтно-эксплуатационных бригад, перерабатывающих предприятий, городских и коммунальных служб является низкорамный автомобиль грузоподъемностью от 3 до 7,0 т. Интерес производителей к данной нише вполне понятен: подобных автотранспортных средств для работы в городских условиях отечественная промышленность прежде не выпускала, тогда как потребность в них велика и продолжает расти с развитием торговли и малого бизнеса. Структура продаж грузовых автомобилей на российском рынке приведена в табл. 1.

По результатам исследования рынка на планируемый период выпуска новой модели на рынок (2010 г.) потребность в городских развозных автомобилях грузоподъемностью от 3 до 8 т был установлен в объеме 33—37 тыс. шт. в год.

Рыночная ниша городских развозных автомобилей средней грузоподъемности на тот период была недоста-

точно освоена отечественными производителями. На территории СНГ развозные автомобили серийно выпускали лишь РУП "МАЗ" около 1000 шт. в год и ОАО "КАМАЗ" в пределах 100 шт. в год. Потребность в подобных автотранспортных средствах для работы в городских условиях с развитием торговли и малого бизнеса продолжала интенсивно расти.

Разработке конструкции новой модели предшествовали поисковые работы по изучению характеристик и показателей автомобилей средней грузоподъемности полной массой 8—12 т ведущих автомобилестроительных фирм мира.

Перед конструкторской службой при разработке конструкции базовой модели автомобиля были поставлены следующие качественные задачи:

- совершенство конструкции, характеризуемое высокими динамическими и эксплуатационными показателями, топливной экономичностью, выполнении современных требований по экологии;
- высокий уровень активной и пассивной безопасности с обеспечением устойчивости, управляемости и тормозных свойств;
- высокие показатели надежности, в частности, долговечность, а также коррозионная стойкость кабины и оперения;
- максимальная унификация с серийно выпускаемыми автомобилями.

Основными конкурентами разрабатываемого автомобиля на российском рынке являлись КАМАЗ-4307, КАМАЗ-4308, МАЗ-4370 "Зубренок", ГАЗ-3307, ГАЗ-3309, ГАЗ-3310 "Валдай".

Для сегмента рынка городских и пригородных перевозок ОАО "КАМАЗ" в 2001 г. разработал конструкцию среднетоннажного развозного автомобиля КАМАЗ-4308 грузоподъемностью 5,5 т и через два года, в 2003 г., освоил серийное производство этой модели. Основные узлы и агрегаты данных моделей заимствованы у серийно выпускаемых автомобилей КАМАЗ, что существенно снизило объем необходимых инвестиций, сократило сроки разработки и освоения производства развозных автомобилей. К тому же реализация продукции ОАО "КАМАЗ" осуществляется через существующую дилерскую сеть, которая включает более 260 дистрибьюторов, дилеров и торговых агентов, охватывающих практически все регионы России, ближнее и дальнее зарубежье. Все

это делает автомобиль КАМАЗ-4308 одним из основных конкурентов разрабатываемого автомобиля.

ОАО "МАЗ" с 1999 г. выпускает среднетоннажник МАЗ-4370. А с 2004 г. ОАО "МАЗ" приступил к производству его модернизированной версии — МАЗ-437040. По сравнению с МАЗ-4370 на модернизированной версии установлена новая кабина и более мощный двигатель Д-245.9ММЗ мощностью 155 л. с., удовлетворяющий требованиям Евро-2. Большие объемы производства также делают МАЗ-437040 одним из основных конкурентов проектируемого автомобиля.

Акционерное общество "Горьковский автомобильный завод" разработал конструкцию нового 3,5-тонного автомобиля ГАЗ-3310 "Валдай". Четырехтонный развозной грузовик ГАЗ-3310 "Валдай", имеющий низкую погрузочную высоту (1,1 м) появился в 1999 г., однако производство освоил только в 2005 г. "Валдай" построен с использованием модифицированных узлов и агрегатов двух автомобилей: ГАЗ-3307 и "Газели".

Среди зарубежных развозных автомобилей наиболее популярными являются автомобили DAF FA LF45.220, MAN LE 12.220, Mercedes-Bens Atego 1223L и Volvo FL 612L. Эти автомобили не нашли большого спроса на нашем рынке, так как по цене в 2—3 раза дороже отечественных автомобилей.

На основе анализа конкурентов ближайшими конкурентами в классе автомобилей грузоподъемностью от 4 до 5,5 т автомобилю К-43ХХ были признаны КАМАЗ-4308 и МАЗ-437040, технические характеристики которых приведены в табл. 2.

В качестве примера возможного варианта проектирования и изготовления опытного образца новой модели, донором узлов и агрегатов был принят ГАЗ-3309.

Для успешного внедрения на рынок цена нового низкорамного автомобиля (шасси) К-43ХХ должна быть ниже или сопоставима с ценой низкорамного МАЗ-437040, т. е. около 12 тыс. долл. США. Цена автомобиля была установлена по методике, приведенной в работе [11], и составила 9053 долл.

Экономическая эффективность проектируемого автомобиля и его основных конкурентов КАМАЗ-4308 и МАЗ-437040 была рассчитана по методике, описанной в работе [9] с использованием прикладной компьютер-

ной программы "Авто-инвест". Для расчета экономической эффективности проектируемой модели были предварительно приняты более 130 технико-эксплуатационных показателей (табл. 3).

Результаты расчета (табл. 4) показали, что с экономической точки зрения наиболее эффективным за 8 лет эксплуатации является проектируемый автомобиль. ЧТС новой модели К-43ХХ на 135 тыс. руб. больше, чем у автомобиля КАМАЗ-4308 и на 168 тыс. руб. больше, чем у автомобиля МАЗ-437040. Разрабатываемый автомобиль и по остальным показателям экономической эффективности превосходит конкурентов.

В дальнейшем по методике, изложенной в работе [9], рассчитывались коэффициенты качества конкурирующих моделей. Для этого были приняты 64 технико-экономических показателей, которые наиболее значимы с точки зрения потребителей. Принятые показатели были классифицированы по пяти группам: размерные, силовые, экономические, эргономики и дизайна, комплектации (табл. 5).

Сначала по методу профилей [10] определялись комплексные показатели качества каждой группы (см. табл. 5), далее методом анализа иерархий были определены коэффициенты весомости групп показателей (табл. 6). Экспертами выступали преподаватели кафедры "Автомобили и автомобильные перевозки" Камской государственной инженерно-экономической академии. Суммированием произведений коэффициентов весов с комплексными групповыми показателями определялись коэффициенты качества сравниваемых автомобилей (табл. 7).

Как видно из табл. 7, коэффициент качества проектируемого автомобиля оказался больше, чем у аналогов — 0,678. Далее, согласно алгоритму, приведенному на рис. 3, по формуле (7) определялся коэффициент конкурентоспособности. Наибольший коэффициент конкурентоспособности у проектируемого автомобиля К-43ХХ — $0,969 \cdot 10^{-5}$, т. е. аналоги по критерию цена/качество уступают новой модели. Естественно, в готовом изделии при этом планируемые показатели должны быть реализованы в полном объеме, а качество исполнения должно быть высочайшего уровня.

Таким образом, разрабатываемый автомобиль "ворот всем трем критериям удовлетворяет требованиям"

Таблица 2

Основные технические характеристики конкурентов автомобиля К-43ХХ

Параметры	К-43ХХ	КАМАЗ-4308	МАЗ-437040
Грузоподъемность, кг	5,5	5,5	4,8
Снаряженная масса, кг	4,5	5,85	5,15
Полная масса, кг	10000	11000	10100
Двигатель	CUMMINS B 145 20	CUMMINS B 180 20	ММЗ. Д245.30Е2
Число и расположение цилиндров	Р-4	Р-6	Р-6
Максимальная мощность двигателя, кВт (л. с.)	105 (145)	131 (178)	114 (155)
Максимальный крутящий момент двигателя, Н · м	520	627	460
Максимальная скорость, км/ч	80	100	100
Расход топлива на 100 км, л	16	18	18,5
Цена, тыс. руб.	700	756	580

ИССЛЕДОВАНИЯ. РАСЧЕТ

Таблица 3

Исходные данные для расчета экономической эффективности сравниваемых автомобилей (фрагмент)

Технико-эксплуатационный показатель	К-43XX	КАМАЗ-4308	МАЗ-437040
1. Грузоподъемность q , кг	5500	5500	5000
2. Снаряженная масса, G_0 , кг	4500	5500	5150
3. Полная масса, G_a , кг	10000	11000	10100
4. Номинальная мощность двигателя, N_e , кВт	105	131	114
5. Максимальная скорость v_{max} , км/ч	100	100	100
6. Максимальный крутящий момент, M_{max} , Н·м	520	627	550
7. Динамический фактор на I передаче D	0,2349	0,4308	0,5180
8. Контрольный расход топлива, л/100 км	170	180	185
9. Коэффициент сопротивления качению f	0,014	0,014	0,014
10. Коэффициент сопротивления дороги ψ	0,25	0,25	0,25
11. Коэффициент учета рельефа местности, K_v	0,89	0,89	0,89
12. Коэффициент класса груза γ	0,98	0,98	0,98
13. Коэффициент использования пробега β	0,6	0,6	0,6
14. Пробег с грузом, $K_{гр}$, км	50	50	50
15. Время в наряде, T_n , час	8,2	8,2	8,2
16. Число рабочих дней в году D_k	300	300	300
17. Коэффициент использования мощности a_{Nmax}	0,6	0,6	0,6
18. Число дней в капитальном ремонте $d_{к.р}$	12	12	12
19. Пробег до капитального ремонта $K_{к.р}$, тыс. км	600	500	500
20. Эмпирический коэффициент K , чел·ч/1000 км	6,4	6,5	6,6
21. Простои по организационным причинам D_0 , дни	5	5	5
22. Срок службы автомобиля $T_{сл}$, лет	8	8	8
23. Годовой темп роста эксплуатационных затрат на ТО и ремонт g , %	0,05	0,05	0,05
24. Стоимость топлива, C_T , руб/л	15	15	15
25. Плотность топлива ρ , кг/л	0,83	0,83	0,83
26. Теплотворная способность топлива H , МДж/кг	42,5	42,5	42,5
27. КПД двигателя $\eta_{дв}$	0,32	0,32	0,32
28. Тарифная часовая ставка $Ч$, руб/ч	30	30	30
29. Коэффициент накладных расходов K_n	1,6	1,6	1,6
30. Коэффициент затрат на запасные части $K_{з.ч}$	1,7	1,7	1,7
31. Стоимость шины $C_{ш}$, руб.	5780	2600	2600
32. Удельный износ шин U , мм/1000 км	0,15	0,2	0,2
33. Цена автомобиля $Ц$, тыс. руб.	700	756	580
34. Годовой фонд рабочего времени Φ_r , ч/год	1967	1967	1967
35. Ставка транспортного налога C_n , руб/л·с	30	30	30
36. Ставка страховой премии $C_{стр}$, % от цены автомобиля	0,05	0,05	0,05
37. Тариф на перевозку $T_{тар}$, руб/т·км	2,8	2,8	2,8
38. Число ведущих осей $n_{во}$	1	1	1
39. Передаточное число на I передаче $i_{к.п1}$	6,55	7,82	11,4
40. Передаточное число главной передачи $i_{гл}$	3,175	4,01	3,45
41. Статический радиус колеса r_k , м	0,39	0,35	0,35

Таблица 4

Результаты расчета экономической эффективности развозных автомобилей

Оценочный показатель	К-43XX	КАМАЗ-4308	МАЗ-437040
1. Чистая текущая стоимость, руб.	555221	419598	387260
2. Удельные дисконтированные текущие расходы, руб/т·км.	1,584	1,671	1,677
3. Рентабельность инвестиций	1,792	1,554	1,666
4. Внутренний коэффициент окупаемости, %	51,34	44,3	48,29
5. Срок окупаемости, лет	2,9	3,5	3,1
6. Бюджетный эффект, руб.	805566	741307	678503

ИССЛЕДОВАНИЯ. РАСЧЕТ

Таблица 5

Показатели качества сравниваемых развозных грузовых автомобилей

Признак группы	Показатель	КАМАЗ-4308	МАЗ-437040	К-43XX
1. Размерные	1. Длина, мм	7120	8050	6100
	2. Высота, мм	3550	3550	3220
	3. Ширина, мм	2550	2550	2550
	4. Колесная база, мм	4200	4200	4400
	5. Погрузочная высота, мм	1100	1150	1000
	6. Объем кузова, мм	26,4	35	35
	7. Радиус поворота, м	7,5	8	7,2
	8. Клиренс, мм	175	205	220
	9. Передний угол свеса, град.	20	18	17,5
	10. Задний угол свеса, град.	10	10	10
	11. Статический радиус колеса, м	389	370	389
	12. Число ступеней	2	2	2
	13. Высота первой ступени, мм	364	345	360
	14. Расстояние между ступенями, мм	310	290	300
	15. Высота сидения, мм	1520	1510	1515
	16. Высота пола, мм	1050	1040	1060
	17. Угол открытия двери, град.	90	90	90
	18. Ширина дверного проема, мм	820	790	805
	19. Высота дверного проема, мм	1420	1410	1420
	20. Ширина кабины, мм	2300	2320	2200
	21. Ширина на уровне коленей, мм	1110	1540	1500
	22. Высота потолка, мм	1510	1100	1120
	Итого по группе		0,59	0,64
2. Силовые	1. Снаряженная масса, кг	5500	5150	4500
	2. Грузоподъемность, кг	5500	4800	5500
	3. Полная масса, кг	11000	10100	10000
	4. Мощность двигателя, кВт	180 (132)	155 (114)	142 (105)
	5. Максимальный крутящий момент, Н · м	650	550	520
	6. Рабочий объем двигателя, м ³	5,9	4,75	4,6
	7. Передаточное число первой передачи	5,12	11,4	6,55
	8. Передаточное число главной передачи	4,01	3,45	3,175
	9. Экологичность двигателя (Евро-2 — 1, Евро-3 — 2)	2	2	2
Итого по группе		0,625	0,4	0,6
3. Экономические	1. Расход топлива, л/100 км	18	18,5	17
	2. Трудоемкость ТО и ремонта, чел · ч/1000 км	3,1	3,3	3,3
	3. Периодичность смены смазки в двигателе, тыс. км	16,5	10	16,5
	4. Периодичность смены смазки в КП, тыс. км	100	100	100
	5. Периодичность смены смазки моста, тыс. км	50	50	50
	6. Пробег до списания, тыс. км	600	600	700
	7. Тип топлива (бензин — 1, дизтопливо — 2, газ — 3)	2	2	2
	8. Объем топливного бака, л	170	130	125
Итого по группе		0,71	0,38	0,69
4. Эргономика и дизайн	1. Число регулировок рулевой колонки	0	0	2
	2. Число регулировок сидения	2	2	3
	3. Диаметр рулевого колеса, мм	451	474	462
Итого по группе		0,25	0	0,88
5. Комплектация	1. ABS (нет — 0, есть — 1)	1	1	1
	2. Спальник (нет-0, есть-1)	0	1	1
	3. Число зеркал внешнего вида	2	4	3
	4. Противотуманные фары (есть — 1, нет — 0)	1	1	1
	5. Электростеклоподъемник, шт.	0	0	2
	6. Ремни безопасности	3	3	3
	7. Число мест в кабине	3	3	3
	8. Наличие гидроусилителя руля	1	1	1
Итого по группе		0,57	0,86	0,93

Таблица 6

Матрица попарных сравнений групп показателей качества развозных автомобилей

Группы показателей качества	Размерные	Силовые	Экономические	Эргономики и дизайна	Комплектации	Коэффициенты весомости
1. Размерные	1	1/3	1/2	3/1	2/1	0,16
2. Силовые	3/1	1	2/1	5/1	4/1	0,42
3. Экономические	2/1	1/2	1	4/1	3/1	0,26
4. Эргономики и дизайна	1/3	1/5	1/4	1	1/2	0,06
5. Комплектации	1/2	1/4	1/3	2/1	1	0,1

Таблица 7

Показатели качества сравниваемых автомобилей

Признак группы	Коэффициент весомости	КАМАЗ-4308	МАЗ-437040	К-43ХХ
1. Размерные	0,16	0,59	0,64	0,63
2. Силовые	0,42	0,625	0,4	0,6
3. Экономические	0,26	0,71	0,38	0,69
4. Эргономика и дизайн	0,06	0,25	0	0,88
5. Комплектации	0,1	0,57	0,86	0,93
Коэффициент качества		0,614	0,455	0,678
Коэффициент конкурентоспособности		$0,812 \cdot 10^{-5}$	$0,784 \cdot 10^{-5}$	$0,969 \cdot 10^{-5}$

конкурентоспособности", т. е. превосходить конкурентов. Предварительно принятые технико-экономические параметры были утверждены в техническом задании на проектирование новой модели. Согласно техническому заданию был разработан макет проектируемого автомобиля для функциональных испытаний. Однако проведенные на данном макете доводочные испытания показали, что основной проблемой новой модели является несовершенство конструкции кабины. В итоге был разработан новый дизайн-проект кабины автомобиля, внесены изменения в техническое задание. После изменения параметров автомобиль оценивался по вышеприведенному алгоритму на соответствие критериям "ворот конкурентоспособности". Результаты были положительными, и НИОКР по новой модели проводился с учетом внесенных изменений. К сожалению, в связи с разразившимся кризисом в экономике в 2008—2009 гг. появились затруднения в освоении производства новой модели, и работы по нему были отложены на неопределенный срок. Приведенный пример показывает, что осуществляя технико-экономический анализ планируемой модели по критериям "ворот конкурентоспособности" на этапах разработки, можно обеспечить конкурентоспособность новой модели на выбранных сегментах рынка. Желаемый результат при этом достигается с минимальными трудовыми и материальными затратами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Котлер Ф.** Новые маркетинговые технологии. Методика создания гениальных идей [Текст] / Ф. Котлер,

Ф. Триас де Без. — СПб.: Издательский Дом "Нева", 2004. — 192 с.

2. **Котлер Ф.** Основы маркетинга [Текст] / Ф. Котлер. — М.: Влада, 1994. — 480 с.

3. **Гончарова Н. П.** Маркетинг инновационного процесса [Текст] / Н. П. Гончарова, П. Г. Перерва. — К.: "ВИРА-Р", 1998. — 267 с.

4. **Линн Г.** Блокбастеры. Сенсационные продукты — путь к успеху [Текст] / Г. Линн, Р. Рейлли. — АСТ: Транзиткнига, 2005. — 235 с.

5. **Ламбен Ж. Ж.** Стратегический маркетинг. Европейская перспектива [Текст] / Ж. Ж. Ламбен. Пер. с франц. — СПб.: Наука, 1996.

6. **Технологии** и средства развития творческих способностей специалистов [Текст] / Под ред. В. А. Грачева. — М.: ЭДКД, 2002. — 221 с.

7. **Гиссин В. И.** Управление качеством продукции [Текст] / В. И. Гиссин. — Ростов на Дону: Феникс, 2000. — 256 с.

8. **Методические** рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов [Текст] / Рук. авт. кол.: В. В. Коссов, В. Н. Лившиц, А. Г. Шахназаров. — М.: ОАО НПО "Изд-во "Экономика", 2000. — 421 с.

9. **Фасхиев Х. А.** Техничко-экономическая оценка грузовых автомобилей при разработке [Текст] / Х. А. Фасхиев, И. М. Костин. — Набережные Челны: Изд-во КамПИ, 2002. 480 с.

10. **Фасхиев Х. А.** Оценка качества и конкурентоспособности комплектующих и запасных частей автомобилей [Текст] / Х. А. Фасхиев, А. В. Крахмалева, А. Г. Гарифов // Вестник машиностроения, 2007. — № 7. — С. 65—79.

11. **Фасхиев Х. А.** Разработка технического задания на конкурентоспособный автомобиль [Текст] / Х. А. Фасхиев, И. Ф. Шайхутдинов. — Набережные Челны: Изд-во КамПИ, 2009. — 165 с.

УДК 629.113

В. И. Копотилов, Тюменский военный институт инженерных войск
E-mail: vikopotilov@mail.ru

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАДИУСОВ ВЕДУЩЕГО КОЛЕСА АВТОМОБИЛЯ

С позиций затрат энергии и механических потерь рассматриваются соотношения динамического и кинематического радиуса ведущего колеса автомобиля. Отмечается, что динамический радиус ведущего колеса не зависит от величины подводимого к нему крутящего момента. Показано, что из-за потерь на внутреннее и внешне трение кинематический радиус меньше динамического, а при буксовании колеса на месте его значение падает до нуля. Анализ влияния крутящего момента подтверждает линейный характер снижения величины кинематического радиуса. Указывается, что снижение скорости движения ведущего колеса и коэффициент буксования в конечном счете определяются работой внутренних и внешних сил трения.

Ключевые слова: динамический радиус колеса, кинематический радиус колеса, качение ведущего колеса, автомобиль, колесная машина.

При описании работы ведущего колеса используется в основном два радиуса колеса: динамический (r_d) и кинематический (r_k). Указанные радиусы отличаются по физическому смыслу и имеют разные численные значения. При этом данные о соотношении величин этих радиусов, которые приводятся в научно-технической и учебной литературе, весьма противоречивы.

В работах Е. А. Чудакова [1–3] отмечается, что кинематический радиус ведущего колеса автомобиля в зависимости от величины крутящего момента, подводимого к колесу, может быть как меньше, так и больше динамического. Чудаков Е. А. утверждает [1, с. 110], что "При малых значениях момента M_k радиус r_k качения превосходит динамический радиус r_d колеса; при некотором значении момента M_k эти радиусы получаются равными один другому, и, наконец, при повышенных значениях момента M_k радиус r_k качения получается меньше динамического радиуса колеса".

О том, что кинематический радиус может быть больше динамического, говорится и в статье И. Н. Чернышёва [4]. Хотя он более осторожен в своих оценках, но все-таки отмечает, что "...для некоторых шин и при очень малых давлениях воздуха (нереальные условия) r_k может на небольшую величину превышать r_d " [4]. Справедливости ради надо отметить, что указанное соотношение радиусов рассматривается автором скорее как исключение, чем правило. Типичным же, согласно И. Н. Чернышёву, является другое соотношение, согласно которому, если в плоскости контакта нет проскальзывания шины, то кинематический и динамический радиусы равны, а при про-

скальзывании кинематический радиус становится меньше динамического.

Петрушов В. А., Шуклин С. А., Московкин В. В. отмечают, что: "Для многих типов современных автомобильных шин значения радиусов r_k значительно превышают величины r_d ". При этом "...расхождения в некоторых случаях достигают 15–25 %" [5, с. 13].

Иную точку зрения на соотношение рассматриваемых радиусов высказывают другие специалисты. Например, Е. Д. Львов утверждает [6, с. 37], что: "...радиус качения r ведущего колеса может изменяться в пределах от нуля (при полном буксовании) до динамического радиуса r_k (при отсутствии буксования).

Радиус качения r может быть больше динамического радиуса только при скольжении ведущего колеса".

Таким образом, приходится констатировать, что среди специалистов нет единой точки зрения относительно соотношения величин динамического и кинематического радиусов ведущего колеса. Противоречивость выводов разных специалистов, которые опираются в своих высказываниях на соответствующие экспериментальные исследования, обусловлена, возможно, методическими погрешностями проведенных экспериментов, некорректной обработкой или неправомерным сопоставлением различных экспериментальных данных, использованием различных средств и методов измерений или какими-то другими факторами. Не вдаваясь в анализ экспериментальных исследований, рассмотрим кинематический и динамический радиусы ведущего колеса и их соотношение с теоретических позиций.

Известно, что динамический, а тем более кинематический радиус — это величины, определяемые как исходными (номинальными) размерами самой шины, так и силовыми воздействиями, которые испытывает колесо в процессе движения, т. к. они вызывают не только его перемещение, но и производят работу по деформации его пневматической шины. Поэтому к оценке радиусов ведущего колеса надо подходить не только с кинематических позиций, но и силовых воздействий, т. е. с учетом работы, которую совершает в процессе качения действующая на него система сил.

Рассмотрим процесс равномерного качения ведущего колеса под действием соответствующей системы сил с некоторой линейной скоростью V при угловой скорости его вращения ω_k (рисунок) на дороге с твердым покрытием.

К оси такого колеса со стороны корпуса автомобиля прикладываются следующие усилия: крутящий момент M_k , сила сопротивления корпуса Q , а также часть силы тяжести корпуса, которая в сумме с силой тяжести самого колеса создает осевую нагрузку G_k .

Со стороны дороги к колесу прикладывается нормальная R_z и продольная R_x реакции, а также момент сопротивления качению M_f .

Как известно, колесо с пневматической шиной, не может рассматриваться как абсолютно твердое тело. В процессе качения шина подвергается радиальным и тангенциальным деформациям, в результате которых возникают силы внутреннего трения, которые совершают весьма значительную механическую работу. Работа сил внутреннего трения приводит к так называемым гистерезисным потерям, которые сопровождаются выделением тепла и нагревом шины. В конечном счете все тепло, образовавшееся вследствие работы внутренних сил трения в шине, рассеивается в окружающем пространстве и безвозвратно теряется. Мощность сил внутреннего трения в шине ($N_{ш}$) отнимает часть подводимой к ведущему колесу мощности ($N_k = M_k \omega_k$) и оказыва-

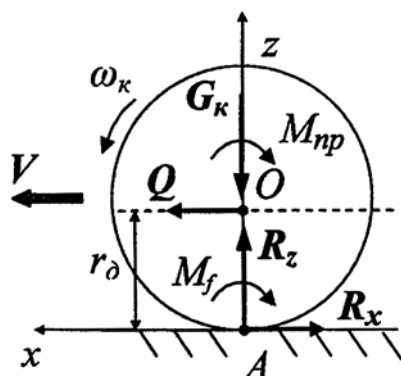


Схема сил, действующих на ведущее колесо автомобиля

ет существенное влияние на его мощностной баланс. При движении по дорогам с твердым покрытием (асфальтобетон и др.) гистерезисные потери составляют значительную часть мощности, теряемую колесом при качении.

Однако при работе колеса, особенно в других условиях, первостепенное значение имеет мощность, развиваемая моментом сопротивления качению ($N_f = M_f \omega_k$), который создает распределенная нормальная реакция опорной поверхности. Особенно велика эта мощность бывает при движении колеса по грунтовой основе, например, сухому песку, пашне и т. п. В некоторых случаях момент сопротивления M_f , создаваемый деформируемой опорной поверхностью, может быть столь велик, что колесная машина теряет способность к самостоятельному движению. Образование указанного момента сопротивления качению весьма сложный и еще не совсем изученный процесс. Но ясно, что на дорогах с твердым покрытием одним из главных факторов является действие гистерезисных сил, возникающих в самой шине, т. е. сил ее внутреннего трения, которые, как видим, играют в сопротивлении качению двойственную роль. С одной стороны, они источник механических потерь в самой шине ($N_{ш}$), а с другой стороны, они во многом порождают другой источник механических потерь — сопротивление опорной поверхности (N_f). Видимо по этой причине, работу *внутренних* сил трения в самой шине, т. е. так называемые гистерезисные потери, к сожалению, часто путают с работой выше указанной *внешней* по отношению к шине распределенной нормальной реакции, т. е. с работой момента M_f , либо ошибочно считают, что это одно и то же. На формирование нормальных реакций опорной поверхности оказывают влияние и другие силы, которые обычно рассматриваются отдельно. К числу таковых следует отнести силы сопротивления воздушной, жидкой и пластичной фазы (воды, грязи, грунта), выдавливаемой из зоны контакта протектора с опорной поверхностью; силы прилипания, обусловленные тонким слоем жидкости на дорожной поверхности, а также адгезии, которые возникают при отсутствии между шиной и дорогой инородной среды и препятствуют отрыву выступов протектора от опорной поверхности.

Существенный вклад в сопротивление движению ведущего колеса вносит работа внешних сил трения, прикладываемых к его шине, т. е. сил трения скольжения, возникающих при проскальзывании части элементов протектора, контактирующих с опорной поверхностью. Как известно, даже при отсутствии буксования колеса часть опорных микрощадинок протектора шины вынуждена переходить в скольжение, поскольку упругие деформации

выступов протектора не могут полностью компенсировать кинематическое несоответствие двух сопрягаемых тел (шины и дороги) и обеспечить 100 %-ное отсутствие проскальзываний. Мощность N_s , развиваемая указанными силами трения скольжения, возрастает по мере увеличения крутящего момента M_k , подводимого к колесу, и угловой скорости его вращения. Особенно большой мощностью сил внешнего трения становится при переходе ведущего колеса в буксование, т. е. в такое движение, когда все элементы протектора, контактирующие с дорогой, находятся в скольжении (буксовании).

Большая часть мощности внешних сил, воздействующих на ведущее колесо, связана с работой силы сопротивления корпуса. Мощность этой силы определяется произведением скорости движения оси колеса (и автомобиля) V на величину продольного усилия Q , т. е.: $N_a = QV$.

В процессе качения возникают и другие внешние силовые воздействия на колесо, к числу которых, прежде всего, относятся силы сопротивления воздушной среды. Иногда к ним относят и сопротивление в подшипниках ступицы колеса. Но в обычных условиях эксплуатации мощность этих прочих сил ($N_{пр} = M_{пр}/\omega_k$) относительно невелика, и они мало сказываются на сопротивлении качению.

Если учесть действие всех указанных внутренних и внешних сил, прикладываемых к ведущему колесу, то при равномерном движении уравнение его мощностного баланса можно записать так:

$$N_k = N_{ш} + N_f + N_s + N_a + N_{пр}. \quad (1)$$

Составляя для ведущего колеса уравнение (1), мы учли все четыре составляющие затрат мощности ($N_{ш}$, N_s , N_f , $N_{пр}$), каждая из которых соответствует работе моментов четырех разных сил, прикладываемых к колесу и создающих сопротивление его качению. При этом мощность $N_{ш}$ развивают силы внутреннего трения в шине; мощность N_s — силы трения скольжения, которые прикладываются к протектору со стороны дороги и являются частью ее продольной реакции R_x ; мощность N_f — результат действия нормальных реакций опорной поверхности, а мощность $N_{пр}$ — всех прочих внешних сил сопротивления движению.

Разделив все члены уравнения (1) на угловую скорость колеса ω_k и учтя, что отношение V/ω_k равно его кинематическому радиусу ($r_k = V/\omega_k$), значение последнего (r_k) можно выразить следующей формулой:

$$r_k = \frac{M_k - M_{ш} - M_f - M_s - M_{пр}}{Q}, \quad (2)$$

где $M_{ш} = N_{ш}/\omega_k$ — условный момент сопротивления качению, обусловленный действием всех внутренних сил трения в шине, приведенный к оси вра-

щения колеса; $M_s = N_s/\omega_k$ — условный момент сопротивления качению, обусловленный действием всех внешних сил трения скольжения шины, приведенный к оси вращения колеса; $M_{пр} = N_{пр}/\omega_k$ — суммарный момент сопротивления качению, обусловленный действием прочих внешних сил сопротивления, создаваемых окружающей средой.

Рассмотрим работу того же ведущего колеса не с энергетической, а с силовой точки зрения.

Для этого составим уравнение моментов, соответствующее его равномерному вращению относительно собственной оси O (рис. 1):

$$M_k = M_f + R_x r_d + M_{пр}. \quad (3)$$

Обратим особое внимание на то, что в этом уравнении нет (и не может быть) условных моментов сил внутреннего ($M_{ш}$) и внешнего трения (M_s).

Отсутствие первого ($M_{ш}$) объясняется тем, что силы и моменты внутренних сил колеса, как и любой другой механической системы, не определяют динамику вращения, т. к. их векторная сумма (но не работа!) всегда равна нулю [7].

Отсутствие второго (M_s) связано с тем, что силы внешнего трения скольжения — это лишь часть продольной реакции опорной поверхности R_x , которая входит в уравнение (3), т. е. они уже учтены посредством этой силы.

Исходя из уравнения моментов (3) и учитывая, что при равномерном движении колеса $R_x = Q$, выразим величину динамического радиуса ведущего колеса:

$$r_d = \frac{M_k - M_f - M_{пр}}{Q}. \quad (4)$$

Из двух выше указанных выражений радиусов (2) и (4) вытекает, что:

$$r_k = r_d - \frac{M_{ш} + M_s}{Q}. \quad (5)$$

Если разделить выражение кинематического радиуса (2) на выражение динамического радиуса (4), то взаимосвязь двух радиусов можно представить другой формулой:

$$r_k = r_d \left(1 - \frac{M_{ш} + M_s}{M_k - M_f - M_{пр}} \right). \quad (6)$$

Анализируя полученные соотношения радиусов, можно заключить, что значения кинематического и динамического радиусов неодинаковы. С энергетической точки зрения причина их различия связана с работой внутренних и внешних сил трения. Если бы не было работы внутренних ($N_{ш} = 0$) и внешних ($N_s = 0$) сил трения скольжения, то условные моменты указанных сил трения были бы равны нулю

($M_{ш} = 0$ и $M_s = 0$), следовательно равны были бы и радиусы ($r_k = r_d$) колеса. Так как в действительности силы внутреннего и внешнего трения шины всегда совершают работу, то из формулы (5) следует, что кинематический радиус ведущего колеса всегда меньше динамического. Этот вывод в заочном споре специалистов о соотношении радиусов ведущего колеса полностью подтверждает правоту взглядов, высказанных Е. Д. Львовым [6].

Меньшее значение r_k по сравнению с r_d вытекает не только из энергетического и силового баланса колеса, но и из характера тех деформаций шины, которые вызывает крутящий момент, прикладываемый к ведущему колесу, т. е. ее тангенциальных деформаций. Ряд авторов, например, Диваков Н. В. и Яковлев Н. А. [8, с. 20], справедливо указывают, что при тангенциальной деформации шины обод колеса поворачивается на некоторый угол, в то время как этот поворот не сопровождается перемещением оси самого колеса. Вследствие этого $r_k < r_d$. Другими словами, меньшее значение радиуса качения по сравнению с динамическим объясняется тем, что величину r_k , в отличие от r_d , определяют еще и упругие тангенциальные деформации шины, а также микропроскальзывания выступов ее протектора, которые определяются величиной крутящего момента, подводимого к колесу.

Таким образом, все указанные утверждения о том, что у ведущего колеса кинематический радиус может быть больше динамического, находятся в явном противоречии с законом сохранения энергии. Кстати, еще одно противоречие возникает и при оценке влияния крутящего момента на сопротивление качению.

Как известно, академик Е. А. Чудаков установил, что крутящий момент и коэффициент сопротивления качению связаны между собой формулой [3, с. 128]:

$$f = \left(\frac{a}{r_d} \right) - \frac{M_k}{G_k} \left(\frac{r_k - r_d}{r_k r_d} \right), \quad (7)$$

где r_k и r_d — соответственно кинематический и динамический радиусы колеса; M_k и G_k — соответственно крутящий момент и осевая нагрузка на колесо.

Из этой зависимости следует, что в том диапазоне, где $r_k > r_d$, повышение крутящего момента сопровождается снижением сопротивления качению ведущего колеса, а это в корне противоречит многочисленным экспериментам.

Чтобы решить эту проблему и установить, где же, наконец, истина, необходимо, на наш взгляд, убедиться, прежде всего, в достоверности тех экспериментальных данных, которые в свое время послужили основой для вывода о том, что $r_k > r_d$. При их ревизии (если она вообще возможна) необходимо прежде тщательно проанализировать все этапы соответствующих

экспериментов (включая методику проведения опытов, обработку и анализ данных) на предмет выявления и устранения всех возможных ошибок и некорrekтностей. Однако лучшим решением проблемы было бы проведение новых специальных исследований динамического и кинематического радиуса колеса с различными шинами на современном уровне.

Зависимости (5) и (6) с энергетической точки зрения объясняют не только почему кинематический радиус ведущего колеса меньше динамического, но и почему разница указанных радиусов возрастает по мере увеличения подводимого к нему крутящего момента M_k . Причина тому — нарастание микропроскальзываний части выступов протектора, а также увеличение упругих тангенциальных деформаций, создающих эффект так называемого "упругого проскальзывания", которые приводят к тому, что в целом длина пути, пройденного ведущим колесом, оказывается несколько меньше, чем при качении без всяких проскальзываний и деформаций, т. е. при, так называемом, "чистом" качении. Из двух условных моментов сопротивления качению колеса $M_{ш}$ и M_s особенно быстро нарастает момент M_s сил трения скольжения в пятне контакта. В предельном случае, когда крутящий момент, подводимый к ведущему колесу, принимает свое максимальное по сцеплению значение M_k^{\max} , при котором оно приходит в буксование, а величина момента M_s достигает при этом максимума (M_s^{\max}), кинематический радиус колеса:

$$r_k = r_d \left(1 - \frac{M_{ш} + M_s^{\max}}{M_k^{\max} - M_f - M_{пр}} \right). \quad (8)$$

Пренебрегая в формуле (8) относительно малыми значениями моментов $M_{ш}$, M_f , $M_{пр}$ и учитывая, что $M_s^{\max} = G_k \varphi_x r_d \approx M_k^{\max}$, получаем, что кинематический радиус ведущего колеса в этом случае может сократиться вплоть до нуля:

$$r_k \approx r_d \left(1 - \frac{M_s^{\max}}{M_k^{\max}} \right) = 0.$$

Указанное снижение кинематического радиуса ведущих колес мы наблюдаем в действительности, например на скользкой (обледенелой) дороге, когда колеса буксуют, а автомобиль остается на месте.

Составляя для ведущего колеса уравнение (1), мы учли четыре составляющие затрат мощности ($N_{ш}$, N_s , N_f , $N_{пр}$), каждая из которых соответствует работе моментов четырех разных сил, прикладываемых к колесу.

Чтобы выразить мощность первых двух сил, т. е. мощность $N_{ш}$ и N_s , развиваемую соответственно силами внутреннего трения в шине и силами трения

скольжения, которые прикладываются к протектору со стороны дороги, воспользуемся формулой (5) и приведем ее к следующему виду:

$$N_{\text{ш}} + N_s = (r_d - r_k) R_x \omega_k. \quad (9)$$

Данная формула позволяет оценить размер суммарных механических потерь на внутреннее и внешнее трение ($N_{\text{ш}} + N_s$) колеса с эластичной шиной не прибегая к измерению самих сил и скоростей проскальзывания микроплощадок в пятне контакта.

Если суммарную потерю энергии ($N_{\text{ш}} + N_s + N_f + N_{\text{пр}}$) ведущего колеса рассматривать как результат действия одной условной силы сопротивления качению P_f^{Σ} , то ее мощность (N_f^{Σ}) можно представить в виде следующей формулы:

$$N_f^{\Sigma} = N_{\text{ш}} + N_s + N_f + N_{\text{пр}} = (r_d - r_k) R_x \omega_k + M_f \omega_k + M_{\text{пр}} \omega_k. \quad (10)$$

Из всех составляющих суммарных потерь на качение (10) влияние подводимого к колесу крутящего момента ощущают только два параметра — это $N_{\text{ш}}$ и N_s , т. е. гистерезисные потери в шине и потери на проскальзывание. Если исходить из данных, приводимых в работах Чудакова Е. А. [1], Чернышёва И. Н. [4], Вирабова Р. В. [9], Пирковского Ю. В. [10] и ряда других исследователей, то можно заключить, что, если величина крутящего момента M_k не достигает критического значения, то мощность указанных потерь ($N_{\text{ш}}$ и N_s), следовательно, и условных моментов сопротивления качению ($M_{\text{ш}}$ и M_s) в первом приближении может быть выражена квадратичной зависимостью:

$$M_{\text{ш}} + M_s = M_o + a M_k + b M_k^2, \quad (11)$$

где M_o , a , b — некоторые эмпирические коэффициенты.

Подставляя выражение (11) в формулу (6), получаем:

$$r_k = r_d \left(1 - \frac{M_o + a M_k + b M_k^2}{M_k - M_f - M_{\text{пр}}} \right). \quad (12)$$

Формулу (12) легко привести к следующему виду:

$$r_k = r_d - \frac{(M_o/M_k + a + b M_k) r_d}{M_k - M_f - M_{\text{пр}}} M_k. \quad (13)$$

Как видим, в формуле (13) коэффициент пропорциональности в виде дроби, стоящей перед M_k , зависит от величины крутящего момента. Однако поскольку увеличение M_k приводит к росту как числителя, так и знаменателя, то можно предположить, что эта зависимость в ограниченном диапазоне крутящих моментов M_k — весьма слабая и указанный коэффициент для каждой шины является практически неизменной ве-

личиной, т. е. константой. В таком случае, формуле (13) можно придать знакомый вид:

$$r_k = r_d - \lambda M_k, \quad (14)$$

где λ — коэффициент, численно равен:

$$\lambda = \frac{M_o/M_k + a + b M_k}{M_k - M_f - M_{\text{пр}}} r_d. \quad (15)$$

Уместно отметить, что практически такую же по физическому смыслу зависимость, как и (14), а именно $r_k = r_k^o - \lambda P_k'$, но экспериментально, обнаружил в свое время Е. А. Чудаков [1, с. 113], в эмпирической формуле которого r_k^o — это радиус качения колеса при отсутствии тангенциальной силы (приблизительно — радиус свободного качения); λ — коэффициент пропорциональности, зависящий от эластичности шины; $P_k' = M_k/r_d$ — тангенциальная сила.

Экспериментальные исследования Е. А. Чудакова по сути показывают, что при относительно небольших значениях M_k коэффициент λ , полученный теоретически (15), фактически мало зависит от крутящего момента M_k и его изменения находятся, по-видимому, в пределах погрешности экспериментов.

Таким образом, можно констатировать, что экспериментальные данные фактически подтверждают результаты теоретического анализа взаимосвязи величин динамического и кинематического радиусов ведущего колеса. Но теоретический анализ позволил вскрыть причину их количественного различия, т. е. то обстоятельство, что разница значений динамического и кинематического радиусов сопряжена с работой внутренних и внешних сил трения, которая осуществляется вследствие деформаций шины и ее проскальзывания на опорной поверхности, т. е. механическим потерям шины на трение.

Как показывают эксперименты [1, 4], динамический радиус ведущего колеса, в отличие от кинематического, практически не зависит от величины подводимого к нему крутящего момента. Более того, Ечевиков Ю. А. и Сёмов Д. С., проанализировав экспериментальные данные, пришли к выводу [11], что "...динамический радиус автомобильного колеса может быть принят величиной постоянной, так как его колебания составляют не более 1 %". С этим полностью согласуется формула (4), в которой отсутствуют условные моменты сопротивления качению, обусловленные силами внутреннего ($N_{\text{ш}}$) и внешнего (N_s) трения, суммарная величина которых в значительной степени зависит от величины подводимого к колесу крутящего момента M_k . Заметим, что прирост момента M_k , присутствующего в числителе дроби (4), не влияет на r_d , т. к. при равномерном движении он в математическом отношении целиком и полностью

компенсируется точно таким же приращением продольной силы Q , стоящей в знаменателе.

Меньшее значение кинематического радиуса (по сравнению с динамическим) приводит к тому, что в процессе качения ведущее колесо теряет часть своей скорости. Если бы в шине отсутствовали гистерезисные потери, а колесо перекатывалось по опорной поверхности без проскальзываний, то теряемая вследствие внутренних и внешних сил трения мощность $(N_{ш} + N_s)$ была бы использована колесом для поддержания большей кинетической энергии, т. е. обеспечения более высокой скорости движения. Так как при $N_{ш} = N_s = 0$ кинематический радиус становится равным динамическому ($r_k = r_d$), то скорость движения ведущего колеса становится при этом максимально возможной и равной:

$$V_0 = \omega_k r_d. \quad (16)$$

Такую скорость движения можно назвать теоретически возможной. Реальная же скорость колеса в силу указанных причин меньше теоретической. При этом потеря скорости:

$$\Delta V = V_0 - V = \omega_k (r_d - r_k) = V_0 (1 - r_k/r_d). \quad (17)$$

Если потерю скорости ΔV отнести к теоретически возможной V_0 , то получим коэффициент относительного снижения скорости:

$$S_6 = \Delta V/V_0 = 1 - r_k/r_d, \quad (18)$$

который обычно называют коэффициентом буксовывания колеса.

Формула (18) справедлива и в том случае, когда к "упругому пробуксовыванию" добавляется истинное пробуксовывание, при котором все элементы протектора шины, находящиеся в зоне соприкосновения с дорогой, проскальзывают по опорной поверхности.

Учитывая (6), указанный выше коэффициент буксовывания ведущего колеса можно выразить следующей формулой:

$$S_6 = \frac{M_{ш} + M_s}{M_k - M_f - M_{пр}} = \frac{N_{ш} + N_s}{N_k - N_f - N_{пр}}. \quad (19)$$

Из полученной формулы (19) следует, что при увеличении удельной мощности сил трения проскальзывания шины в пятне контакта с дорогой, а также гистерезисных потерь, степень буксовывания ведущего колеса нарастает.

То обстоятельство, что теоретически возможная скорость V_0 ведущего колеса определяется динамическим радиусом r_d , значение которого, в отличие от r_k , практически не зависит (или почти не зависит) от величины крутящего момента M_k , подводимого к колесу, позволяет движение ведущего колеса, оснащенного пневматической шиной, рассматривать как каче-

ние жесткого (недеформируемого) цилиндра (диска) радиусом r_d , катящегося при некотором коэффициенте буксовывания S_6 с линейной скоростью:

$$V = V_0(1 - S_6) = r_d \omega_k (1 - S_6). \quad (20)$$

Подводя итог, можно сделать следующие основные выводы:

1. Кинематический и динамический радиусы ведущего колеса — это величины, определяемые не только исходными (номинальными) размерами его шины, но и теми силовыми воздействиями, которые она испытывает в процессе движения. Их значение формирует работа всех сил, которые воздействуют на колесо в процессе его качения.

2. Разница между динамическим и кинематическим радиусом ведущего колеса предопределяется гистерезисными потерями в шине и работой сил трения скольжения шины в пятне ее контакта с дорогой.

3. По мере нарастания мощности сил внутреннего и внешнего трения, обусловленного увеличением крутящего момента, подводимого к ведущему колесу, кинематический радиус колеса понижается, в результате чего разница между динамическим и кинематическим радиусами возрастает.

4. Работа внутренних и внешних сил трения шины не оказывает непосредственного влияния на величину его динамического радиуса, который, в отличие от кинематического радиуса колеса, остается практически неизменной величиной.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чудаков Е. А. Качение автомобильного колеса // Труды Автомобильной лаборатории ИМ АН СССР, вып. 9. — М.-Л.: Изд. АН СССР, 1948. — 200 с.
2. Чудаков Е. А. Качение автомобильного колеса. — М.: Машгиз, 1947. — 70 с.
3. Чудаков Е. А. Избранные труды. т. 2. — М.: Изд-во АН СССР, 1961. — 444 с.
4. Чернышёв И. Н. Влияние крутящего момента на динамический радиус качения автомобильного колеса // Автомобильная промышленность. — 1954. — № 4. — С. 15–18.
5. Петрушов В. А., Шуклин С. А., Московкин В. В. Сопротивление качению автомобилей и автопоездов. — М.: Машиностроение, 1975. — 225 с.
6. Львов Е. Д. Теория тракторов: Учебник для вузов. — М.: Машгиз, 1960. — 252 с.
7. Никитин Н. Н. Курс теоретической механики. Учебник для вузов. — М.: Высшая школа, 2003. — 719 с.
8. Диваков Н. В., Яковлев Н. А. Теория автомобиля. — М.: Высшая школа, 1962. — 300 с.
9. Виравов Р. В. Тяговые свойства фрикционных передач. — М.: Машиностроение, 1982. — 263 с.
10. Пирковский Ю. В. Некоторые вопросы качения автомобильного колеса // Автомобильная промышленность. — 1965. — № 12. — С. 26–29.
11. Ечеистов Ю. А., Сёмов Д. С. Силовые соотношения автомобильного колеса, прямолинейно катящегося по твердой дороге // Автомобильная промышленность. — 1973. — № 12. — С. 18–19.

УДК 629.3.083.4:005.418

И. В. Воробьев, к. т. н., **И. В. Фирсов**, асп., МГТУ МАДИ

E-mail: Chizov_nik@mail.ru

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛУГ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫХ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Развивающийся процесс автомобилизации приводит к увеличению числа личных автомобилей. Повышается потребность в обслуживании и ремонте этих автомобилей, что в свою очередь приводит к необходимости увеличения числа предприятий технического сервиса.

Ключевые слова: сервисная станция, ремонт автомобилей, услуги, предприятия технического сервиса, прибыль, производительность.

(Рисунки на 3-й полосе обложки)

Для бизнеса существенными факторами являются минимальные затраты на открытие и развитие предприятия и получение максимально возможной прибыли. При открытии автомобильного сервиса это достигается арендой необходимой производственной площади, строгим ограничением по числу персонала и гарантированным выполнением востребованных услуг. Во время принятия решения при открытии предприятия технического сервиса одним из важнейших вопросов является определение будущего перечня предоставляемых услуг, то есть либо наиболее востребованных работ, либо тех, которые на рынке не предлагаются. Одной из проблем, с которыми сталкиваются предприниматели при организации СТО, является необходимость использовать уже имеющуюся площадь, на которой планируется размещение постов по ТО и ремонту автомобилей. Причем, дополнительно нужно определить, какое число сотрудников требуется для качественного выполнения работ, и какие профессии, возможно, придется совмещать персоналу сервисной станции. Немаловажным является и качество выполняемых работ. Оно напрямую влияет на степень удовлетворенности клиента и, в свою очередь, определяет число постоянных клиентов.

Нужно четко знать востребованные виды услуг, число постов и численность сотрудников, занятых в основном производстве.

Однако перечисленные параметры будут различаться для СТО в зависимости от размеров станции. Согласно классификации автомобильные сервисы

подразделяются на малые, средние и крупные. Причем на рынке преобладают малые (до 5 рабочих постов) и средние (от 6 до 15 рабочих постов) предприятия.

В результате анализа производственной деятельности предприятий, оказывающих услуги по техническому сервису в Москве, установлена следующая структура СТО по размеру (рис. 1)*.

Станции также различаются по спектру и объему предоставляемых услуг. И если крупные дилерские центры обеспечивают выполнение всего комплекса услуг по ТО и ремонту, то для других участников рынка такие возможности ограничены рядом причин.

На рис. 2 показана диаграмма востребованности различных видов работ на основе статистических данных для малых и средних СТО. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что в показателях, характеризующих деятельность малых и средних станций, имеются существенные отличия.

Для появления возможности конкуренции с другими предприятиями, а также для максимального обеспечения населения услугами технического сервиса необходимо оптимизировать деятельность независимых СТО с целью сокращения издержек за счет минимизации людских и материальных ресурсов. Это возможно только в случае выявления наиболее востребованных услуг по обслуживанию и ремонту автомобилей и определения оптимального

*Аналитическое агентство "Автостат". Маркетинговый отчет Рынок легковых автомобилей. Итоги 2010 года. Основные тенденции, прогноз. — М.: Автостат, 2012. — 33 с.

числа постов и необходимого производственного персонала для обеспечения этого спектра услуг.

Для решения данной задачи появляется необходимость и возможность разработать общие рекомендации для автосервисов по оптимизации их производственной структуры. Соблюдение данных рекомендаций будет способствовать увеличению производительности станции технического обслуживания, сокращению издержек предпринимателей, и, что существенно для клиента, более полному удовлетворению услуг и уменьшению простоя автомобиля.

Чтобы увеличение производительности СТО различного размера было достигнуто, необходимо исследовать ряд вопросов, связанных с производственной структурой станций технического обслуживания, без совершенствования которой невозможно оптимальное функционирование сервиса. Также необходимо рассмотреть вопросы действующего спектра услуг, предоставляемых средними и малыми станциями технического обслуживания, и процесс формирования производственной структуры данных станций.

Сбор информации по малым и средним сервисным станциям производился в до- и после кризисное время. В выборку попали как СТО, которые вопреки сложным экономическим потрясениям не ушли с рынка и продолжают функционировать в настоящее время, так и часть станций, прекративших свое существование. Именно пережившие кризис предприятия доказывают оптимальность производственной структуры, позволяющей эффективно

конкурировать и выживать в различных экономических условиях.

Собранный и обработанный статистический материал позволил построить ряд зависимостей, отражающих деятельность предприятий технического сервиса Москвы с учетом факторов, характеризующих функционирование СТО.

Для малых и средних СТО были получены следующие зависимости:

- зависимость числа рабочих постов от количества заездов;
- зависимость штата и численность работников от числа постов;
- зависимость площади от числа постов;
- связь между площадью и спектром предоставляемых услуг.

Обработка собранной информации позволила построить номограмму (рис. 3), с помощью которой можно предварительно оценить, какое число постов целесообразно размещать на данной площади, сколько сотрудников можно будет нанять и какие услуги станут возможным предоставлять клиентам.

Применение данных рекомендаций на практике должно привести к значительной экономии времени и средств и повышению конкурентного уровня предприятий технического сервиса в результате четкого определения спектра наиболее востребованных услуг по ТО и ремонту личных автомобилей, и рациональному совмещению различных профессий производственных рабочих в условиях станций технического обслуживания для более полного обеспечения этих услуг.

ИЗДАТЕЛЬСТВО МАШИНОСТРОЕНИЕ

принимает подписку на журнал

«ГРУЗОВИК»

ТРАНСПОРТНЫЙ КОМПЛЕКС. СПЕЦТЕХНИКА

на 2013 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:

Е-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

ВЫСТАВКИ

А. С. Савченко, главный редактор журнала "Автомобилестроение за рубежом"
E-mail: avtorubezh@mashin.ru

МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА КОММЕРЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА IAA-2012 В ГАННОВЕРЕ

IAA — это крупнейшая в мире выставка грузового и пассажирского транспорта, проводится раз в два года. Она является знаковым событием как для производителей, так и для потребителей техники коммерческого назначения: свыше 1750 компаний-участников из 42 стран, большое число отраслевых новинок и инноваций, 1900 посетителей из 36 стран.

Ключевые слова: грузовик, кабина, двигатель, коробка передач.

Ведущие мировые производители техники коммерческого назначения показали на выставке в Ганновере свою продукцию: грузовики и седельные тягачи, автобусы и микроавтобусы, легкий коммерческий транспорт, полуприцепы и многое другое.



Рис. 1
DAF

Концерн DAF Trucks обновил флагманскую модель грузовика XF105. Новая модель, которая получила простое название — XF будет запущена в производство весной следующего года и получит гамму двигателей, отвечающих требованиям "Евро-6". Что примечательно, на новый XF будет предоставляться трехлетняя гарантия, тогда как предыдущая модель имела лишь двухлетнюю. И хотя новая модель и сохранила преемственные черты предыдущей, многое изменилось. Для лучшего отвода тепла на треть увеличена площадь радиаторной решетки. Спереди установлен новый мост с двухлистовыми рессорами. Задняя ось также обновлена, на нее теперь устанавливается четырехкамерная пневмоподвеска. Компания заявляет, что новая модель будет лишь на 90 кг тяжелее существующей, несмотря на дооснащение оборудованием "Евро-6" весом 250 кг.

Кстати, о двигателе. Мотор MX12 является дальнейшей разработкой 12,9-литрового MX, представленного еще 8 лет назад. Система впрыска Delphi F2P усовершенствована, давление топлива повышено с 2000 до 2500 бар. Заявленное потребление нейтрализующей жидкости AdBlue (необходимой для соответствия стандарту "Евро-6") не будет превышать 3—4 % от потребления топлива, которое останется на уровне модели АТе. Мощностные характеристики также неизменны: 410 л. с. (2000 Нм), 460 (2300) и 510 (2500).

DAF остался верен проверенной временем 12-ступенчатой автоматической трансмиссии ZF AS-Tronic. Правда, обновлено программное обеспечение, в котором появилась функция Eco-roll для спуска с отключенной трансмиссией. Улучшена способность маневрирования на малых скоростях и снижено время переключения между 12 и 11 передачами. Интерьер нового XF также обновлен, из наиболее существенных изменений можно отметить новые сиденья и приборную панель.



Рис. 2. Новый DAF XF 105

Daimler

На стенде Daimler AG были представлены грузовые автомобили Mercedes-Benz, среднетоннажные легкие коммерческие грузовики марки Fuso, автобусы Mercedes-Benz и Setra.

Компания Mercedes-Benz произвела фурор, представив на выставке большое число новинок. Посетители смогли увидеть новую линейку техники экологического класса "Евро-6" — именно новый Antos и Actros стали звездами экспозиции. Автомобили преобразились полностью — от силовых агрегатов до кабин.

Концерном были также представлены спецшасси Unimog и Zetros. Unimog Concept Car явился примером удачного использования передовых технологий для реализации современных концептуальных идей.

Отметим, что Daimler AG предложил примеры типовых решений, тем самым предоставив возможность доработки техники под конкретного заказчика. В рамках нового модельного ряда появились седельные тягачи Actros SoloStar Concept, Antos Loader и Antos Volumer. Mercedes-Benz Actros SoloStar Concept — автомобиль повышенной комфортности для дальних международных перевозок, который отличается прекрасной оснащенностью и передовыми системами безопасности. Volumer обладает уникальной характеристикой высоты седельно-сцепного устройства — 880 мм. Рекордно низкая высота седла позволяет успешно перемещать высокогабаритные грузы. Масса Loader составляет рекордно малые 6 т. Облегченная конструкция при сохранении всех мощностных характеристик и возможностей позволяет перевозить в составе автопоезда большой вес.

Посетители выставки могли увидеть и седельный тягач на базе Mercedes-Benz Econic, который работает на природном и сжиженном газе, а также электромобиль Mercedes-Benz Sprinter, заряда батареи которой хватает на 100 км движения в городском цикле.



Рис. 3. Mercedes-Benz Antos



Рис. 4. Mercedes-Benz Actros SoloStar Concept

IVECO

Экспозиция Iveco на IAA-2012 дала посетителям полное представление о текущем модельном ряде: легкой и тяжелой гамме, микроавтобусах, автобусах и строительной технике. Для оформления стенда, занимающего площадь 2 000 м², использовались материалы и цветовое оформление, аналогичные тем, что применялись при оформлении Fiat Industrial Village в Турине, первого многофункционального испытательного центра Fiat Industrial.

Центральное место на стенде Iveco занял новый Stralis Hi-Way, тяжелый магистральный тягач, оснащенный самыми современными электронными системами, позволяющими сократить эксплуатационные расходы до 4 %.

Стоит отметить и версию Stralis LNG Natural Power, работающую на сжиженном природном газе. Грузовик предназначен для работы на маршрутах средней протяженности. С этого года Stralis LNG Natural Power можно будет приобрести во всех европейских странах, включая Россию.

Серия тяжелых грузовиков Iveco, Trakker также претерпела изменения. Новая кабина, по мнению итальянских инженеров, отличается улучшенной эргономикой, что в сочетании с надежными двигателями Cursor 8 и Cursor 13, стандарта "Евро-5", делает этот автомобиль максимально удобным для круглогодичной эксплуатации в непрерывном режиме. Завершил экспозицию тяжелой техники самосвал Astra HD9, предназначенный для перевозки строительных материалов и работы в карьерах. Этот автомобиль уже был представлен на выставке СТТ-2012, которая прошла в Москве в июне 2012 года. Значительную часть стенда заняли легкие и среднетоннажные грузовики: популярный в России Daily и любимец европейцев — Eurocargo. На этот раз публике показали три версии Daily, одна из которых — электромобиль для городских перевозок, таких как доставка "от двери до двери" или пассажирских перевозок в работах, где действуют повышенные требова-



Рис. 5. Iveco Stralis Hi-Way

ния к экологичности транспорта. Кроме того, была представлена популярная в Европе версия Daily Minibus, эксплуатируемая внутри города и на коротких загородных маршрутах. И наконец, Magelys Pro, занимающий достойную нишу в премиум-сегменте Gran Turismo, благодаря сочетанию мощности и низкого расхода топлива, а также достойному уровню комфорта.

Центральная зона стенда Iveco была посвящена двигателям производства FPT Industrial, а также новейшим технологиям, в частности, запатентованной системе выпуска отработавших газов High Efficiency SCR (HI-eSCR). Пожалуй, самая инновационная разработка, которая была продемонстрирована Iveco на IAA-2012 — это концепт Iveco Dual Energy, представляющий собой LCV-шасси с электродизельным гибридным двигателем. Уличная часть экспозиции была отдана в распоряжение специальной техники, в числе которой автомобиль Eurocargo, укомплектованный лестницей от Iveco Magirus, одного из ведущих производителей пожарного и спасательного оборудования, в том числе пожарных лестниц.



Рис. 6. Iveco Dual Energy

MAN

Компанией MAN было представлено двенадцать мировых премьер. Одновременно немецкая компания представила несколько экспонатов, ставших центром внимания. В частности, на уличной площадке заказчиков и журналистов восхитил концептуальный грузовик Concept S.

MAN представил двенадцать новинок в сегментах грузовиков, автобусов, двигателей и в области услуг. Мировые премьеры новой серии TG (TGL и TGM), соответствующей стандарту "Евро-6", автобусов Neoplan Jetliner и Lion's Coach Efficient Line привлекли внимание тысяч посетителей к стенду MAN. Концептуальный грузовик MAN Concept S, представленный впервые с аэродинамически выверенным полуприцепом от Kroppe, был настоящим магнитом для посетителей и наиболее часто фотографируемым автомобилем IAA.

В ходе выставки компания MAN получила две престижные награды. Автобус MAN Lion's Regio награжден премией "IBC Award 2012" (International Bus and Coach Competition). Междугородный автобус впечатлил критически настроенных испытателей во всех отношениях и превзошел своих конкурентов, став бесспорным победителем этого жесткого соревнования.

Автобус MAN Lion's City Hybrid удостоился премии "Green Bus Award". Этот городской автобус с последо-



Рис. 7. MAN серии TG



Рис. 8. MAN Concept S

вательным гибридным приводом и суперконденсаторами Ultracap в качестве аккумуляторов обеспечивает до 30 % экономии топлива и снижения выбросов CO₂ по сравнению с современным дизельным автобусом.

Специально для IAA-2012 MAN разработал приложение к iPhone. Кроме информации о выставке в целом и последних новостей MAN, доступ к более подробной информации об экспонатах MAN можно было легко и быстро получить с помощью интегрированного сканера QR-кода.

Renault Trucks

Компания Renault представила свое видение будущего грузового транспорта. Известно, что грузовики, в большей степени, чем любой другой тип автомобилей, перемещаются на большие расстояния. В этой связи, для владельцев транспортных компаний прежде всего актуален вопрос снижения затрат на топливо. Снижение расхода топлива может быть достигнуто с помощью различных средств, при этом разработка более экономичных двигателей и более легких, аэродинамических кузовов являются наиболее очевидными решениями. В ходе своей пресс-конференции на выставке коммерческого транспорта в Ганновере Ханс-Юрген Лёв, президент Renault Trucks, заявил, что одновременно с введением стандарта "Евро-6" в июне 2013 года компания представит замену производимым сейчас грузовикам Long Distance, Distribution и Construction.

Будущие грузовики сейчас проходят активное испытание на полигонах компании Renault Trucks, а также в реальных дорожных условиях у ряда клиентов.

Ханс-Юрген Лёв сообщил: "В июне будет настоящая революция. Наши новые грузовики удивят вас не только своим дизайном, но и своими характеристиками. Мы стремимся к совершенству и делаем все, чтобы достичь его".

Проект CX/03, представленный на выставке в Ганновере, сконцентрирован вокруг улучшения аэродинамики и снижения массы. Например, его решетка радиатора сочетается в себе алюминиевые и углеродные волокна.

Пока неизвестно, каким мотором будет оснащен CX/03, однако французская компания объявила, что работает над сверхэкономичным двигателем для всех средних и тяжелых транспортных средств.



Рис. 9. Renault CX/03

Schmitz Cargobull



Рис. 10. Schmitz Cargobull S. CS Speed Curtain

Лидер европейского рынка полуприцепов смог продать более 4 тыс. ед. своей техники и тем самым заметно упрочил свои позиции. Наибольшая часть заказов поступила из Германии и восточноевропейских стран — Польши, Украины и России. Сотрудники производственных подразделений компании Schmitz Cargobull в Альтенберге, Вредене и Готе довольны тем, что их новая продукция вызвала такой положительный резонанс. "Уже в первый день выставки мы отметили высокую посещаемость нашего стенда. Это говорит о том, что клиентов заинтересовал наш девиз "120 лет инноваций Schmitz Cargobull", т. е. свежие и нестандартные идеи помогли нам получить преимущество перед конкурентами", — отметил председатель правления компании Ульрих Шюмер. Специалисты из Альтенберге показали S. CS Speed Curtain — полуприцеп, который благодаря инновационной тентовой системе существенно упрощает и ускоряет погрузку и разгрузку товаров. Кроме того, его пол с антискользящим покрытием вызвал заметный интерес как у транспортных компаний, так и у водителей.

Производственное подразделение компании из г. Гота заинтересовало специалистов по грузоперевозкам новой версией самосвального полуприцепа — более легкого, но все такого же устойчивого. В общей сложности было представлено 15 инновационных решений, разработанных европейскими подразделениями компании.

Сервисные подразделения компании представили новые услуги для трейлеров, которые сразу же заслужили одобрение клиентов. Международное специализированное жюри присудило первое место по достижениям в категории Safety (безопасность) новой системе Fleet4You. С помощью этого нового пакета различные информационные сервисы, например, системы телематики, доставки запчастей, техобслуживания и управления ремонтом, можно объединить "под одной крышей".

64-я выставка коммерческих автомобилей IAA в Ганновере приняла 260 тыс. специалистов со всего мира, тем самым установив новый рекорд. "Выставка достижений в сфере мобильности, грузоперевозок и логистики в этом году прошла просто блестяще", — подводя итоги IAA-2012 с удовлетворением констатировал президент Союза немецких автопроизводителей (VDA) Маттиас Виссман.

ИНФОРМАЦИЯ

М. И. Бирюков, главный редактор журнала "Культ Техники"
(по материалам "Группы ГАЗ")

ЛИАЗ: ИЗ ПРОШЛОГО — В БУДУЩЕЕ

ЛиАЗ всегда был и остается флагманом отечественного автобусостроения. Основанное в подмосковном поселке Ликино-Дулево, как "Лесохимический завод облагораживания древесины", предприятие в 1958 году превратилось в Ликинский автобусный завод, выпускавший в те годы городской автобус ЗИЛ-158. Затем главной и единственной продукцией стал основной городской автобус семидесятых-восьмидесятых — ЛиАЗ-677. Пройдя непростые испытания в конце XX столетия, завод выжил и выстоял. Здесь был впервые в России разработан и запущен в серийное производство 18-метровый сочлененный автобус, гамма низкопольных автобусов, а также машины, работающие на метане и гибридные автобусы. В 2000 году ЛиАЗ вошел в состав крупнейшего российского автомобильного холдинга "Группа ГАЗ". Осенью минувшего года завод отметил свой 75-й день рождения.

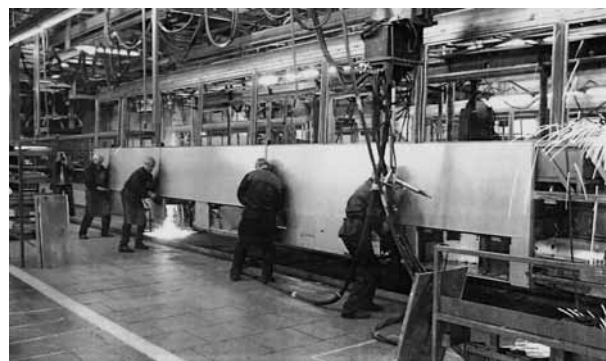


За последние годы на ЛиАЗе произошли существенные преобразования, направленные на улучшение качества выпускаемой продукции и условий труда, повышение эффективности. Предприятие буквально преобразилось, это заметно и внешне и изнутри. Модернизирован главный конвейер, внедрено новое оборудование и тех-

нологии, производственный процесс реорганизован в соответствии с принципами Производственной системы ГАЗ — "системы непрерывных улучшений и бережливого производства". Но было оставлено и полезное от прежней жизни, в частности — ванны для фосфатирования каркасов кузова в сборе. Подобных процессов, непосредствен-



Главный конвейер завода чист и светел



Установка панелей занимает минуты



Это не просто лозунг под потолком, это стиль работы!

но влияющих на долговечность каркасов, кстати, нет у основных отечественных конкурентов завода.

Сегодня ЛиАЗ может по праву гордиться своими автобусами двадцати модификаций. ЛиАЗ — это единственное в России предприятие, которое производит полный типоразмерный ряд городских автобусов длиной 12 и 18 м, работающих на различных видах топлива (дизель, газ, электроэнергия), включая низкопольную гамму с порталными мостами производства ZF (Германия). Доля этих автобусов составляет 60% в общем объеме производства. В 2011 году начато серийное изготовление низкопольных городских автобусов, самых высоких экологических стандартов в России — "Евро-5" и ЕЕV ("Евро-5+"), оснащенных дизелями Cummins.

Автобусы ЛиАЗ пользуются заслуженным и устойчивым спросом на российском рынке. Так, предприятие стало поставщиком автобусов нового поколения для крупнейших городов России: Москвы и Санкт-Петербурга. Известно, что требования к столичному транспорту по экологичности и комфорту являются самыми высокими в стране и соответствуют требованиям ведущих европейских столиц. В 2011 году завод поставил в Москву 2070 автобусов большого и особо большого класса экологических стан-



Электробус лихо закладывает повороты на заводском дворе



И это — правда!

дартов "Евро-4", "Евро-5" и ЕЕV ("Евро-5+"), в 2012 году ЛиАЗ продолжил участие в развитии системы пассажироперевозок Москвы, выиграв тендер на поставку 660 машин. В Санкт-Петербург с 2008 по 2012 годы было поставлено 642 автобуса. В конце августа прошедшего года ЛиАЗ получил заказ на производство еще 15 автобусов — сочлененных низкопольных машин ЛиАЗ-6213. Сумма "петербургского" контракта составляет более 2 млрд руб. Поставка будет осуществляться через официального дилера — "ПитерБас-Центр". План производства завода рассчитан на выпуск около 2000 автобусов в год. Продукция ликинского предприятия неоднократно удостоивалась высоких наград на крупнейших выставках в номинациях "Лучший городской автобус", "Лучший автобус года" и "Приз зрительских симпатий".

В 2012 году был официально представлен электробус ЛиАЗ-6274, с литий-ионными аккумуляторами, рассчитанный на ежесуточный пробег в 200 км без подзарядки. Электробус может работать в центрах мегаполисов, где необходимо обеспечить "нулевой выброс" вредных соединений. Таких городов в мире становится все больше и принятие соответствующих отечественных нормативных актов не за горами. Опытная партия этих машин планируется к выпуску в 2013 году. Управляющий директор Ликинского автобусного завода Александр Казаков: "Сегодня ЛиАЗ — современное предприятие, применяющее современные технологии в русле мировых тенденций автобусостроения. Автобусы ЛиАЗ благодаря своим потребительским качествам — надежности, комфорту, высокой степени качества комплектующих и доступной цене — завоевали прочные позиции на российском рынке. Новейшие разработки нашего завода с применением альтернативных видов топлива, с передовыми экологическими стандартами и новым уровнем комфорта демонстрируют, что предприятие находится на высоком уровне конкурентоспособности".

Остается пожелать Ликинскому автобусному заводу быть таким же могучим, как огромные голубые ели, украшающие его территорию уже 75 лет!

ABSTRACTS OF ARTICLES

- 2** *Andreyenkov A. A.* To the answer of the turbo-fan using in the truck turbo-diesel intercooling system
The counterpressure from turbo-fan application and its impact for turbo-diesel parameters were explored by mathematical modeling of a truck turbo-diesel (404 kW) with turbo-fan intercooling system at nominal power.
Keywords: power-turbine, turbo-fan, turbo-diesel with intercooling system, fuel efficiency improvement
- 5** *Sinelnikov A. F.* Assessment of maintainability of emergency cars
In article the design procedure of repair adaptability to manufacture of cars on an indicator of average operative labor input of repair which allows to estimate maintainability of emergency cars objectively is offered. As an example the assessment of maintainability of emergency Mitsubishi Lancer 9 and Hyundai Elantra XD cars is executed.
Keywords: car, maintainability, repair adaptability to manufacture, labor input operative
- 14** *Maksimov V. A., Molozhavitsev O. V., Nazarov A. A.* The calculation of the consumption of spare parts in the Branch "11 Bus park" GUP "MOSGORTRANS"
In article are considered questions of calculation of the consumption of spare parts in the branch "11 bus Park" state unitary enterprise "Mosgortrans" according to a specially developed technique.
Keywords: city buses, single automated system of financial-economic activity, spare parts, means of transport, the calculation of the costs of spare parts, repairs, provision of spare parts consumption
- 16** *Boldin A. P., Aksenov P. V., Kotov N. M.* Opportunities of improving reliability, economical and ecological performance of automobile gasoline engine
This article presents the results of user tests of opportunity of operative increasing the life of cylinder-piston group of engines (at 10–15 %) with improving of economical and ecological characteristics of performance of petrol cars and euro 3–4 class cars. It's based on using of modern technologies.
Keywords: cylinder-piston group, teflon supplements to the oil, multi-strike ignition, torch spark plugs, gapless spark plugs, catalytic activator of fuel, energy-converter of fuel, the method of rapid tests a vehicle for cost-effectiveness and environmental friendliness
- 20** *Faskhiev Kh. A., Krachmaleva A. V., Zach C. A.* Modelling of level of competitiveness the lorry when developing
Organizational and administrative mechanisms of ensuring competitiveness of designed cars are considered. At each stage of research and development and organizational and technological preparation of production the results received at a stage it is checked on compliance to three criteria of "competitiveness gate" which are formed taking into account characteristics of competitive products and tendencies of scientific and technical development in the field. The algorithm of establishment of parameters of "competitiveness gate" is offered. It is given an example realization of an offered method in the course of development of new model of the lorry.
Keywords: product, market, car, development, assessment, economic efficiency, quality, competitiveness
- 34** *Kopotilov V. I.* Theoretical analysis of radiuses of a driving wheel of the car
From a position of energy expenses and mechanical losses a ratio of dynamic and kinematic radius of a driving wheel is considered. It is noted that dynamic radius of the driving wheel does not depend on the size of torque brought to it. It is shown that due to losses to internal and external friction the kinematic radius is less than the dynamic and at the sleeping wheel its value reduces to zero. The analysis of influence of torque confirms the linear nature of decrease in speed of the driving wheel and the factor of sleeping are predetermined finally by work of internal and external forces of friction.
Keywords: dynamic radius of a wheel, kinematic radius of a wheel, rolling of a driving wheel, a car, a wheel vehicle
- 40** *Vorobyev I. V., Firsov I. V.* Determination of the list of services provided be technical service companies
The process of automobilization is developing rapidly in our country at present, the amount of private cars is increasing. Because of it there is an increase of demand in service and repair of these automobiles. This leads to the need of increasing the number of technical service companies.
Keywords: Service station, auto repair, services, technical service company, profit, performance