Грузовик с приложением

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредитель
ООО "Издательство Машиностроение"

Главный редактор
С. Н. Педенко

Редакционный совет

Д. Х. Валеев
В. А. Волчков
М. С. Высоцкий
Ю. М. Захарик
В. А. Зорин
А. М. Иванов
Н. А. Иващенко
Л. Г. Красневский
В. В. Корсаков
А. С. Кузнецов
В. Г. Мазепа
В. А. Марков
В. Ф. Платонов
Г. Н. Рейзина
А. Н. Ременцов
Е. Л. Рыбин
Г. А. Синеговский
А. Ф. Синельников
В. С. Устименко
Х. А. Фасхиев
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, Стромынский пер., 4
Тел. (499) 269-49-97
E-mail: grouzovik@mashin.ru
http://www.mashin.ru

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

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

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

© ООО "Издательство Машиностроение",
"Грузовик", 2012

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 *Абрамов В. Н., Исаев Д. И., Лебедев С. А., Антипенко В. С.* Контроль технического состояния военной автомобильной техники неинтенсивного использования

Эксплуатация. Ремонт

5 *Денисов А. С., Асоян А. Р., Коркин А. А., Орлов Н. В., Кокушкин А. Б.* Потенциал функционального тюнинга грузовых автомобилей

8 *Павлов В. А., Лукьянов Г. З., Чистов М. П.* К вопросу выбора шин для автомобилей многоцелевого назначения

15 *Зенченко В. А., Чижова Н. Н.* Оценка технического состояния транспортных средств при выходе на линию и возвращении в парк

Экономика

17 *Фасхиев Х. А., Крахмалева А. В.* Вступление России в ВТО: тревожные ожидания российских автомобилестроителей

Безопасность

25 *Мороз С. М.* Новые требования к транспортным средствам для применения при техническом осмотре

Экология

29 *Марков В. А., Девянин С. Н., Мизев К. С.* Работа транспортного дизеля на смесях дизельного топлива и кукурузного масла

38 *Марков В. А., Багров В. В., Девянин С. Н.* Необходимость и перспективы использования моторных топлив растительного происхождения

48 *Abstracts of articlers*

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

7 '2012

УДК 623.437.4:658.562

В. Н. Абрамов, д-р техн. наук, проф., **Д. И. Исаев**, инж., НИИЦ АТ ФБУ 3 ЦНИИ МО РФ, г. Бронницы,
С. А. Лебедев, канд. техн. наук, доц., Филиал ВУНЦ СВ "ОА СВ РФ", г. Рязань,
В. С. Антипенко, канд. техн. наук, МГТУ "МАМИ"
E-mail: antipenkovs@mail.ru

КОНТРОЛЬ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НЕИНТЕНСИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Представлены результаты анализа основных отказов и повреждений на машинах неинтенсивного использования, которые позволили установить распределение отказов и повреждений по агрегатам и системам военных машин. Представлено применение осциллографического метода контроля технического состояния системы электропуска машин неинтенсивного использования.

Ключевые слова: *контроль технического состояния, сравнительная оценка, основные параметры, система электрического пуска.*

Большое число военной автомобильной техники (ВАТ) Министерства обороны Российской Федерации находится в режиме неинтенсивного использования (режиме ожидания), для которого характерны длительные сроки хранения, а как следствие жесткие климатические воздействия. Кроме того, недостаток сил и средств на проведение технического обслуживания приводят к частичной потере подвижности машин, поэтому такое свойство изделия как сохраняемость (способность изделия сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность машины выполнять требуемые функции в течение и после хранения) имеет для них первостепенное значение (ГОСТ 27.002—89). Таким образом для обеспечения периодической проверки фактического технического состояния машин неинтенсивного использования, своевременного предотвращения возникновения отказов и повреждений, а так же для поддержания их в исправном (работоспособном) состоянии, необходимо проведение контроля технического состояния (КТС), который является основой обеспечения высокой постоянной готовности машин к использованию по назначению.

Основным видом КТС является техническое диагностирование (ТД), предназначенное для углубленного определения технического состояния ВАТ, для определения вида технического состояния машин, поиск места и выяснения причин отказа (повреждения) и прогнозирования технического состояния машин.

Анализ отказов и повреждений машин неинтенсивного использования [1], позволил установить распределение отказов и повреждений по агрегатам и системам машин (рис. 1), что значительная доля

Рис. 1. Процентное соотношение суммарного числа отказов, выявленных при снятии ВАТ с хранения

отказов и повреждений зависит от электрооборудования, а именно от системы электропуска.

В настоящее время для КТС системы электропуска ВАТ имеется широкий спектр средств ТД, однако, имеющиеся средства неадаптированы для осуществления КТС нефункционирующих систем машин неинтенсивного использования. В этой связи в целях проведения КТС таких систем предлагается использовать осциллографический метод контроля.

Проверка технического состояния стартера с применением предлагаемого метода может проводиться без демонтажа стартера с машины, в режиме работы электродвигателя. Данную проверку удобно и целесообразно применять на машинах хранения, когда пуск двигателя крайне недопустим, а его техническое состояние имеет большое значение для обеспечения пуска двигателя. Для проверки работоспособности стартера необходимо: запитать стартер, без подачи напряжения на втягивающую и удерживающую обмотки стартера (путем отключения токоведущих проводов от силовых клемм включения стартера), тем самым, исключая ввод зубчатого колеса в зацепление с венцом маховика. Для проверки необходимо следующее оборудование: осциллограф, токосъемные клещи и вольтметр (рис. 2). Определение фактического технического состояния стартера осуществляется путем анализа и сравнения полученных осциллограмм (рис. 3) с эталонными (рис. 4).

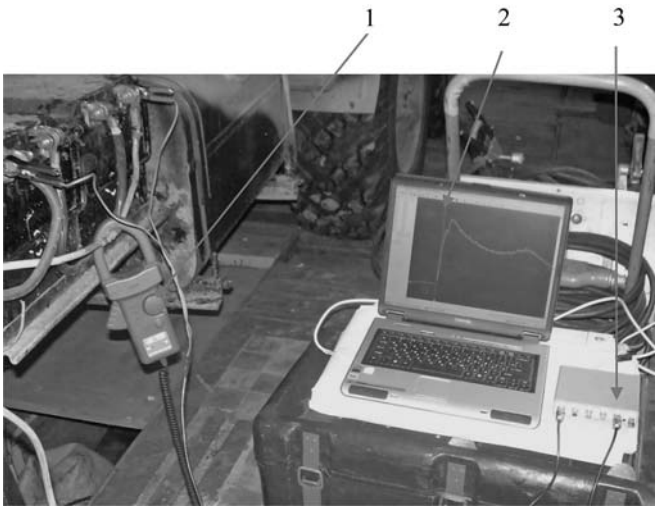

Рис. 2. Комплекс оборудования для проверки технического состояния стартера:

1 — токосъемные клещи типа APPA-29; *2* — ПЭВМ; *3* — USB-осциллограф

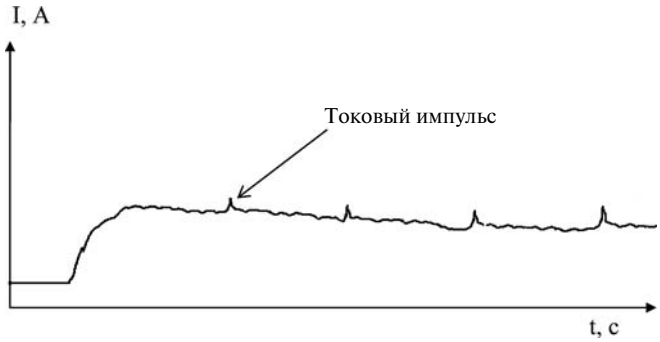

Рис. 3. Осциллограмма потребления тока стартером в режиме электродвигателя с межвитковым замыканием в обмотке ротора

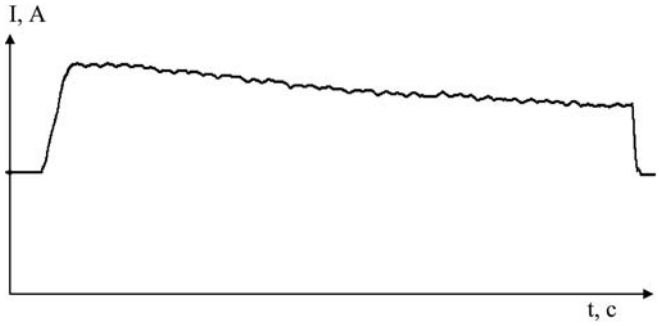

Рис. 4. Эталонная осциллограмма потребления тока стартером в режиме электродвигателя

Сравнение осциллограмм позволяет с высокой точностью и достоверностью определить:

— величину потребляемого тока стартером в режиме работы электродвигателя;

— падение напряжения при работе стартера в режиме электродвигателя;

— состояние обмоток, по наличию всплесков токовых импульсов, создаваемых при вращении ротора стартера;

— равномерность вращения ротора стартера по изменению токовой амплитуды или на слух;

— состояние щеток и токосъемных пластин по наличию высокочастотных помех.

Для проверки работы втягивающей и удерживающей обмоток реле стартера необходимо замерить электрическое сопротивление обмоток, которое должно находиться в пределах 0,5—1 Ом. После этого на контакты обмотки реле подать на-

пряжение от автономного источника питания (12 или 24 В, определяемое типом стартера), в результате будет слышен характерный звук, создаваемый входом зубчатой шестерни в зацепление с маховиком двигателя. Данная проверка также осуществляется без снятия реле со стартера.

При выполнении данных проверок для недопущения пуска двигателя необходимо соблюдать следующие условия:

— бортовые аккумуляторные батареи сняты (отключены);

— все токоведущие провода от стартера отключены.

Реле включения стартера, реле блокировки стартера и включатель массы (электрический) проверяются путем замера сопротивления в обмотке реле и между контактами в нормально-замкнутом состоянии.

Таким образом, предлагаемый осциллографический метод контроля технического состояния системы электропуска машин неинтенсивного использования, способен объективно характеризовать неисправности как отдельных измерительных (регистрирующих) компонентов системы, так и исполнительных элементов.

Вместе с тем эффективность контроля технического состояния в значительной степени зависит от контролепригодности самих машин (приспособленность к диагностированию) заданными (диагностическими) средствами.

Так, в настоящее время для повышения контролепригодности машин применяются системы непрерывного мониторинга (СНМ) и бортовые информационно-управляющие системы (БИУС). Однако входящие в их состав датчики не позволяют осуществлять КТС машин неинтенсивного использования. Вместе с тем наличие в системах свободных аналоговых и цифровых каналов позволяет оснастить ее дополнительной датчиковой аппаратурой и осуществлять мониторинг тех контролируемых параметров машин, значения которых изменяются при хранении.

Хотелось бы акцентировать внимание на то, что не всегда реализуемая функция самодиагностики электронных систем управления, указывает на конкретную неисправность. К примеру, она не способна выявить такого рода неисправности отдельных датчиков, как например, снижение скорости реакции датчика массового расхода воздуха (ДМРВ), отравление, либо старение датчика содержания кислорода в выхлопных газах (Лямбда-зонд) и т. п., которые вызывают большой перерасход топлива и нестабильность работы двигателя. Неисправности такого рода не могут быть обнаружены путем считывания кодов ошибок при помощи диагностического сканера. Для решения этих проблем при диагностировании нефункционирующих систем предлагается использовать вышеприведенный осциллографический метод контроля.

Таким образом, проблема контроля технического состояния не может быть решена путем разработки средств ТД или повышением контролепригодности машин в отдельности, лишь комплексное решение вышеперечисленных аспектов позволит решить проблему поддержания на требуемом уровне готовности к использованию по назначению военной автомобильной техники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Исследование** проблем совершенствования системы эксплуатации и ремонта военной автомобильной техники, поддержания ее в технически исправном состоянии. Технический отчет по НИР (промежуточный) / 21 НИИИ Минобороны России. — Бронницы, 2006. — 260 с.

УДК 621.357.7.014

А. С. Денисов, А. Р. Асоян, А. А. Коркин, Н. В. Орлов, А. Б. Кокушкин
E-mail: asoyan.ar@mail.ru

ПОТЕНЦИАЛ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТЮНИНГА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Рассмотрены элементы функционального тюнинга силового агрегата, позволяющего повысить эксплуатационную надежность турбокомпрессора и агрегата в целом.

Ключевые слова: *функциональный тюнинг, надежность, турбокомпрессор, подшипниковый узел, теплонапряженность.*

В процессе эксплуатации автомобиля реализуются показатели надежности, по которым различные агрегаты и узлы имеют существенное рассеивание. Это приводит к значительному усложнению эксплуатационно-ремонтного цикла (ЭРЦ) автомобилей и к возрастанию затрат труда, времени и средств на обеспечение их работоспособности. Заводы-изготовители обычно реагируют на такие показатели надежности, как безотказность, да и то только в гарантийный период. Долговечность агрегатов обычно ими оставляется на второстепенных показателях, а о надежности они судят в основном по рекламациям, которые нередко неоправданно отклоняют.

Однако эти показатели существенно интересуют эксплуатационников, поскольку значительно определяют затраты на ремонт, а следовательно, и себестоимость перевозок и производительность автомобиля. Заводы-изготовители если и реагируют на эти показатели, то с большим опозданием, с учетом снижения рыночного спроса из-за конкуренции. В этих условиях им целесообразно сопоставлять удорожание автомобиля от использования инноваций и потери от снижения рыночного спроса. Кроме того, продолжительность жизненного цикла автомобиля значительно меньше продолжительности его сервиса.

Для конкретного автомобиля после его выхода с завода-изготовителя, предпродажной подготовки, гарантийного пробега начинается эксплуатационно-ремонтный цикл, занимающий основную часть времени жизни и на который приходится основная часть трудовых, материальных и финансовых затрат. Продолжительность этого цикла зависит от соотношения затрат на изготовление автомобиля и на обеспечение его работоспособности в процессе эксплуатации. Сервис техники (машин, оборудования) также имеет свой жизненный цикл. Отличительной его чертой является несовпадение с этапами жизненного цикла машин. В то время, когда машины находятся на этапе зрелости, цикл сервиса находится в начале этапа роста. Около 70 % доходов от реализации сервисных услуг компании получают тогда, когда продажа самих машин пошла на спад. Машина (автомобиль, трактор) может иметь жизненный цикл 8—12 лет, а жизненный цикл ее сервиса может достигать 50 лет. При этом до 70 % доходов от реализации сервисных услуг приходится на этапы зрелости и спада. В целом доходы за жизненный цикл сервисных услуг превышают доходы от реализации машин за их жизненный цикл в 4—5 раз.

Поэтому улучшение и расширение функциональных свойств автомобиля это одна из целей функционального тюнинга. Примерами такого тюнинга являются: резервирование смазочной системы турбокомпрессора с использованием гидроаккумулятора или автономной системы смазки [1, 2]; модификаторы топлива; электролизеры воздушно-топливной смеси [3]; прину-

дительная прокачка масла перед запуском двигателя при низкой температуре окружающего воздуха [4, 5]; использование турботаймера и др.

Рассмотрим один из примеров функционального тюнинга, позволяющий повысить надежность турбокомпрессора и силового агрегата в целом. Как показывает анализ статистики отказов турбокомпрессоров, значительная доля отказов связана с превышением значений температуры деталей расчетных величин. Рост температуры возникает на переходных режимах работы. Наиболее теплонапряженным режимом является режим остановки двигателя. О значительном превышении температуры деталей турбокомпрессора в эксплуатации ее расчетных значений свидетельствуют обильные смолоотложения, а также наличие на деталях цветов побежалости (рис. 1). Так, наиболее часто следы цветов побежалости темно-синего цвета отмечаются на валу ротора турбокомпрессора. Это говорит о том, что температура детали в этой зоне превышала отметку 300 °С.

Для повышения эксплуатационной надежности турбокомпрессора, снижения теплонапряженности подшипникового узла и улучшения условий его смазки, предложено использовать гидроаккумулятор или автономную систему смазки (рис. 2, 3).

Смысл применения гидроаккумулятора состоит в том, чтобы во время работы двигателя запасти в специальном резервуаре некоторый объем смазочного материала, а затем при необходимости, при снижении давления в общей системе смазки, подавать его к подшипниковому узлу турбокомпрессора. Этот объем масла позволит обеспечить смазку подшипникового узла на режиме выбега ротора, а также снизить пиковую температуру подшипникового узла, что снизит риск окисления масла с последующим возникновением задиров.

Рис. 1. Следы перегрева вала ротора турбокомпрессора:

а — цвета побежалости на рабочей поверхности; *б* — закоксовывание уплотнительного кольца

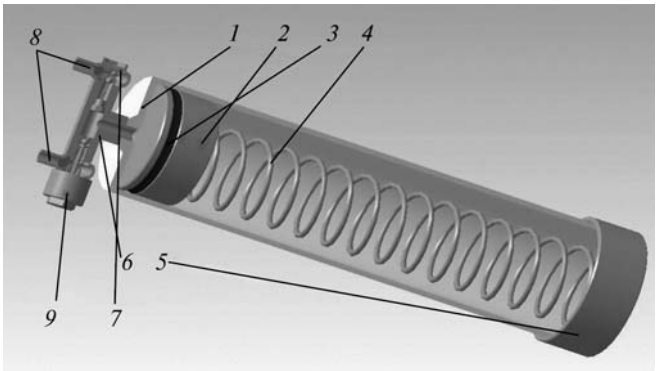

Рис. 2. Конструкция гидроаккумулятора:

1 — цилиндр; *2* — поршень; *3* — манжета; *4* — пружина; *5* — крышка; *6* — тройник; *7* — клапан нагнетательный; *8* — наконечники; *9* — соленоид управляющий

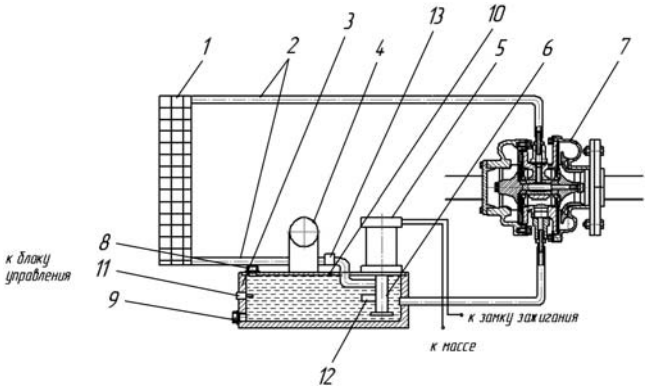

Рис. 3. Автономная система смазки турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания:

1 — масляный радиатор; *2* — масляные трубопроводы; *3* — масляной бак; *4* — масляный фильтр; *5* — электродвигатель постоянного тока; *6* — шестеренчатый масляный насос; *7* — турбокомпрессор; *8* — заливная пробка; *9* — сливная пробка; *10* — крышка масляной емкости; *11* — датчик температуры масла; *12* — перепускной клапан; *13* — датчик давления масла

Увеличение надежности турбокомпрессора с применением гидроаккумулятора масла заключается в снижении температуры подшипникового узла на наиболее теплонапряженном режиме работы турбокомпрессора — после остановки двигателя. Как показывает анализ экспериментальных исследований, включение гидроаккумулятора снижает максимальную температуру деталей турбокомпрессора на величину порядка 30 °С для наиболее часто встречающихся в эксплуатации режимов.

Другим примером повышения надежности работы ТКР является совершенствование системы смазки турбокомпрессора путем подачи масла в трущиеся сопряжения независимо от работы общей системы смазки двигателя, т. е. создать автономную систему смазки и использовать специальные, синтетические масла. Сущность предложенного решения заключается в возможности смазывать трущиеся поверхности турбокомпрессора перед запуском двигателя за счет создания давления в системе смазки, посредством масляного насоса *6* (рис. 3), вращаемого от электродвигателя *5*, на который подается напряжение, при повороте ключа зажигания, при незапущенном двигателе автомобиля, тем самым обеспечивать нормальную работу сопряжений в предпусковой момент, в процессе работы и после остановки двигателя внутреннего сгорания. После остановки двигателя внутреннего сгорания, вращающиеся по инерции детали турбины будут смазываться маслом до тех пор, пока не выключат систему зажигания и на электродвигатель *5* не перестанет поступать напряжение. Поскольку система полностью автономна, то данное техническое решение позволяет применять для системы смазки турбокомпрессора специальные турбинные масла синтетического происхождения, не склонные к коксованию, имеющие более высокую устойчивость при работе с высокими температурами и приспособляемость к меняющимся в процессе работы условиям эксплуатации, что повышает долговечность работы подшипника турбокомпрессора и всего агрегата в целом. На рис. 3 приведена предложенная система смазки турбокомпрессора.

Таким образом, предложенные технические решения, использование гидроаккумулятора или автономной системы смазки турбокомпрессора, позволяют снизить число аварийных отказов при остановке двигателя и сократить износ деталей турбокомпрессора за счет улучшения качества масла и снижения теплонапряженности деталей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Денисов, А. С.** Система смазки турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания / А. С. Денисов, А. А. Коркин. Патент РФ на полезную модель № 69159. Зарегистрирован в госреестре 10.12.2007.
2. **Денисов, А. С.** Система смазки турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания / А. С. Денисов, А. Р. Асоян, А. С. Синягин // Патент на полезную модель № 93462. Зарегистрирован в госреестре 27.04.2010.
3. **Денисов, А. С.** Улучшение экономических и экологических показателей автомобильных двигателей путем активации топливовоздушной смеси водородом / А. С. Денисов, А. М. Михайлова, Н. В. Горшков, В. В. Родионов // Автотранспортное предприятие, 2010. — № 8. — С. 54—56.
4. **Абушаев, Р. Д.** Система запуска дизельного двигателя внутреннего сгорания. Патент РФ на полезную модель № 53725 / Р. Д. Абушаев, С. А. Шишкин, А. С. Денисов // Зарегистрирован в госреестре 27.05.2006. (приоритет от 27.04.2005). 2 с.
5. **Денисов, А. С.** Устройство для предпусковой смазки двигателя внутреннего сгорания / А. С. Денисов, Р. И. Альмеев. Патент РФ на полезную модель № 88737. Зарегистрирован в госреестре 20.11.2009.

Грузовик

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

"ИЗДАТЕЛЬСТВО МАШИНОСТРОЕНИЕ"

принимает подписку на журнал на 2012 г.

Индексы: 37349 — "Роспечать", 39799 — "Пресса России", 25782 — "Почта России"

При подписке через издательство Вы

- получите журналы с первого номера;
- сэкономите на стоимости почтовой доставки;
- узнаете о новых книгах и журналах Издательства.

Постоянным подписчикам предоставляется скидка на подписку и публикацию рекламных объявлений.

Присылайте заказ и обращайтесь за дополнительной информацией в отдел продаж, маркетинга и рекламы.

107076, Москва, Стромынский пер., д. 4. Тел.: (499) 269-66-00, 269-52-98; факс (499) 269-48-97.

E-mail: realiz@mashin.ru; www.mashin.ru

УДК 629.113.073

В. А. Павлов, д-р техн. наук, **Г. З. Лукьянов,** канд. техн. наук, **М. П. Чистов**, канд. техн. наук,
НИИЦ АТ ФГУ 3 ЦНИИИ МО РФ
E-mail: amn12no@mail.ru

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ШИН ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ МНОГОЦЕЛЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Рассмотрено влияние типа шин на основные эксплуатационные свойства автомобилей многоцелевого назначения (управляемость, устойчивость, проходимость и др.). Приведены результаты испытаний указанных свойств АМН на различных типах шин и даны рекомендации по выбору шин для конкретных образцов автомобилей.

Ключевые слова: *автомобиль многоцелевого назначения, устойчивость, управляемость, проходимость, шина, режимы движения.*

Введение

Военная автомобильная техника Вооруженных Сил Российской Федерации предназначена для решения различных задач (монтаж ВВТ, буксировка прицепов и прицепных систем, перевозка военных грузов и личного состава) на всех стратегических направлениях в различных природно-климатических и грунтовых условиях. В связи с этим важнейшим ее свойством является подвижность, оцениваемая средней скоростью движения, которая, как правило, ограничивается проходимостью, управляемостью, устойчивостью и плавностью хода автомобилей. Все вышеперечисленные свойства во многом определяются конструкцией и характеристиками колесных движителей и подвески.

Анализ возможных путей повышения проходимости армейских автомобилей многоцелевого назначения показывает, что улучшение перечисленных свойств автотранспортных средств этого типа может быть достигнуто применением шин регулируемого давления радиальной конструкции. Кроме того, с учетом особенностей современных военных конфликтов, актуальной задачей является создание боестойких шин, повреждение которых стрелковым оружием или осколками снарядов позволяет сохранять подвижность автомобиля.

Современная подвеска военных автомобилей также не обеспечивает требуемой высокой скорости в характерных условиях их применения. Причиной является невозможность управления ее характеристиками для изменения плавности хода в процессе движения по дорогам различного состояния. Указанное обстоятельство ограничивает скорость движения автомобилей, а также подвижных средств вооружения и военной техники особенно при совершении маневров.

Таким образом, важным направлением повышения технического уровня АМН и обеспечения высокой подвижности войск является совершенствование системы подрессоривания (подвески и шин автомобилей). Эти вопросы были предметом соответствующего исследования.

Оценка влияния типоразмера шин на эксплуатационные свойства АМН

В настоящее время в Вооруженных Силах РФ, в среднем классе грузоподъемности, наиболее многочисленными и востребованными являются автомобили с колесной формулой 6 × 6 (Урал-4320-31, КАМАЗ-5350, КАМАЗ-4310) грузоподъемностью 6 т.

Проведенный предварительно анализ показал, что некоторые важные характеристики автомобилей, влияющие на среднюю скорость движения, могут быть улучшены путем установки шин, в которых осуществляются современные тенденции по повышению проходимости, снижению сопротивления качению и оптимизации характеристик жесткости (для повышения плавности хода и управляемости). При этом в определенной степени решаются вопросы и межзаводской унификации, что имеет большое значение для снабжения войск.

Таблица 1

Основные ТТХ испытуемых шин

Показатель	И-П184	ИД-П284	КАМА-429	КАМА-1260	ОИ-25
Размерность	1220 × 400-533	1200 × 500-508	480/70 R20	425/85 R21	14.00-20
Масса колеса, кг	100*	175	130	125	105*
Индекс грузоподъемности	141	156	156	156	140/146
Наружный диаметр, мм	1200	1185	1200	1260	1260
Посадочный диаметр, мм	533	508	508	533	508
Ширина беговой дорожки, мм	418	400	405	380	390
Максимальная нагрузка, кН	25,75	40	40	40	25/30
Максимальная скорость, км/ч	90	80	90	100	90

* Масса шины, камеры и ободной ленты.

Для выявления влияния конструктивных особенностей современных шин на эксплуатационные свойства (устойчивость, управляемость и проходимость) были проведены исследования упомянутых свойств на автомобилях Урал-4320-31 и КАМАЗ-5350 с радиальными и диагональными шинами моделей КАМА-1260, КАМА-429, ОИ-25, И-П184, ИД-П284. Характеристики шин приведены в табл. 1. Кроме указанных шин в качестве объекта исследования оценивалась шина О-184 Омского завода (полный аналог шина КАМА-1260 Нижнекамского завода). Шина О-184 имеет ту же характеристику, что и шина КАМА-1260 (см. табл. 1).

Устойчивость и управляемость АМН с различными типами шин

Оценка показателей устойчивости и управляемости автомобилей указанного выше типа производилась на образце Урал-4320-31 массой 15,8 т. В ходе экспериментов оценивались следующие параметры: углы поперечной статической устойчивости; предельные скорости выполнения типовых маневров "поворот" радиусом 25 и 35 м и "переставка" длиной 20 и 24 м по условиям опрокидывания, заноса или потери управляемости (выхода автомобиля за пределы границы поворота); параметры курсовой устойчивости.

Испытания проводились по методике, приведенной в ОСТ 37.001.471—88 и ГОСТ Р 52302—2004. При этом давление воздуха в шинах было номинальным.

Предельные скорости выполнения типовых маневров, а также значения углов поперечной статической устойчивости приведены в табл. 2, из которой следует, что предельные скорости движения автомобиля при выполнении маневра "поворот" на трех типах шин из четырех не соответствуют ГОСТ Р 52302—2004 (скорость выполнения маневра должна быть не менее 45 км/ч), что свидетельствует о недостаточной устойчивости и управляемости автомобиля, в особенности на шинах ОИ-25 (ОШЗ). Вместе с тем следует отметить, что при выполнении маневра "поворот" на автомобиле с шинами ОИ-25 наблюдается вначале занос, а затем при увеличении скорости и опрокидывание. По субъективной оценке водителей-испытателей это обстоятельство повышает возможности по управлению автомобилем (в начале заноса водитель еще может исправить ошибку, изменив направление движения поворотом рулевого колеса в сторону заноса).

При выполнении маневров "переставка" длиной 20 м, задаваемая стандартом скорость (56 км/ч), не была достигнута только на двух типах шин

Таблица 2

Показатели устойчивости и управляемости автомобиля Урал-4320-31 на различных шинах отечественных производителей

Параметр	По требованию НД	Фактическое значение параметров для моделей шин				
		И-П184 (НКШЗ)	ОИ-25 (ОШЗ)	ОИ-25 (НКШЗ)	КАМА-1260 (НКШЗ)	О-184 (ОШЗ)
Предельная скорость выполнения маневра "поворот", км/ч:						
радиусом 25 м	45	44,1 (опрокидывание)	41,6 (занос)	43,8 (занос)	46,2 (занос)	—
радиусом 35 м	49	—	—	—	—	52,8 (занос)
Предельная скорость, км/ч, выполнения маневра "переставка" длиной, м:						
20	56	53,9	56,6	52,2	69,2	58,7
24	—	58,8	58,8	55,6	78,1	—
Угол поперечной статической устойчивости, град.	33	33	33	32°30′	36	—

(ИД-П184 и ОИ-25, обе Нижнекамского завода). Другие шины показали удовлетворительные результаты, причем шина КАМА-1260 показала наиболее высокие результаты в отношении обеспечения динамической устойчивости.

Как видно из табл. 2, это связано и с наиболее высокой статической устойчивостью автомобиля на этих шинах.

При проведении испытаний по оценке курсовой устойчивости (движение по прямой) было установлено, что устойчивость автомобиля со всеми шинами оценивается удовлетворительно.

Следует отметить, что шина КАМА-1260 является современной шиной и, как видно из табл. 1, она отличается от других шин наиболее высокой скоростью движения, достаточно большой допустимой нагрузкой и относительно меньшей массой среди других шин большой грузоподъемности. Особенностью указанной шины является большой посадочный диаметр (533 мм), характерный также для шины И-П184.

Другие шины, приведенные в табл. 1, имеют посадочный диаметр 508 мм. Указанный меньший размер может иметь решающее значение при размещении оборудования на шасси автомобилей, поскольку при этом уменьшается наружный диаметр шины, ее статический радиус и, соответственно, монтажная высота рамы (также погрузочная высота платформы — при перевозке грузов).

С учетом этого обстоятельства, в ходе исследований отдельно ставилась задача сравнить устойчивость и управляемость автомобиля Урал-4320-31 на двух моделях шин наибольшей (4000 кг) грузоподъемности, имеющих посадочный диаметр 508 мм. Такими шинами (см. табл. 1) являются шины моделей ИД-П284 и КАМА-429. Причем последняя из упомянутых по отношению к первой шине имеет несколько больший (на 15 мм) наружный диаметр, но обеспечивает меньшую массу колеса и более высокую скорость движения. Ее гарантийная наработка, по данным производителя НКШЗ, составляет 40 тыс. км, что в 1,6 раза больше, чем для шины ИД-П284.

Эксперименты по сравнительной оценке влияния двух упомянутых шин на устойчивость и управляемость, проводились на автомобиле Урал-4320-31 увеличенной массы (20 480 кг), поскольку по результатам этой работы планировалось определить возможность соответствующего увеличения грузоподъемности автомобилей этого типа. Результаты экспериментов приведены в табл. 3.

Анализ табл. 3 показал, что в критических режимах движения показатели динамической устойчивости автомобиля Урал-4320-31 повышенной грузоподъемности, укомплектованного шинами модели КАМА-429, являются несколько более высокими, чем при установке шин модели ИД-П284. Так, максимальная скорость выполнения автомобилем маневров "поворот $R_п$ = 25 м" увеличилась на 4,6 %, "переставки $S_п$ = 16 м" на 7,7 % и "переставки $S_п$ = 20 м" на 9,6 %. Наиболее высокие показатели устойчивости управления автомобилем Урал-4320-31, укомплектованным шинами модели КАМА-429, получены в критических режимах движения при давлении воздуха

Таблица 3

Результаты оценки устойчивости и управляемости автомобиля Урал-4320-31 повышенной грузоподъемности

Параметр	Показатель шины модели				
	КАМА-429				ИД-П284
Давление в шинах колес переднего моста / задней тележки, МПа	0,35/0,56	0,4/0,4	0,56/0,56	0,61/0,61	0,35 / 0,53
Максимальная скорость выполнения маневра "поворот $R_п$ = 25 м", км/ч	43,2	42,3	43,1	42,8	41,3
Факторы ограничения скорости	Занос				Занос и отрыв от опорной поверхности колес левого борта
Максимальная скорость выполнения маневра "переставка $S_п$ = 16 м", км/ч	53,2	53,0	51,2	49,5	49,4
Факторы ограничения скорости	Занос				Занос и отрыв от опорной поверхности правого заднего колеса
Максимальная скорость выполнения маневра "переставка $S_п$ = 20 м", км/ч	—	—	63,8	—	58,2
Факторы ограничения скорости	Занос				Занос и отрыв от опорной поверхности правого заднего колеса

в шинах колес переднего моста и задней тележки соответственно 0,35 и 0, 56 МПа.

Таким образом, наилучшими характеристиками по влиянию на поперечную устойчивость автомобиля имеет шина КАМА-1260 с посадочным диаметром 533 мм. Для обеспечения низкой погрузочной высоты на автомобилях типа Урал-4320-31 (6 × 6, грузоподъемностью 6 т) могут применяться также шины КАМА-429 с посадочным диаметром 508 мм.

Применение других шин, указанных в табл. 1, должно быть ограничено по условиям их грузоподъемности (И-П184 и ОИ-25) и максимальной скорости движения (80 км/ч для шины ИД-П284). Рекомендуемое номинальное давление для этих шин: 0,35 МПА — для передних колес и 0,56 МПа — для задних колес.

Проходимость автомобилей с различными типами шин

Экспериментальная оценка влияния типа шин на опорную проходимость проводилась на автомобиле КАМАЗ-5350 полной массой 15 960 кг, с шинами модели И-П184, ОИ-25, КАМА-1260 и О-184 на трех типах грунта: на ровных горизонтальных участках невспаханного луга, на тех же участках после их вспашки (грунт — суглинок влажностью 20—25 %) и на сухом сыпучем песке.

Сравнительная оценка проходимости автомобиля осуществлялась по следующим показателям: максимальному значению удельной силы тяги $K_т$, развиваемой на крюке, максимальной скорости движения v_{max} и коэффициенту сопротивления $f_б$ буксирования автомобиля. Значения показателей $K_{т\ max}$ и $f_б$ для двух типов шин (И-П184 и ОИ-25) при различном давлении воздуха в них, полученные на сырой луговине и вспаханном суглинке, показаны на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что с уменьшением давления воздуха в обеих шинах коэффициент $K_{т\ max}$ монотонно растет, достигая максимума (0,4 ÷ 0,45) при наименьшем давлении (0,075 ÷ 0,08 МПа), допускаемом по условию работоспособности (безотказности) шины. В то же время величина коэффициента $f_б$ имеет минимум при $P_в$ = 0,14—0,16 МПа. В связи с этим можно считать, что при снижении давления ниже указанного значения возрастают внутренние потери энергии на перекатывание шин — путем буксировки автомобиля, и время движения при $P_в$ < 0,15 МПа должно быть крайне ограниченным.

Наличие слабого минимума коэффициента сопротивления буксированию в зависимости $f_б = f(P_в)$ при некотором значении $P_в$ характерно и для других некоторых шин (И-П184 и ОИ-25) для пахоты и сырой луговины. На сыпучем песке величина $f_б$ монотонно растет.

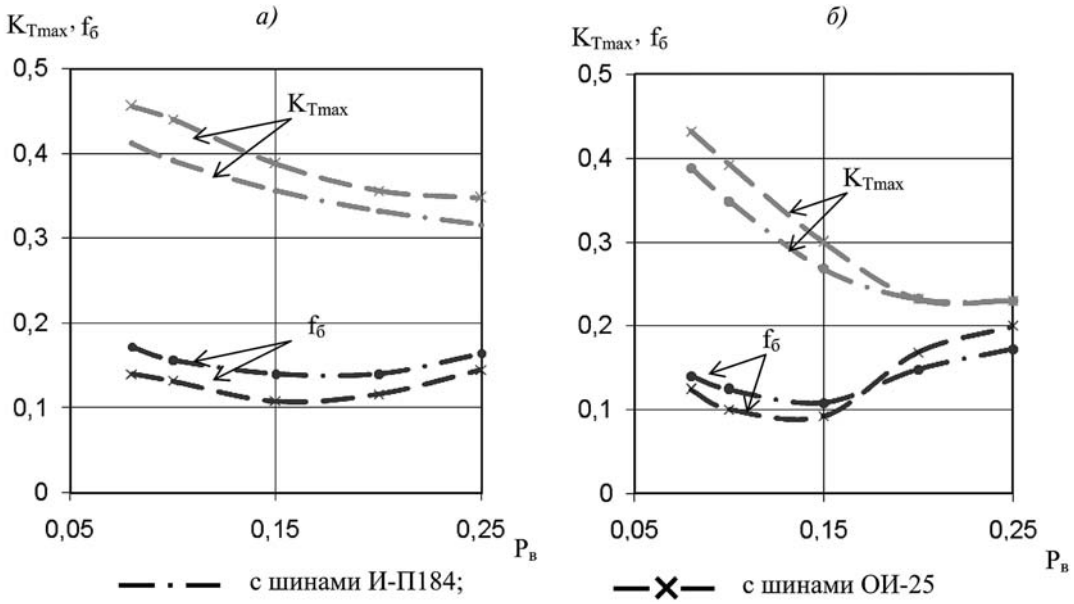

Рис. 1. Изменение максимальной удельной силы тяги на крюке $K_{т\ max}$ и коэффициента сопротивления качению $f_б$ автомобиля с шинами моделей И-П184 и ОИ-25 в зависимости от давления воздуха в них при движении по свеже-вспаханному суглинку влажностью 20—25 % (*а*) и сырой луговине (*б*)

Таблица 4

Показатели опорной проходимости автомобилей КАМАЗ-5350 на деформируемых грунтах с различными шинами

Давление воздуха в шинах, МПа	Тип грунта	Модель шины	Показатель проходимости		
			$f_б$	$K_{т\ max}$	v_{max}, км/ч
0,08	Пахота (суглинок)	И-П184 ОИ-25	0,18 0,14	0,40 0,46	— —
	Сырой луг	И-П184 ОИ-25	0,14 0,12	0,40 0,44	— —
	Сухой сыпучий песок	И-П184 ОИ-25 О-184 КАМА-1260	— — 0,052 0,065	0,26 0,28 0,287 0,254	17,6 19,8 30,0 26,5
0,1	Пахота (суглинок)	И-П184 ОИ-25 О-184 КАМА-1260	0,16 0,13 — —	0,39 0,44 0,444 0,405	17,6 18,2 — —
	Сырой луг	И-П184 ОИ-25	0,12 0,10	0,36 0,39	24,1 28,4
	Сухой сыпучий песок	И-П184 ОИ-25 О-184 КАМА-1260	— — 0,062 0,078	0,23 0,26 0,235 0,196	17,3 20,0 28,1 25,0
0,15	Пахота (суглинок)	И-П184 ОИ-25	0,14 0,15	0,36 0,39	— —
	Сырой луг	И-П184 ОИ-25	0,10—0,12 0,08—0,10	0,26—0,28 0,29—0,34	— —
	Сухой сыпучий песок	И-П184 ОИ-25	— —	0,115—0,125 0,130—0,145	14,8 17,5

Окончание табл. 4

Давление воздуха в шинах, МПа	Тип грунта	Модель шины	Показатель проходимости		
			$f_б$	$K_{т\ max}$	v_{max}, км/ч
0,2	Пахота (суглинок)	И-П184 ОИ-25 О-184 КАМА-1260	0,14 0,12 — —	0,33—0,34 0,35—0,37 0,38 0,34	— — — —
	Сырой луг	И-П184 ОИ-25	0,14—0,15 0,16—0,18	0,24 0,24	— —
	Сухой сыпучий песок	И-П184 ОИ-25 О-184 КАМА-1260	— — 0,011 0,131	0,06—0,10 0,09—0,11 0,111 0,091	11,0 13,5 18,7 18,9
0,25	Пахота (суглинок)	И-П184 ОИ-25 О-184* КАМА-1260*	0,16 0,14 — —	0,320 0,340 0,310 0,287	— — — —
	Сырой луг	И-П184 ОИ-25	0,16—0,18 0,19—0,21	0,23 0,23	— —
	Сухой сыпучий песок	И-П184 ОИ-25 О-184* КАМА-1260*	— — 0,163 0,183	0 0 0,039 0,026	0 0 12,8 13,04

* Давление воздуха в шинах 0,3 МПа.

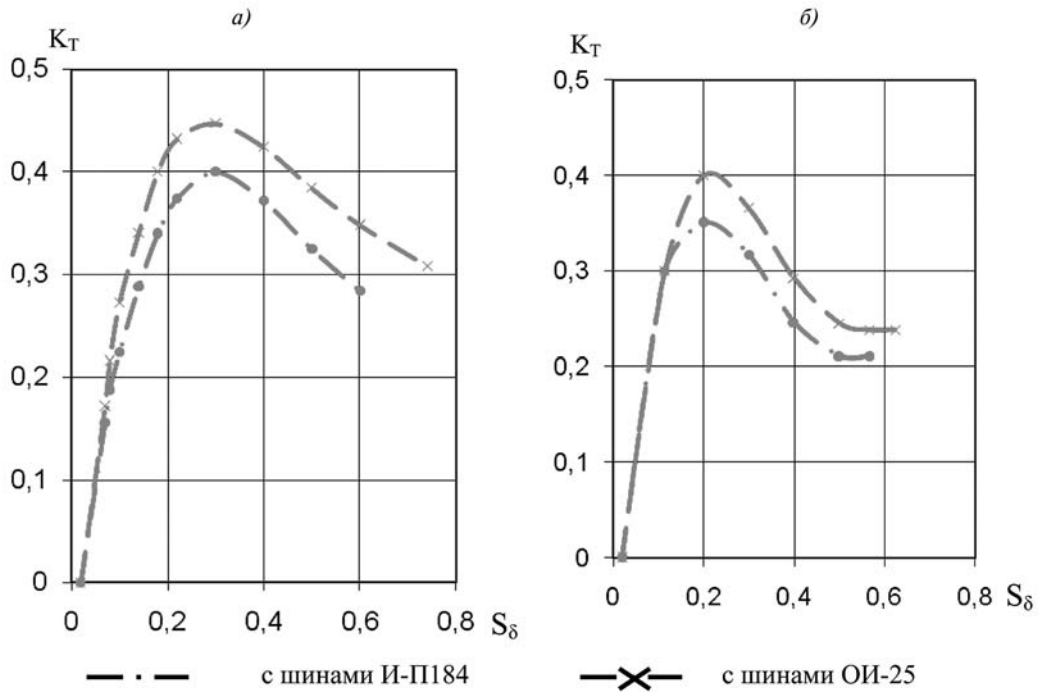

Рис. 2. Изменение удельной силы тяги на крюке $K_т$ автомобиля с шинами моделей И-П184 и ОИ-25 при давлении воздуха в шинах 0,1 МПа в зависимости от коэффициента буксования колес при движении по свежевспаханному суглинку (*а*) и сырой луговине (*б*)

Анализ табл. 4 показывает, что при движении по сухому песку у автомобиля с шинами О-184 во всем исследуемом диапазоне давлений воздуха в них значения максимальной удельной силы тяги на крюке на 8—22 % выше, чем с шинами КАМА-1260.

На таком же песке по сравнению с шинами И-П184 коэффициент $K_{т\,max}$ шины О-184 на 10—14 % больше. Однако по сравнению с шиной ОИ-25 шина О-184 преимуществ на этом грунте не имеет.

На сыром лугу и пахоте по величине $K_{т\,max}$ лучшие результаты по сравнению с другими типами шин показали также шины ОИ-25 и О-184. На указанных типах грунта различия в их показателях не превышали 2,4 %, за исключением режима движения при $P_в = 0{,}25$ МПа, где $K_{т\,max}$ для шины ОИ-25 был на 9,7 % больше.

Преимущество шины ОИ-25 над шиной И-П184 по показателю $K_{т\,max}$ видно также из рис. 2.

Максимальные скорости движения для различных давлений воздуха в шинах на сухом песке на шинах модели О-184 и КАМА-1260 выше, чем на шинах модели ОИ-25, И-П184, также как и на других грунтах, на шинах ОИ-25 максимальные скорости выше по сравнению с шинами модели И-П184. Таким образом, применение на автомобиле шин модели О-184 вместо шин модели И-П184 и КАМА-1260 позволяет заметно улучшить показатели его опорной проходимости.

Чтобы выявить влияние шин на другие эксплуатационные характеристики автомобиля, были проведены лабораторно-дорожные работы по оценке скоростных и тормозных свойств, топливной экономичности, теплового режима, а также пробеговые испытания по всем видам дорог. В результате этих работ было установлено, что такие характеристики, как максимальная скорость движения, тепловые режимы, расход топлива и тормозной путь на этих моделях шин практически одинаковы и отличаются незначительно, причем шины модели О-184 обеспечивают более высокие максимальные скорости движения (на 1,0—1,5 %) и меньший (на 4,5—9,1 %) расход топлива.

Заключение

На основании проведенных исследований для практического применения на автомобилях многоцелевого назначения можно рекомендовать шины:

— КАМА-1260 и О-184 с посадочным диаметром 533 мм, допускаемой нагрузкой до 40 кН и максимальной скоростью до 100 км/ч;

— ОИ-25 и КАМА-429 с посадочным диаметром 508 мм, допускаемой нагрузкой соответственно 30 и 40 кН, и максимальной скоростью до 90 км/ч.

Новые прицепы

Дочернее предприятие "КАМАЗа" в Ставрополе — ОАО "Автоприцеп-КАМАЗ" приступает к выпуску новых видов автоприцепов с улучшенными потребительскими свойствами.

Так, закончена подготовка к производству самосвальных тракторных прицепов СЗАП-8521 и СЗАП-8582 грузоподъемностью 12 т. Начато серийное производство модернизированного полуприцепа СЗАП-9328М шторной конструкции. Первые образцы этой модели уже нашли своих покупателей. Выпущена первая промышленная партия автомобиля-самосвала СЗАП-35172 с трехсторонней разгрузкой на шасси КАМАЗ-65115 и прицепа-самосвала СЗАП-8582 с центрально расположенными осями.

Кроме того, конструкторами предприятия разработаны спецнадстройки на базе шасси КАМАЗ-65117 и КАМАЗ-65115 и прицепы-зерновозы — СЗАП-6385, СЗАП-63851, СЗАП-83053 и СЗАП-8357. Все они после испытаний должны пополнить модельный ряд ОАО "Автоприцеп-КАМАЗ" и будет начато серийное производство. Разработан, сертифицирован и изготовлен опытный образец полуприцепа-автовоза СЗАП-9080 для перевозки прицепов и шасси грузовых автомобилей. Начаты работы по созданию конструкции автомобилей СЗАП-4390 и СЗАП-43901 на шасси КАМАЗ-65117 и КАМАЗ-65115 с кран-манипуляторными установками.

Опыт предприятия и наличие квалифицированных кадров обеспечивают надежность и безопасность в эксплуатации выпускаемой техники. Завод ведет постоянную работу по модернизации и совершенствованию конструкции выпускаемых прицепов и полуприцепов и созданию новых образцов автотранспортных средств для нужд народного хозяйства России.

(Департамент по связям с общественностью ОАО "КАМАЗ")

УДК 629.341-192

В. А. Зенченко, канд. техн. наук, проф., **Н. Н. Чижова,** асп. (МАДИ)
E-mail: chizov nik@mail.ru

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ВЫХОДЕ НА ЛИНИЮ И ВОЗВРАЩЕНИИ В ПАРК

В предложенном материале рассматриваются оценки уровня готовности транспортных средств на момент выхода в транспортный процесс и на момент их возвращения с оценкой остаточного уровня надежности. Для этого проводится факторный анализ, позволяющий выявить проблемные места автомобиля, лимитирующие надежность.

Ключевые слова: *автотранспортные средства, наработка, надежность, отказ, безопасность, эффективность, неисправность.*

В условиях высокой конкуренции в сфере пассажирских автомобильных перевозок к транспортным компаниям и организациям предъявляются жесткие требования по качеству выполняемой транспортной работы и к обеспечению экологической и дорожной безопасности. Это предопределяет для перевозчиков необходимость использования на рынке автомобильной техники нового поколения, обладающей высоким качеством, эффективностью и конкурентоспособностью.

В настоящее время для автотранспортных компаний, наряду со снижением себестоимости использования автотранспортных средств (АТС), актуальным выступает требование к их бесперебойной высокопроизводительной работе. Учитывая, что между операторами-перевозчиками существует жесткая конкуренция на рынке транспортных услуг, возникает острая необходимость в обеспечении высокого уровня работоспособности АТС, направленного на создание условий для эффективной конкурентной борьбы на рынке пассажирских перевозок с обеспечением качественного обслуживания пассажиров.

Ориентация автотранспортных компаний на обеспечение работоспособности предусматривает, в отличие от прошлых подходов, работу с опережением, т. е. оценку состояния АТС при возвращении из транспортного процесса и обеспечение заданного уровня надежности для выхода автомобиля в транспортный процесс в следующий момент времени. Таким образом, это подводит к необходимости оценки уровня готовности ТС не только на момент выхода в транспортный процесс, но и на момент их возвращения и оценки остаточного уровня надежности с целью оперативного восстановления работоспособности АТС.

Для реализации такого подхода необходимо провести факторный анализ, позволяющий выявить проблемные места (узлы, агрегаты и т. п.) автомобиля, на которых необходимо акцентировать внимание, т. е. элементы, лимитирующие надежность. С этой целью проводится качественная оценка уровня влияния отказа на работоспособность АТС (критерий z) и количественная оценка суммарных затрат и потерь, связанных с устранением отказа, потерей транспортной работы, страховыми рисками (критерий K).

В ходе статистической обработки данных рассматривается пессимистичный вариант, предусматривающий учет затрат и потерь, а также времени устранения отказов, определяемых по верхней доверительной границе, а значений наработок на отказ — по нижней доверительной границе.

Формирование совокупности элементов (узлов, агрегатов, механизмов, деталей), лимитирующих надежность АТС, основывается на комплексном учете:

- выявленных типовых отказов элементов АТС — осуществляется в процессе проведения экспериментальных исследований;
- влияния последствий отказов на уровень работоспособности АТС ω

$$\omega(l_{\Omega i}) = \frac{2(k_i - l_{\Omega i} + 1)}{k_i(k_i + 1)}, \qquad (1)$$

где $\omega(l_{\Omega i})$ — весовая оценка влияния отказа или неисправности на работоспособность АТС; k_i — количество элементов из общей их совокупности, отказ которых влияет на работоспособность АТС;

$l_{\Omega i}$ — место, занимаемое отказом в зависимости от его влияния Ω_i на работоспособность;

- оценки времени устранения отказа или неисправности t

$$\bar{t}_{i\gamma}^{\text{В}} = \bar{t} + U_\gamma \frac{\bar{t}}{\sqrt{n_t, \eta_t}}, \qquad (2)$$

где $\bar{t}_{i\gamma}^{\text{В}}$ — верхняя доверительная граница времени устранения отказов для заданной доверительной вероятности γ; $\bar{t}$ — математическое ожидание времени устранения отказа или неисправности; U_γ — квантиль нормального распределения; n_t — количество значений t_i в опыте (эксперименте); η_i — параметр формы для гамма-распределения;

- оценки наработки на отказ и неисправность:

$$\bar{L}_\gamma^{\text{Н}} = \bar{L} - U_\gamma \frac{\bar{L}}{\sqrt{\frac{n_L}{V_L^2}}}, \qquad (3)$$

где $\bar{L}_\gamma^{\text{Н}}$ — нижняя доверительная граница оценки наработок на отказы и неисправности; $\bar{L}$ — математическое ожидание наработок на отказы и неисправности; n_L — количество значений L_i в опыте (эксперименте); η_L — параметр формы для гамма-распределения; V_L — коэффициент вариации наработок на отказы и неисправности;

- оценки затрат на устранение отказа или неисправности S:

$$\bar{S}_\gamma^{\text{В}} = \bar{S} + U_\gamma \frac{\bar{S}}{\sqrt{\frac{n_S}{V_S^2}}}, \qquad (4)$$

где $\bar{S}_\gamma^{\text{В}}$ — верхняя доверительная граница оценки затрат, связанных с устранением отказа или неисправности; $\bar{S}$ — математическое ожидание затрат, связанных с устранением отказа или неисправности; n_S — количество значений S_i в опыте (эксперименте); η_S — параметр формы для гамма-распределения; V_S — коэффициент вариации затрат на устранения отказов и неисправностей;

- оценки потерь дохода от простоя вследствие отказа и неисправности $П$:

$$\bar{П}_{i\gamma}^{\text{В}} = \bar{t}_{i\gamma}^{\text{В}} \bar{Ц}_{\text{ч}} \bar{H}_{\text{пр}}, \qquad (5)$$

где $\bar{П}_i^{\text{В}}$ — верхняя доверительная граница потерь прибыли, связанных с простоем автомобиля в ремонте; $\bar{Ц}_{\text{ч}}$ — средняя часовая себестоимость работы АТС на линии; $\bar{H}_{\text{пр}}$ — средняя норма прибыли от работы АТС на линии;

- оценки затрат, связанных со страховыми рисками ЗСП.

В конечном итоге в результате качественной оценки после проведения нормировки весовых оценок ω получаем значения фактора z:

$$z^*\left(l_{\Omega_i}\right) = \frac{\omega^*\left(l_{\Omega_i}\right) - \bar{\omega}^*\left(l_{\Omega_i}\right)}{\sigma\left[\omega^*\left(l_{\Omega_i}\right)\right]}, \quad \sum_{i=1}^{k_1} z^*\left(l_{\Omega_i}\right) = 0, \qquad (6)$$

а критерий K, полученный в результате количественной оценки и характеризующий уровень суммарных затрат и потерь, вызванных отказами и неисправностями, определяется по формуле:

$$K = \frac{U_\gamma \left[\frac{\bar{t}}{\sqrt{\frac{n_t}{V_t^2}}} + \frac{\bar{S}}{\sqrt{\frac{n_S}{V_S^2}}}\right] + (tЦ_{\text{ч}}) + \bar{S}}{\bar{L} - U_\gamma \frac{\bar{L}}{\sqrt{\frac{n_L}{V_L^2}}}}. \qquad (7)$$

Выявление элементов АТС, лимитирующих надежность, по которым необходимо проводить контроль технического состояния при возвращении автомобиля с линии, основывается на комплексном учете критериев z и K.

Если решены вопросы о наиболее значимых и слабых узлах и агрегатах системы, которые влияют на уровень доходности, то обязательно должен быть решен и вопрос об оперативном управлении запасами запчастей по этим узлам и агрегатам. Это позволит определить ряд показателей:

1) величину разовой поставки (с центрального склада или от дистрибьютора);

2) интервалы поставок;

3) предельный нижний уровень запасов;

4) предельный верхний оптимальный уровень запасов;

5) вероятность обеспечения необходимыми комплектующими на момент обращения объекта.

Данные характеристики, особенно последняя, создают условия для оценки надежности функционирования системы контроля технического состояния с точки зрения интеллектуальных и производственных ресурсов данной системы и с точки зрения материально-технического обеспечения, что, в конечном итоге, обеспечит более высокий уровень предоставления транспортных услуг для населения.

УДК 629.113

Х. А. Фасхиев, д-р техн. наук, проф., **А. В. Крахмалева**, канд. экон. наук,
Уфимский государственный авиационный технический университет
E-mail: faskhiev@mail.ru

ВСТУПЛЕНИЕ РОССИИ В ВТО: ТРЕВОЖНЫЕ ОЖИДАНИЯ РОССИЙСКИХ АВТОМОБИЛЕСТРОИТЕЛЕЙ

Рассмотрены условия вступления России в ВТО. Отмечается, что при снижении таможенных пошлин на грузовые автомобили ожидается рост объема продаж импортных грузовиков на российском рынке на 12—23 %, а на рынке легковых автомобилей сохранятся тенденции, установившиеся в последние годы. Основная доля рынка будет принадлежать импортным автомобилям российской сборки, а доля импорта новых легковых автомобилей будет снижаться.

Ключевые слова: *грузовой автомобиль, легковой автомобиль, рынок, Всемирная торговая организация, цена, импорт, пошлина.*

(Рис. 1—4 на 3-й и 4-й полосах обложки)

После 18 лет переговоров в декабре 2011 г. был подписан протокол о принятии России во Всемирную торговую организацию (ВТО). В срок до 15 июня нынешнего года Государственная Дума должна ратифицировать подписанный протокол. Спустя 30 дней после ратификации российская экономика должна начинать вести свою внешнеэкономическую деятельность с соблюдением правил этой организации. ВТО — правопреемница действовавшего с 1947 г. Генерального соглашения по тарифам и торговле создана с целью либерализации международной торговли и регулирования торгово-политических отношений государств-членов. Идея ВТО заключается в снижении импортных тарифов и взаимном открытии рынков стран—членов организации. В основе ВТО — установление общих принципов международной торговли на принципах равноправия. Одним из главных условий присоединения новых стран к ВТО является приведение их национального законодательства и практики регулирования внешнеэкономической деятельности в соответствие с правилами организации.

Страна, вступившая в ВТО, может рассчитывать на получение следующих социально-экономических преимуществ:

— создание более благоприятных условий доступа на мировые рынки товаров и услуг;

— доступ к механизму ВТО по разрешению споров, обеспечивающему защиту национальных интересов, если они ущемляются партнерами;

— возможность реализации своих текущих и стратегических торгово-экономических интересов;

— выгоды для потребителей заключаются в понижении стоимости и повышении качества жизни за счет выхода на рынок конкурентоспособных товаров и услуг. Например, Suzuki Grand Vitara на рынке члена ВТО — США стоит 18 тыс. долл., а в России — 32—35 тыс. долл.;

— повышение доходов государства за счет роста торгового оборота;

— повышение занятости — за счет роста экспорта;

— защита от лоббирования — государство берет на себя определенные четко обозначенные международные обязательства;

— борьба с коррупцией — отказ от квот, обеспечение прозрачности, гласности.

Практика показывает, что вступление в ВТО дает выгоду тем странам, во внешнеэкономической деятельности (ВЭД) которых в структуре экспорта превалируют товары конечного потребления, а в импорте — сырьевые товары, полуфабри-

каты. Такая структура в товарной номенклатуре ВЭД присуща экономически развитым странам. Россия к таковым не относится, основная доля ее экспорта приходится на минерально-сырьевые ресурсы, а в импорте — на готовые к потреблению товары (таблица). В 2010 г., например, 93,2 % российского экспорта приходилось на долю минерально-сырьевых ресурсов и материалов, а в структуре импорта машины и оборудование, товары готовые к потреблению составляют более 70 %.

Однозначного мнения среди экономистов и общественности по поводу последствий вступления России в ВТО нет, так как при этом одни отрасли оказываются в выигрыше, другие — ощутят на себе явное усиление конкуренции на рынке. Результаты опроса РИА "Новости", проведенные в начале 2012 г., показывают, что 70,3 % респондентов считают, что вступление в ВТО отрицательно повлияет на экономику России, 19,3 % ожидают улучшение ситуации на рынке, а 10,4 %

Товарная структура экспорта и импорта Российской Федерации (по данным Росстата в фактически действовавших ценах)

	1995 г.		2000 г.		2005 г.		2010 г.	
	млн долл.	в % к итогу	млн долл.	в % к итогу	млн долл.	в % к итогу	млн долл.	в % к итогу
Экспорт — всего	**78 217**	**100**	**103 093**	**100**	**241 473**	**100**	**396 644**	**100**
в том числе:								
продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье	1378	1,8	1623	1,6	4492	1,9	9365	2,3
минеральные продукты	33 278	42,5	55 488	53,8	156 372	64,8	272 840	68,8
продукция химической промышленности, каучук	7843	10,0	7392	7,2	14 367	6,0	25 192	6,3
кожевенное сырье, пушнина и изделия из них	313	0,4	270	0,3	330	0,1	307	0,1
древесина и целлюлозно-бумажные изделия	4363	5,6	4460	4,3	8305	3,4	9862	2,5
текстиль, текстильные изделия и обувь	1154	1,5	817	0,8	965	0,4	814	0,2
металлы, драгоценные камни и изделия из них	20 901	26,7	22 370	21,7	40 592	16,8	51 326	13,0
машины, оборудование и транспортные средства	7962	10,2	9071	8,8	13 505	5,6	22 582	5,7
прочие товары	1026	1,3	1603	1,5	2545	1,0	4356	1,1
Импорт — всего	**46 709**	**100**	**33 880**	**100**	**98 708**	**100**	**229 045**	**100**
в том числе:								
продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье (кроме текстильного)	13 152	28,1	7384	21,8	17 430	17,7	36 482	15,9
минеральные продукты	3001	6,4	2137	6,3	3034	3,1	5914	2,6
продукция химической промышленности, каучук	5088	10,9	6080	18,0	16 275	16,5	37 232	16,3
кожевенное сырье, пушнина и изделия из них	167	0,3	126	0,4	275	0,3	1244	0,5
древесина и целлюлозно-бумажные изделия	1104	2,4	1293	3,8	3290	3,3	5897	2,6
текстиль, текстильные изделия и обувь	2644	5,7	1991	5,9	3619	3,7	14 221	6,2
металлы, драгоценные камни и изделия из них	3956	8,5	2824	8,3	7652	7,7	17 568	7,6
машины, оборудование и транспортные средства	15 704	33,6	10 649	31,4	43 436	44,0	101 823	44,5
прочие товары	1893	4,1	1394	4,1	3697	3,7	8663	3,8

считают, что изменений не будет. По оценке Всемирного банка, те отрасли, которые выигрывают от вступления России в ВТО, — это треть российской экономики. В то же время те, которые проигрывают, составляют только 4 %. От вступления в ВТО больше всего выигрывают металлургические компании, так как прекратится квотирование экспорта металлопроката из России в ЕС. Реальные выгоды почувствуют, прежде всего, производители горячекатаного проката, так как по другим позициям экспортные квоты в ЕС российскими комбинатами не выбираются. На рынке США действуют ограничения на экспорт плоского горячекатаного проката из России. Сейчас ведется пересмотр ограничения поставок тонколистового проката, но этот процесс не связан со вступлением в ВТО. Сегодня на металлургию приходится более половины потерь от дискриминационных мер против российских товаропроизводителей на рынках иностранных государств. Присоединение к ВТО позволит решать эти вопросы цивилизованно, в рамках правил мировой торговли.

Положительным последствием данного акта должна стать либерализация экономики и улучшение бизнес-климата в стране, увеличение иностранных инвестиций в российскую экономику, снизится зависимость бюджета от колебаний цен на сырьевых площадках, расширится доступ несырьевых компаний на мировые рынки. Немаловажен и тот момент, что Россия вместе с членством в организации получает рычаги и механизмы воздействия ВТО на своих партнеров за рубежом. По оценкам бывшего министра финансов Алексея Кудрина, присоединение к ВТО даст российской экономике дополнительно около 0,4 % прироста в год, или 3—4 % за 10 лет. По расчетам экономистов Всемирного банка в среднесрочной перспективе вступление России в ВТО приведет к росту российской экономики на 3,3 %, а в долгосрочной — на 11 % [3].

Со вступлением в ВТО будут снижены импортные пошлины практически по всей номенклатуре товаров. Причем "уровень связывания" импортных пошлин будет устанавливаться постепенно: на первом этапе сокращение ставок коснется одной трети всех тарифных позиций, через три года вступят в действие новые тарифы еще по четверти позиций. Самый продолжительный переходной период установлен для мяса птицы (8 лет), легковых автомобилей, вертолетов и гражданских самолетов (7 лет). Среднее снижение пошлин составит по всей группе товаров с 10 % в 2011 г. до 7,8 %. При этом снижение пошлин по различным группам товаров произойдет неодинаково и неодновременно. Так, средний тариф на импорт продукции сельского хозяйства снизится с нынешних 13,2 до 10,8 %, на промышленные товары с 9,5 до 7,3 %; на лекарства с 15 до 5 %; на широкофюзеляжные самолеты с 20 до 7,5 %, на остальные типы — до 12 %; на комбайны с 15 до 5 %, на автомобили с 15,5 до 12,0 % [3]. Импортные пошлины на компьютеры, их комплектующие, технологическое, строительное и научное оборудование, хлопок будут отменены. Экспорт энергоресурсов — основной источник доходов России от внешнеэкономической деятельности ВТО никак не регулируется. Россия обязуется также ограничить сельскохозяйственные субсидии, которые ВТО относит к категории искажающих нормальные условия торговли, уровнем в 9 млрд долл. в 2012 г., а к 2018 г. эти субсидии будут постепенно уменьшены до 4,4 млрд долл.

Естественно, снижение импортных пошлин на товары негативно влияет на объем выпуска аналогичной отечественной продукции, но покупатели и продавцы импортных товаров остаются в выигрыше. Рассмотрим эту закономерность на примере автомобилей. Продавцы, покупатели грузовых и легких коммерческих автомобилей от вступления России в ВТО однозначно выиграют, так как среднее снижение пошлин на новые грузовые автомобили сразу после вступления в ВТО составляет 10—15 %. Так, на новые самосвалы полной массой более 20 т пошлина опустится с нынешних 25 до 10 %, а через три года — до 5 %. На бывшие в эксплуатации от трех до пяти лет самосвалы пошлина упадет с нынешних 30 до 15 %, а через три года — до 10 %. При этом дополнительная ставка 2,2 евро за 1 см^3 двигателя будет вообще отменена. Пошлина 4,4 евро за 1 см^3 для самосвалов возрастом от пяти до семи лет тоже будет заменена ставкой 15 %, которая через три года снизится до 10 %. На самосвалы старше семи лет сразу же после вступления в ВТО пошлина опустится до 1 евро за 1 см^3 двигателя с нынешних 4,5 евро.

Пошлины на новые седельные тягачи после присоединения к ВТО снизятся с нынешних 25

до 15 %, а через три года — до 10 %. На технику, выпущенную от трех до пяти лет назад, пошлина снизится с 30 до 15 %, а через четыре года — до 10 %. Пошлина на седельные тягачи старше семи лет, которая сейчас составляет 2,2 евро на 1 см^3 двигателя, с момента присоединения к ВТО опустится до 1 евро.

Можно ожидать удешевление и легких коммерческих грузовиков. Пошлина на легкие грузовики с бензиновыми двигателями снизится с нынешних 25 до 15 %, а в течение трех лет уменьшится до 10 %. Специфическая денежная ставка при этом сильно не изменится — снизится с 1 евро за 1 см^3 двигателя до 0,6 евро. Резкое снижение пошлин произойдет для легких грузовиков с дизельными двигателями — сразу же после вступления в ВТО пошлины на них снизятся до 10 %.

Как видим по всем позициям ожидается существенное снижение импортных пошлин, что естественно отразится на рынке грузовых автомобилей. Последние три года, с преодолением последствий экономического кризиса, наблюдается интенсивный рост как производства внутри страны, так и импорта грузовых автомобилей (рис. 1), что объясняется интенсивным обновлением перевозчиками чрезмерно устаревшего парка подвижного состава. При выборе подвижного состава все больше перевозчиков отдают предпочтение качественным зарубежным грузовикам. Правда, имеются сдерживающие факторы "нашествия" иномарок — высокая цена автомобилей западных компаний, а китайских — уровень качества и сервиса. Снижение импортных пошлин на фоне растущего рынка активизирует покупателей и продавцов импортной техники. При условии сохранения уровня сложившихся цен на грузовую технику прибыли продавцов возрастут на величину снижения пошлин. По данным ФТС, за девять месяцев 2011 г. в Россию было импортировано 68,8 тыс. грузовиков на сумму 1,7 млрд долл. Если бы снижение пошлин произошло в 2011 г., то экономия продавцов на пошлинах составила бы порядка 250—300 млн долл. С учетом острой конкуренции на рынке, продавцы, скорее всего, будут делиться частью дополнительной прибыли с покупателями, т. е. снизят цены на грузовые автомобили. Снижение цен приведет к увеличению объемов продаж иномарок и снижению продаж отечественных грузовиков.

Прогнозировать количественно снижение продаж грузовиков российских производителей затруднительно. Причина тому, во-первых, трудно прогнозировать величину реального снижения цен на импортные грузовики, во-вторых, для рынка грузовой автотехники нет достоверно установленного значения коэффициента эластичности спроса, который показывает изменение объема спроса при изменении цены на 1 %. Можно утверждать, что коэффициент эластичности для грузовых автомобилей однозначно больше единицы, так как они не относятся к группе товаров первой необходимости, спрос на них чувствителен к цене. При условии, что цены последуют за пошлинами и коэффициент эластичности для грузовиков находится в пределах от 1,2 до 1,5, снижение пошлин сразу после вступления в ВТО на 10—15 % приведет к повышению спроса на импортные грузовики на 12—23 %. Пошлины на подержанные автомобили будут снижаться интенсивнее чем на новые. Вследствие этого спрос на сравнительно дешевые, качественные импортные грузовики увеличится больше чем на вышеприведенные 12—23 %. При этом насколько увеличатся продажи иномарок, настолько же снизятся продажи отечественных грузовиков.

Что касается легковых автомобилей, пошлины на новые иномарки сразу после вступления в ВТО снизятся с нынешних 30 до 25 %. Через три года — с 2016 г. в течение четырех лет пошлины снизятся на 2,5 % ежегодно до 15 %. Со вступлением в ВТО на подержанные иномарки старше 7 лет импортные пошлины не изменятся. На иномарки возрастом 3—7 лет пошлины снизятся с 35 до 25 % сразу после вступления в ВТО, а через семь лет — до 20 %. Ставка, привязанная к рабочему объему двигателя, уменьшится с 1,2—2,8 евро за 1 см^3 двигателя до 0,7—1,6 евро.

Как видно, одномоментного снижения пошлин на иномарки не произойдет, что скажется на ситуации на рынке легковых автомобилей. В переходной период на рынке легковых автомобилей будет происходить интенсификация тех процессов, которые наметились в последние годы. Тектонический сдвиг в автостроении России начался в 2005 г. Тогда в обмен на беспошлинный ввоз комплектующих 18 мировых производителей

подписали с правительством соглашение о промышленной сборке легковых автомобилей. Условия соглашений были благоприятными для инвесторов, позволяли существенно экономить на пошлинах, наращивать объемы продаж своей продукции на российском рынке. Получив льготные условия, "Ниссан", "Тойота", "Хенде", "Дженерал Моторс" построили сборочные заводы в Ленинградской области, "Пежо-Ситроен", "Фольксваген", "Митсубиси" — в Калужской области, "Фиат", "Исузу" — в г. Елабуге, "Рено" — в г. Москве. "Мазда", "Тойота" и ряд корейских автозаводов налаживают производство в г. Владивостоке. Автоконцерны вложили инвестиции в общей сложности на 2,8 млрд долл., и выпущенные ими автомобили вместе с учетом российских марок в 2011 г. составили 75 % рынка (рис. 2). Российский авторынок один из наиболее динамично растущих в мире, растет по тем же законам, что и остальные цивилизованные рынки, привлекателен для крупных мировых автогигантов. Правда, у медали есть и обратная сторона — из-за таможенных льгот иностранным производителям российский бюджет за 2005—2011 гг. недополучил около 6 млрд долл.

Российский авторынок в 2011 г. с объемом продаж 2,65 млн автомобилей на сумму 1,5 трлн руб. стал вторым в Европе после Германии (3,1 млн автомобилей) и продолжает ежегодно расти на 30—40 % (в 2011 г. на 39 %). При этом растет и "средняя цена" покупаемого на рынке автомобиля. Так, если в 2010 г. она была 18,9 тыс долл., то в 2011 г. выросла до 23,5 тыс. [1]. Сейчас все больше россиян при выборе автомобиля предпочтение отдают импортным моделям, и эта тенденция необратима. Так, если в 1994 г. в российском парке легковых автомобилей доля иномарок была 5 %, то в 2011 г. — 41,6 %. К тому же в количественном выражении парк иномарок в нашей стране за это время вырос более чем в 20 раз. С повышением платежеспособности населения спрос на отечественные марки будет только снижаться. Наш рынок в будущем будет наполняться автомобилями, произведенными в России иностранными компаниями. Он очень привлекателен для автомобильных компаний. В экономически развитых странах сейчас на 1000 человек приходится 400—500 автомобилей, а в России — 246 (рис. 3). При европейских "стандартах" российский парк легковых автомобилей должен составить 60—70 млн автомобилей, а фактически он равен 36,6 млн, т. е. почти в 2 раза меньше. Автопрому в ближайшие годы надо пополнить этот дефицит в объеме около 30 млн автомобилей. Кроме того, если принять средний срок службы автомобиля 10 лет, то только для замены выбывших из эксплуатации автомобилей россиянам необходимо приобретать 3,6 млн автомобилей ежегодно. Ситуация с парком фактически еще острее — 43 % (15,7 млн единиц) автомобилей старше 12 лет, и в ближайшее время они должны быть списаны, так как ни по экологическим, ни по техническим характеристикам не соответствуют современным требованиям. Государство всячески должно стимулировать обновление автопарка, что, во-первых, положительно скажется на экологию городов, во-вторых, безопасности дорожного движения, в-третьих, улучшатся финансовые результаты автопроизводителей, если не будет продаж новых автомобилей, инвестиции на новые модели не окупятся.

Коренных изменений тенденций на рынке легковых автомобилей России в ближайшие годы не ожидается, так как льготные условия промышленной сборки сохранятся до 2018 г., т. е. до момента снижения импортных пошлин до минимума. Данное обстоятельство было одним из ключевых препятствий для вступления России в ВТО. С 1 июля 2011 г. вступили в силу новые условия промышленной сборки легковых автомобилей в России. По ним автопроизводители должны запустить производство мощностью 300 тыс. автомобилей в год (было 30 тыс.) и за восемь лет достигнуть уровня локализации 60 % в обмен на льготные (0—5 %) таможенные пошлины на ввоз автокомпонентов до конца 2020 г. Поскольку по нормам ВТО все участники рынка должны находиться в равных условиях, ЕС требовал сократить сроки соглашений до 2016 г., чтобы установить единый для всех производителей уровень таможенных пошлин. Кроме того, ЕС настаивал на снижении процента локализации по новым соглашениям о промышленной сборке, поскольку из-за этого мог снизиться импорт автокомпонентов в Россию и европейские производители потеряли бы рабочие места.

В итоге, Россия согласилась сократить срок действия таможенных льгот до 1 июля 2018 г. Но чтобы выполнить свои обязательства перед авто-

концернами, согласившимися на условия промышленной сборки, до окончания действия соглашений (2020 г.) Россия будет компенсировать их затраты на уплату пошлин из бюджета — расходы могут составить $350—600 млн в год. Россия также будет компенсировать иностранным производителям возможное снижение импорта автокомпонентов из-за высокого уровня локализации в рамках новой промышленной сборки. Компенсации будут реализованы через механизм тарифных квот. Соглашение России с ЕС предусматривает, что если по итогам года объем импорта автокомпонентов из Европы снизится на 3 % по отношению к уровню 2010 г., то для европейских производителей будет открыта тарифная квота, соответствующая уровню снижения объема импорта. В рамках квоты импортные пошлины на компоненты будут снижены до 0—5 %. Но квота будет сокращаться, если снижение импорта произойдет на фоне общей стагнации авторынка. Если уменьшение продаж новых автомобилей в России снизится на 25—45 %, на каждый 1 % его снижения, размер компенсационной квоты будет уменьшаться на 3,5 % общего уровня квоты. Если продажи автомобилей в России уменьшатся на 45 %, то тарифная квота перестанет действовать.

К сроку завершения семилетнего переходного периода локализация производства иномарок должна достигнуть максимума, будут созданы современные заводы по выпуску автокомпонентов. Ожидается снижение затрат автопроизводителей на логистику. В итоге эти усилия должны обеспечить конкурентоспособность российских иномарок перед прямым импортом. Но импорт, естественно, не сведется к нулю, так как невозможно удовлетворить широкий спрос потребителей только автомобилями российского производства. На российском рынке сейчас продается более 400 моделей легковых автомобилей, причем около 170 из них в объеме более 1000 шт. По экспертным данным доля прямого импорта на российском рынке составит 20 %.

Участники соглашения промышленной сборки крайне заинтересованы в недопуске на российский рынок подержанных автомобилей, так как это негативно отразится в объемах производства. С учетом того, что по условиям соглашения иностранные производители обязаны развернуть мощности на производство не менее 300 тыс. автомобилей, им придется задумываться об экспорте собранных автомобилей. В 2011 г. Россия увеличила экспорт автомобилей на 30 %, правда львиная доля экспорта приходится на страны СНГ. Если иностранным производителям удастся добиться на российских заводах такого же уровня качества продукции, как и на основных своих производствах, то им "по плечу" рынки и развитых стран. Пока, по отзывам производителей, у них в этой сфере есть нерешенные проблемы, прежде всего, в сфере набора высококвалифицированного персонала.

Изменение условий работы на российском рынке и вступление в ВТО наверное остановят процесс создания новых сборочных производств на территории России. Так, "Сузуки" уже отказалась от полученного мандата на строительство автосборочного производства. Та же судьба, скорее всего, ждет подписанные проекты "Хонды" и "Субару". Все семь заявок китайских автопроизводителей на открытие сборочных производств были отвергнуты Минпромторгом России, так что китайское нашествие на наш авторынок пока отменяется.

На российском рынке легковых автомобилей установлена устойчивая связь объема продаж автомобилей ценами на нефть референсной марки Brent. С ростом цены на нефть происходит и рост курса рубля относительно доллара США, увеличиваются объемы продаж легковых автомобилей. Эта закономерность по данным экспертов журнала "Авторевю" четко просматривается последние 10 лет (рис. 4) [2]. Можно предположить, что ситуацию на автомобильном рынке в ближайшие годы будет определять не снижение таможенных пошлин, а "здоровье" мировой экономики, которое непосредственно сказывается на макроэкономических показателях России, в том числе уровне платежеспособности населения.

За годы экономических реформ российский автопром глубоко интегрировался в мировое автопроизводство и потерял свою самостоятельность. Интеграция произошла за счет применения в конструкциях импортных комплектующих, продажи части акций предприятий иностранным компаниям, сборки на конвейерах отечественных автозаводов иностранных моделей. Например, у КАМАЗа в партнерах один из самых крупных автопроизводителей Даймлер, АвтоВАЗ и финан-

сово и конструктивно интегрировался в состав группы Рено-Ниссан, и будет комплектоваться узлами и агрегатами этих автогигантов. В ближайшее время группа планирует инвестировать 4 млрд долл. на новый завод по производству двигателей мощностью 500 тыс силовых агрегатов в год. Этими двигателями будут комплектоваться не только вазовские модели, но и Рено, Ниссан, следовательно, увеличатся конкурентные позиции автомобилей волжского завода. Есть надежда, что экспорт АвтоВАЗа в будущем существенно превысит прошлогодние показатели — 56 тыс автомобилей. В этом году автозавод увеличит производство поставленного на серию в октябре 2011 г. Lada Granta, а также начнет сборку универсала Lada Largus и Nissan Bluebird. Эти масштабные проекты потребуют увеличения штата на несколько тысяч. Сегодня на заводе работают 66,1 тыс. человек, силами которых в 2012 г. планируется производить 710 тыс автомобилей, т. е. по 11 автомобилей на человека в год. Эффективно ли работает завод? Ответ на этот вопрос дает статистика мировых лидеров автопромышленности. Например, в 2010 г. на заводах Тойота работали 317,7 тыс. человек, которые произвели за год 8 557 351 автомобиля, т. е. каждый тойотовский сотрудник, собирая почти 27 машин в год, работает почти в 2,7 раза эффективнее автовазовского. Volkswagen с 18 машинами в год на человека (399,4 тыс. сотрудник и 7 341 065 машин) показывает результаты похуже, но все равно почти вдвое лучше автовазовских. Если АвтоВАЗ по производительности подтянется к уровню мировых производителей, обновлять модельный ряд теми темпами, как это делает в последние годы, повысить качество выпускаемой продукции, то на рынке ему место гарантировано.

Спрос на малобюджетные автомобили существует везде, а модельный ряд АвтоВАЗа для рынка России и стран СНГ является самым подходящим. Есть надежда, что спрос на продукцию АвтоВАЗа увеличится и вследствие одновременного увеличения в 2,5—3 раза денежного довольствия сотрудников силовых структур. Это "армия" потенциальных потребителей продукции автопрома немалая — около 5 млн человек. Практически каждый восьмой мужчина в стране — служит в силовых структурах. Командир взвода — лейтенант, получающий с 1 января 2012 г. зарплату 58,5 тыс. руб., уже будет в состоянии оплатить кредит на покупку автомобиля. В ближайшее время автомобильный рынок ощутит результат повышения зарплат военных. Кстати этот фактор будет сдерживать снижение цен на автомобили.

Основная проблема автомобильной отрасли России была и остается — низкое качество продукции. Если выразиться образно, то советский автопром плел "лапти", когда в мире производили и носили модные и удобные "туфли". Российское и мировое автомобилестроение, начиная с 70-х годов, развивались, находясь на разных плоскостях, как по качественным, так и по ценовым параметрам. Условия хозяйствования, цели, задачи автозаводов разных миров, естественно, в корне отличались. Направляющим стержнем производителя в конкурентной среде является достижение своих целей путем удовлетворения потребителей, тогда как в планово-директивной экономике балом правил вал и "железный" принцип "а если завтра война". Подтверждение тому, абсолютное большинство грузовиков красили в цвет "хаки". Многие поставщики российских автозаводов не могли обеспечить даже минимально низкое по мировым меркам требование к качеству комплектующих — не более одной бракованной детали из 100, тогда как у ведущих автопроизводителей норма — не более 30 на 1 млн изделий. Если учесть, что автосборочные заводы в среднем 70 % деталей, агрегатов получают от внешних поставщиков, а автомобиль состоит более чем из 20 тыс. деталей, можно представить насколько качество автомобиля зависит от партнеров.

Лишь в 90-е годы под влиянием конкуренции российские автозаводы освоили "туфли" существенно уступающие импортным — даже бывшим в употреблении. Догонять иностранных производителей, следуя за ними, отечественным заводам не удастся, так как они не только не стоят на месте, а за счет внедрения системных инноваций во все сферы своей деятельности "мчатся" вперед, чтобы не отставать от конкурентов в гонке за рынками. Результат этой гонки россияне увидели, когда иномаркам открыли российский рынок. По результатам опроса, проведенного ВЦИОМ в 2009 г., среди 1600 человек из 140 населенных пунктов России лишь 12 % россиян планировали купить новые отечественные автомобили. В 2006 г. таковых было 35 %, т. е. россияне сделали однозначный выбор в пользу иномарок.

Выжившие отечественные автозаводы, хотя и с опозданием, поворачиваются лицом к потребителю. У всех у них внедрены системы менеджмента качества ИСО 9000:2008, производятся оценка и выбор поставщиков, в конструкции шире используются импортные комплектующие, создаются новые модели с оглядкой на конкурентов, осваивается передовой опыт мировых производителей в области качества. Так, на АвтоВАЗе с 2009 г. действует "Программа повышения качества и удовлетворенности потребителей Lada", внедряется новая методика оценки качества выпускаемых автомобилей с участием обычных покупателей. За два года действия программы, по данным пресс-службы предприятия число претензий владельцев "Калины" и "Приоры" снизилось на 50 %. С 2009 г. Волжскому автозаводу удалось улучшить качество поставляемых комплектующих на 85 %, а также поднять качество пластмассовых изделий до уровня зарубежных производителей. Такие выводы сделаны на основе исследований автомобилей возрастом до полугода.

Предприятия, проигнорировавшие рыночную аксиому — основа выживания и успеха в удовлетворении требований потребителя, в конкурентной среде влачат жалкое существование как АМО ЗИЛ или вообще прекратили деятельность. Яркий тому пример — Москвич, Ока (Завод микролитражных автомобилей КАМАЗа), Волга (легковое производство ГАЗа). Пример завоевания рынка наглядно демонстрирует Hyundai со своей новой моделью, созданной специально для России — Solaris. Это качественный, сравнительно дешевый седан в 2011 г. стал самой продаваемой иномаркой в России. В 2012 г. за первый месяц продано 10 208 Солярисов — рост на 86 % при общем росте всего рынка на 20 %. В этот же период объем продаж вазовских моделей снизился на 21 %. Среди моделей АвтоВАЗа лидерами рынка остаются Lada Kalina, продажи которой практически не изменились и составили 8532 авто (+1 %), а также Lada Priora с 7570 авто (–2 %). Новая Lada Granta, которая должна стать новым флагманом отечественного автопрома, продается пока скромно — за январь дилеры реализовали всего 1967 автомобилей.

Для производителей, интегрированных в мировую экономику, вступление России в ВТО будет лишь благо. При соблюдении новых правил промышленной сборки по расчетам ожидается рост вклада автомобильной промышленности в ВВП России с нынешнего 1 до 3 %. Это принесет в экономику дополнительные 2,2 трлн руб.

Таким образом, вступление России в ВТО усилит интеграционные процессы отечественных автопроизводителей в мировую экономику и расширения их экономического взаимодействия с иностранными партнерами. Построенные согласно нормативным актам ВТО производственная и торговая политика дадут иностранным компаниям долгосрочные правовые гарантии и повысят инвестиционную привлекательность, что позволит привлечь капитал в страну. Что касается снижения пошлин, предусмотренных по условиям ВТО, то период их вступления в силу сильно растянут по времени и завершится не ранее, чем через семь лет. Поэтому быстрого, а главное — заметного снижения цен на импортные легковые автомобили, скорее всего, не произойдет. Необходимо учесть и такой фактор, серьезно влияющий на цены на автомобильном рынке, как инфляция, которая может "съесть" весь возможный эффект от снижения импортных пошлин. К серьезному удорожанию импортных товаров приводит и НДС, который после вступления России в ВТО остается без изменения, и будет невелировать эффект снижения импортных пошлин. Возможно также, что снижение цен станет не прямым, а косвенным: например, после того, как пошлина снизится, продавцы не перепишут ценники, а предложат покупателям автомобили с чуть расширенным списком стандартного оборудования за прежние деньги. Таким образом, средневзвешенные цены на иномарки изменятся несущественно. На рынке же грузовой автотехники конкуренция однозначно усилится, отечественным автозаводам придется уступить около 25 % рынка более качественным импортным грузовикам. В выигрыше от вступления России в ВТО будут потребители, поскольку, чем сильнее конкуренция, тем им комфортнее.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Гурдин, К**. Новый мотор экономики [Текст] / К. Гурдин. — Аргументы недели. — 2012. — № 2.
2. **Владимирский, И**. Реабилитация [Текст] / И. Владимирский. — Авторевю. — 2011. — № 3.
3. **ВТО:** Средний тариф на импорт в РФ снизится до 7,8 % с 10 % в 2011 г. http://top.rbc.ru/finances/10/11/2011/624492.shtml.

УДК 629.113

С. М. Мороз, д-р техн. наук, МАДИ
E-mail: sm-moroz@mail.ru

НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВАМ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОСМОТРЕ

Показаны недостатки новых требований к колесным транспортным средствам, предназначенных для применения при техническом осмотре.
Критикуются отсутствие влияния изменений на безопасность автомобильного парка.
Проанализированы частные и системные причины появления нормативных документов с подобными недостатками, приведены предложения по их преодолению.

Ключевые слова: *безопасность, колесные транспортные средства, система, требования, технический осмотр, реформа, организация.*

В очередной раз изменен перечень требований к транспортным средствам при техническом осмотре. Эти изменения не дают повышения безопасности: в новом перечне нет всех необходимых требований и введены излишние. Снизится влияние реформируемого техосмотра безопасность, как "диспансеризации" транспортных средств.

Приложением № 1 к Правилам проведения технического осмотра транспортных средств[1] с 2012 г. введены новые требования к колесным транспортным средствам (КТС) для применения при техническом осмотре. При этом эксплуатационные требования технического регламента "О безопасности колесных транспортных средств" не отменены. Однако Федеральный Закон от 27.12.2002 г. № 184 "О техническом регулировании" предписывает введение обязательных требований к безопасности технических объектов исключительно через технические регламенты. В данной ситуации предписания Закона нарушены, так как одновременно действует несколько разных систем требований к безопасности КТС в эксплуатации.

Новая система требований предназначена для технического осмотра. Но для чего тогда предназначены аналогичные требования Технического регламента? Для автосервиса, ТО и ремонта? И чему будут служить отличия в требованиях при техосмотре и автосервисе? Уж точно, не обеспечению безопасности автомобильного парка или ответственности исполнителей, которым не станет проще работать ни в автосервисе, ни при техосмотре.

Но этого мало, применяется еще и третья система требований[2] для пресечения эксплуатации транспортных средств с выраженными неисправностями, посредством применения штрафных санкций к собственникам КТС (при наличии отсылок на эти требования в КоАП). Этот Перечень сам по себе не идеален, но настораживает другое. Новый документ не содержит всех требований указанного Перечня и никак не соответствует номенклатуре установленных в нем требований. Иными словами, санкции Перечня будут предъявляться, в том числе, и при выявлении несоот-

[1] Утвержены Постановлением Правительства России от 5.12.2011 г. № 1008.

[2] Перечень неисправностей и условий, при которых запрещается эксплуатация транспортных средств. Приложение к Основным положениям по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанностям должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения (в ред. Постановлений Правительства РФ от 21.02.2002 № 127, от 14.12.2005 № 767, от 28.02.2006 № 109, от 16.02.2008 № 84, от 24.02.2010 № 87 от 10.05.2010 № 316).

ветствий технического состояния, которые не подлежат выявлению при техосмотре!

В ПДД содержится еще одна система требований к безопасности КТС в эксплуатации с наиболее жесткими санкциями за их несоблюдение. Таким образом, к безопасности КТС в эксплуатации у нас применяются четыре системы требований разной детализации, степени жесткости нормативов и санкций за нарушения.

Новые же требования по жесткости нормативов и объему предписаний отличаются от международных норм, действующих в ЕС. В результате, не только новые требования не гармонизированы с международными, но и новый талон технического осмотра не эквивалентен действующему в Европе и России Международному сертификату технического осмотра (МСТО). Пока западноевропейские конкуренты российских международных перевозчиков не воспользовались уязвимостью наших требований, необходимо безотлагательно гармонизировать российскую нормативную базу эксплуатационных требований с действующими международными предписаниями.

Новые требования сформированы посредством ссылок на 12-летний ГОСТ Р 51709—2001[3] и выборочного заимствования некоторых требований также уже безнадежно устаревшего российского технического регламента "О безопасности колесных транспортных средств"[4], вместо которого в 2011 г. принят новый Технический регламент Таможенного союза "О безопасности колесных транспортных средств"[5]. Именно этот новейший технический регламент Таможенного союза, гармонизированный с международными требованиями, рациональнее было бы использовать при техосмотре. Вместо этого наспех и со смысловыми ошибками подготовлена неквалифицированная дефектная компиляция уже устаревших документов. В объяснение разработчики декларировали только стремление к сокращению трудоемкости осмотра, но отнюдь не заботу о безопасности автомобильного парка.

Из содержания первых же требований нового документа явствует невежество (другое слово трудно подобрать) разработчиков. Так, п. 1 предписывает "соответствие эффективности и устойчивости транспортного средства при торможении пункту 4.1 ГОСТ Р 51709—2001", а п. 2 — содержит нормативы относительной разности тормозных сил колес оси. Отсюда очевидно не только непонимание значения термина "устойчивость транспортного средства при торможении" и наличия в ГОСТ Р 51709—2001 разных параметров и нормативов для ее оценки на стендах и в дорожных условиях. Существеннее, что п. 1 разрешает пользоваться любым из методов и дает нужные нормативы, а п. 2 — позволяет только стендовую проверку! Это неприятнейшая двусмысленность документа.

Документ оставил в силе устаревшие нормативы эффективности торможения ГОСТ Р 51709—2001, хотя в Европе уже три года действуют более дифференцированные нормативы, предусматривающие ужесточение для современных, сравнительно недавно изготовленных КТС.

Из документа необъяснимо исключены ограничения по применению шин с восстановленным протектором; по недопустимости одновременного применения на одном КТС и шипованных, и нешипованных шин; по запрещению демонтирования системы нейтрализации отработавших газов и др. Суммарная трудоемкость проверки этих требований ничтожна, а использование индикаторов износа уменьшает, а не увеличивает трудоемкость. Исключение этих требований нельзя объяснить сокращением продолжительности техосмотра. Оно никак не идет на пользу безопасности на дорогах.

В п. 18 новых требований необоснованно введена обязательность соответствия всех КТС, в том числе и прежних годов выпуска, действующим ныне предписаниям Правил № 48 ЕЭК ООН. Но

[3] ГОСТ Р 51709—2001. "Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки". — М.: Издательство стандартов. 2001. 30 с.

[4] Технический регламент " О безопасности колесных транспортных средств". Утвержден Постановлением Правительства Российской Федерации от 10 сентября 2009 г. № 720 (в ред. Постановления Правительства РФ от 10.09.2010 № 706).

[5] Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 "О безопасности колесных транспортных средств". Утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. (см. приложение к журналу "Грузовик" №№ 4—7 2012 г.).

это неприменимо к КТС, изготовленным 10—15 лет назад, так как сами требования Правил ЕЭК ООН со временем изменяются. Их предъявление к "старым" КТС в составе парка потребует внесения изменений в конструкцию. Это требование было прежде по ошибке введено, а затем исключено из ГОСТ Р 51709—2001, но разработчики новых требований ни о чем подобном, вероятно не слышали.

И совсем уж необъяснимо введение требований к лебедке и механизмам подъема-опускания запасного колеса на автомобилях и выдвижных опор полуприцепов. Разработчики не осознали, что полуприцепы согласно Федеральному закону № 170 не подлежат осмотру. Но и этого мало, вследствие широкого применения на КТС ручных лебедок и механизмов без электропривода их проверка при техосмотре по времени примерно соответствует трудоемкости всех остальных операций осмотра. К чему же это нововведение?

Абсурдом представляется в новом документе заимствование требований ГОСТ Р 51709—2001 к прицепам и полуприцепам по предохранительным цепям, тягово-сцепным устройствам, надколесным грязезащитным устройствам, задним и боковым защитным устройствам, противооткатным упорам, сцепным петлям (в том числе, прицепам категории O_1), исключенных Федеральным законом № 170 из числа подвергаемых осмотру.

Рациональность этого исключения вызывает сомнения — ведь за ним стоит безопасность более 1,48 млн прицепов и полуприцепов, на которые приходится 4,6 % автомобильного парка. Фактически, это поставленный законодательством эксперимент над динамикой дорожно-транспортной аварийности. Но требования к транспортным средствам должны все же согласовываться предписаниями Закона!

В новых требованиях для чего-то приведены два частных указания по недопустимости внесения изменений в конструкцию отдельных узлов, но необъяснимо упущены общие указания по запрещению или разрешению внесения изменений в конструкцию десятков и сотен остальных узлов и агрегатов. В частности, не предусмотрено запрещение внесения изменению в конструкцию и комплектность установленного газобаллонного оборудования при эксплуатации КТС и указания по порядку оформления таких изменений при эксплуатации (в том числе, при ремонте газобаллонного оборудования, замене редуктора или баллона).

Вопреки интересам обеспечения безопасности в новом документе исключена проверка крепления элементов газобаллонного оборудования (редукторов, газовых и бензиновых клапанов, трубопроводов, шлангов, смесителей, газовых форсунок, фильтров, электронных блоков, электропроводки, вентилей, заправочных устройств, баллонов). А ведь это важнейшее для газобаллонных КТС требование, общепринятое во всех автомобилизированных странах.

Вразрез с практикуемой в международных требованиях пунктуальной регламентацией содержания маркировки газовых баллонов на КТС (серийный номер; вместимость; обозначение "СНГ" или "КПГ"; контрольное давление; "максимальная степень наполнения", год, месяц и знак официального утверждения; обозначение "НАСОС ВНУТРИ" и его маркировка и др.), в новом документе предусмотрено только нанесение "паспортных данных".

И такие пробелы и отступления от интересов безопасности автомобильного парка можно встретить во всех разделах нового документа.

Неправилен подход в новом документе и к отбору требований для технического осмотра: их нельзя субъективно смягчать или ими манипулировать. И не может быть двух разных систем требований к безопасности транспортных средств в эксплуатации. Или одна из них неполна, или в другой присутствуют излишние требования. Требование правомерно в том случае, если предупреждает аварийность и его выполнение проверяемо. Если требование удается без ущерба для безопасности исключить — значит оно изначально излишнее, было введено ошибочно или в рекламных целях.

Совершенствование требований допустимо только через научные обоснования. В противном случае и состав требований, и его изменения, и предъявление (т. е. сам техосмотр) служат не безопасности дорожного движения, а ширмой для мас-

штабного сбора средств с автовладельцев в интересах участников "техосмотрового" действа.

Примечательно также несоответствие рассматриваемым вновь введенным требованиям к КТС номенклатуры средств технического диагностирования, предусмотренных для использования при техническом осмотре Приказом Минпромторга России от 6.12.2011 г. № 1677 "Об утверждении основных технических характеристик средств технического диагностирования и их перечня". Каждое из таких расхождений вынудит тысячи операторов технического осмотра приобретать оборудование для выполнения проверок, исключенных новыми требованиями.

Дефекты нового документа видны десяткам тысяч автотранспортников, специалистам-практикам, участникам работ по техническому осмотру, но не разработчикам этой новации.

Какие же меры оградят подготовку важнейших для страны норм от последствий "предпринимательства" на ниве финансирования отраслевой науки?

Давно запаздывает реформа организации отраслевой научной деятельности в России. Не раз декларировались следующие постулаты.

1. От финансирования "вывесок" (т. е. администраций) институтов перейти к реальному финансированию авторитетных групп и единичных специалистов, способных к решению научных задач и найму нужных администраторов.

2. Ввести институты независимой экспертизы результатов разработок научным сообществом.

3. Ввести опубликование результатов открытых исследований, выполненных на бюджетные средства.

4. Системно применять критерии традиционных моральных ценностей и профессиональной этики в отраслевых научных сообществах в противовес всеобщей коммерциализации научной деятельности.

5. Реформировать условия тендеров на выполнение НИР для пресечения "предпринимательства" на бюджетном финансирования НИР, т. е. отвлечения львиной части средств на институтские администрации и "откаты".

Реализация этих мер путем перенаправления финансирования непосредственным разработчикам и исследователям будет равноценна по меньшей мере двукратному повышению отраслевого финансирования НИР и бесценному в наших реалиях оздоровлению морального климата в отраслевой науке и околонаучной среде ее бюджетного и внебюджетного финансирования. Эти меры необходимы органам власти как важнейший инструмент модернизации инновационной сферы экономики, а для самой этой сферы станут настоящим давно ожидаемым реформированием.

Возвращаясь к техническому осмотру, в качестве мер дальнейшего совершенствования его нормативной базы органами исполнительной власти и вне зависимости от направленности реформирования организации проведения осмотра, представляются полезными следующие.

1. Взамен требований Приложения № 1 к "Правилам проведения технического осмотра транспортных средств" ввести применение Технического регламента Таможенного союза "О безопасности колесных транспортных средств".

2. Переработать и перенести в Технический регламент Таможенного союза "О безопасности колесных транспортных средств" Перечень неисправностей и условий, при которых запрещается эксплуатация транспортных средств.

3. Переработать типаж оборудования, необходимого для применения при техническом осмотре, взамен введенного Приказом Минпромторга России от 6.12.2011 г. № 1677 "Об утверждении основных технических характеристик средств технического диагностирования и их перечня".

4. Организовать разработку проекта ГОСТ (свода правил), устанавливающего методы проверки соответствия безопасности транспортных средств в эксплуатации требованиям технического регламента ЕЭП "О безопасности колесных транспортных средств".

УДК 621.426

В. А. Марков, д-р техн. наук, МГТУ им. Н. Э. Баумана, **С. Н. Девянин**, д-р техн. наук, МГАУ им. В. П. Горячкина,
К. С. Мизев, аспирант, МГТУ им. Н. Э. Баумана
E-mail: markov@power.bmstu.ru

РАБОТА ТРАНСПОРТНОГО ДИЗЕЛЯ НА СМЕСЯХ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА И КУКУРУЗНОГО МАСЛА

Рассмотрены возможные пути использования кукурузного масла в качестве топлива для дизелей. Проведены экспериментальные исследования дизеля Д-245.12С на смесях дизельного топлива и кукурузного масла различного состава. Показана возможность улучшения показателей токсичности отработавших газов при использовании этих смесей в качестве топлива для автомобильных дизелей.

Ключевые слова: *дизельный двигатель, дизельное топливо, кукурузное масло, смесевое биотопливо.*

Одной из острейших проблем современного двигателестроения и всей энергетики в целом является истощение нефтяных месторождений, рост дефицита нефтепродуктов и необходимость поиска альтернативных энергоресурсов. В настоящее время в мире ежегодно добывается около 5 млрд т нефти. При сохранении такого уровня добычи нефти ее запасов может хватить на несколько десятков лет. Причем вследствие роста спроса на нефть будет непрерывно нарастать ее дефицит, который к 2025 г. достигнет 16 млн баррелей (2,5 млн т) в день [1].

В последние годы в качестве реальной альтернативы нефтяным дизельным топливам рассматриваются различные растительные масла: подсолнечное, рапсовое, хлопковое, соевое, льняное, пальмовое, арахисовое, сурепное и некоторые другие. Объем производства растительных масел в мире к 2000 г. достиг уровня 80 млн т в год [2]. Растительные масла можно использовать в качестве топлива для дизелей в исходном виде или после специальной химической обработки, а также в смеси с нефтяными топливами или спиртами. В настоящее время стоимость растительных масел и топлив на их основе соизмерима со стоимостью нефтяных дизельных топлив. Поэтому применение таких топлив в ряде случаев становится экономически выгодным, особенно в тех странах, где растительные масла имеются в избытке.

При этом следует отметить, что полное замещение нефтяных дизельных топлив растительными маслами или их производными (метиловыми или этиловыми эфирами растительных масел) в ближайшей перспективе маловероятно. Это может быть проиллюстрировано следующим примером. Наиболее перспективной с точки зрения производства моторных топлив масличной культурой считается озимый рапс, средняя урожайность которого в нашей стране составляет в среднем 1,6 т маслосемян с гектара [2]. Из 160 т семян рапса, собранных с 1 км^2 пахотных земель, можно произвести примерно 55 т метилового эфира рапсового масла (МЭРМ). В 2000 году в России потребление дизельного топлива составило около 55 млн т [1]. Для производства 55 млн т МЭРМ необходимо засеять рапсом 1 млн км^2 пахотных земель. При этом по данным работы [3] площадь плодородных пахотных земель в России составляет 1,219 млн км^2. Таким образом, для полного удовлетворения потребностей в дизельном топливе в России необходимо использовать под посевы рапса около 80 % всего объема пахотных земель.

Но следует учитывать, что даже при небольшой добавке растительного масла или его метилового

эфира (в количестве 5—10 % по объему) в нефтяное дизельное топливо существенно улучшаются показатели токсичности отработавших газов (ОГ) дизелей. В частности, при этом снижаются дымность ОГ (выброс сажи) и выбросы продуктов неполного сгорания топлива (в первую очередь — несгоревших углеводородов) [4]. Таким образом, растительные масла можно рассматривать как экологическую добавку к нефтяным топливам.

Реальным резервом для получения указанной экологической добавки являются фритюрные масла, использованные в системе городского общественного питания (в ресторанах, кафе, столовых, закусочных и др.) и подлежащие утилизации [5—8]. Эта сырьевая база достаточно обширна. Например, в Японии ежегодные отходы фритюрных растительных масел составляют 400—600 тыс. т [9].

Одним из наиболее распространенных фритюрных растительных масел является кукурузное масло, имеющее примерно такую же термическую стабильность, как и подсолнечное масло.

Маис или кукуруза (латинское название — Zea Mays L.) — однолетний злак; принадлежит, подобно пшенице, ржи и рису, к таким растениям, возделывание которых наиболее обширно. Родиной кукурузы считают Америку, именно центральную ее часть; отсюда она была вывезена в другие страны, в том числе и в Европу, в которой акклиматизировалась не ранее XVII столетия. В настоящее время кукуруза распространена по всему свету, но главным районом ее культуры все-таки осталась Америка.

Кукуруза как сельскохозяйственная культура находит все более широкое распространение. В 2010 г.

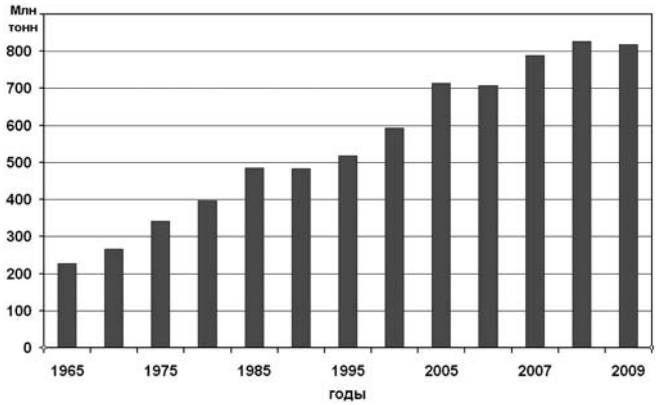

Рис. 1. Динамика роста мирового производства кукурузного зерна

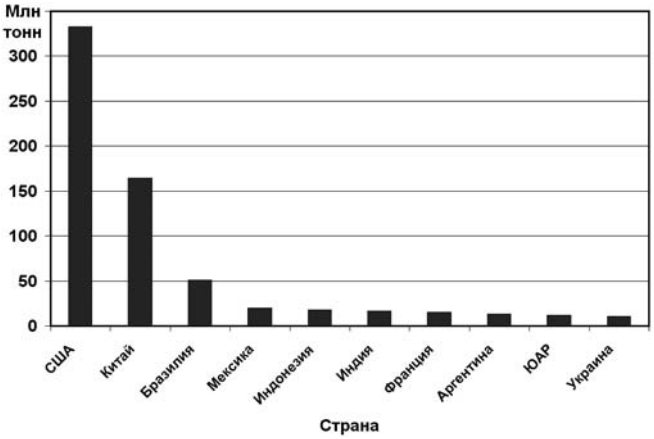

Рис. 2. Страны — лидеры производства кукурузного зерна

мировое производство кукурузы приблизилось к 900 млн т кукурузного зерна (рис. 1). Главным мировым производителем кукурузы является США (рис. 2), где в 2010 г. было собрано около 400 млн т кукурузы. В России в 2005 г. посевные площади под кукурузу составляли 0,87 млн га, а в 2010 г. — приблизились к 1,4 млн га [10]. В 2010 г. в России было собрано около 3,5 млн т кукурузных зерен при урожайности 2,5 т кукурузных зерен с гектара.

Кукурузное масло обычно получают из кукурузных зародышей, которые являются побочным продуктом переработки кукурузного зерна в мукомольно-крупяном, пищеконцентратном и крахмало-паточном производствах. Присутствие кукурузных зародышей в продуктах этих производств является нежелательным, так как масло, содержащееся в нем, гидролизуется и окисляется, что вызывает ухудшение качества готовой продукции (муки, крахмала, патоки, глюкозы, кукурузных кормов и т. д.). Масличность кукурузных зародышей колеблется от 32 до 37 %. В кукурузных зародышах сконцентрировано более 80 % жира, содержащегося в кукурузном зерне, около 20 % белков и около 74 % минеральных веществ [11].

Кукурузное масло получают из зародышей (а также зерен) кукурузы прессованием или экстрагированием органическими растворителями. Среди растительных масел по объему мирового производства кукурузное масло уступает лишь таким традиционным маслам, как соевое, пальмовое, рапсовое и подсолнечное. Кукурузное масло производится в количестве, сопоставимом с выпуском арахисового, хлопкового, кокосового и

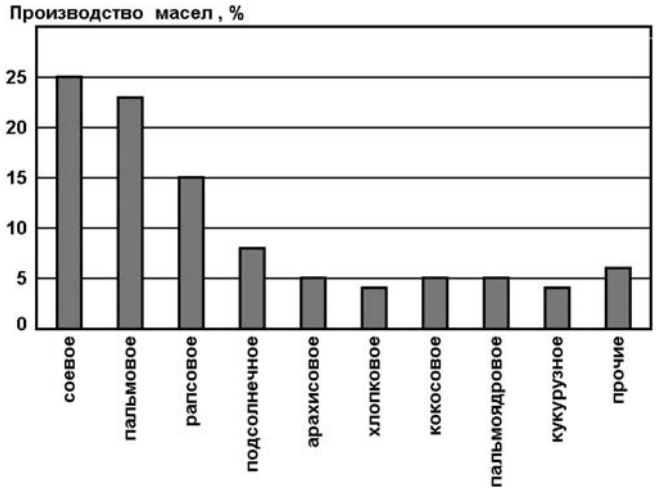

Рис. 3. Диаграмма мирового производства основных видов растительных масел и жиров

Таблица 1

Содержание жирных кислот в среднем по составу в кукурузном масле

Жирная кислота	Формула состава	Содержание, % (по массе)
Насыщенные жирные кислоты		
Пальмитиновая	$C_{16}H_{32}O_2$	8,6—16,5
Стеариновая	$C_{18}H_{36}O_2$	0—3,3
Арахиновая	$C_{20}H_{40}O_2$	0,3—1,0
Ненасыщенные жирные кислоты		
Олеиновая	$C_{18}H_{34}O_2$	20,0—42,2
Линолевая	$C_{18}H_{32}O_2$	34,0—65,6
Линоленовая	$C_{18}H_{30}O_2$	0—2,0
Гадолеиновая	$C_{20}H_{38}O_2$	0,2—0,6

пальмоядрового масел: в объеме мирового производства растительных масел на долю кукурузного масла приходится около 4 % (рис. 3) [12].

Кукурузное масло является полувысыхающим растительным маслом и представляет собой жидкость светло-желтого цвета с температурой застывания от –10 до –20 °С, плотностью от 914 до 926 кг/м^3, динамической вязкостью при 20 °С — от 63 до 72 МПа с йодным числом 111—133 [13]. Это масло нерастворимо в воде, растворимо в органических растворителях (кроме высших спиртов), имеет температуру вспышки $t > 225$ °С. В жирнокислотном составе кукурузного масла доля насыщенных жирных кислот с числом атомов углерода от 14 до 24 составляет 9—21 %. Среди ненасыщенных жирных кислот 20,0—42,2 % приходится на олеиновую кислоту и 34,0—65,6 % — на линолевую кислоту (табл. 1) [14].

Одной из важнейших характеристик моторных топлив и растительных масел, используемых в качестве моторных топлив, являются кривые их фракционной разгонки, показывающие, какое объемное количество топлива испаряется при их нагревании до определенной температуры [1]. При снятии этих характеристик для традиционного дизельного топлива выделяют температуру начала перегонки (начала кипения), температуры перегонки 10, 50, 90 % топлива и температура окончания перегонки (конца кипения), соответствующая перегонке 96 или 98 % топлива. Температура перегонки 10 % топлива характеризует склонность топлива к образованию паровых пробок в системе питания дизеля. Средняя испаряемость топлива определяется температурой выкипания 50 %. Наличие в топливе тяжелых трудноиспаряющихся фракций можно определить по температуре перегонки 90 %.

Кривые фракционной разгонки кукурузного масла и базового дизельного топлива представлены на рис. 4 [15]. Данные рис. 4 свидетельствуют о том, что кукурузное масло (КМ) имеет существенно более тяжелый фракционный состав по сравнению с нефтяным дизельным топливом (ДТ). Так, температура перегонки 50 % фракций дизельного топлива с характеристикой 1 на рис. 4 составляет 260 °С, а аналогичная температура для

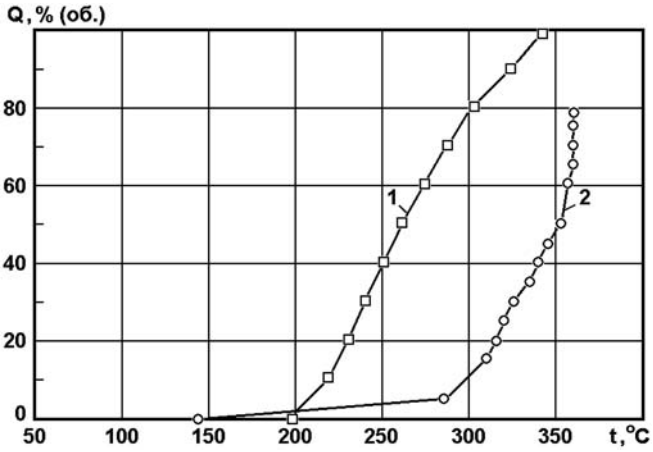

Рис. 4. Зависимость количества испарившегося топлива от температуры разгонки:

1 — базовое дизельное топливо (ДТ); *2* — кукурузное масло

кукурузного масла с характеристикой 2 равна 355 °С. Смеси ДТ и КМ имеют кривые фракционной разгонки, располагающиеся на рис. 4 между кривыми 1 и 2. Следует отметить, что исследуемое кукурузное масло при повышении температуры выше t = 360 °С подвергаются термическому разложению.

Следует отметить, что известны отдельные исследования дизелей, работающих на кукурузном масле и его смесях с нефтяным дизельным топливом, проведенные некоторыми зарубежными двигателестроительными фирмами [16]. Вместе с тем проблема использования кукурузного масла в качестве экологической добавки к нефтяным топливам является недостаточно изученной. При этом использование в качестве моторного топлива смесей ДТ и КМ с небольшим содержанием кукурузного масла имеет ряд преимуществ по сравнению с работой дизеля на "чистом" кукурузном масле.

Известно, что физико-химические свойства кукурузного масла существенно отличаются от аналогичных свойств нефтяного дизельного топлива. Более тяжелый фракционный состав КМ предопределяет его повышенные плотность и вязкость. В частности, плотность дизельного топлива марки "Л" по ГОСТ 305—82 при температуре t = 20 °С равна ρ = 830 кг/м^3, а его вязкость ν = 3,8 мм^2/с (табл. 2) [2]. В этих условиях исследуемое в статье кукурузное масло имеет следующие показатели — ρ = 921,2 кг/м^3, ν = 66,6 мм^2/с. Коэффициент поверхностного натяжения σ этих топлив при 20 °С равен соответственно σ = 27,1 и 33,0 мН/м. Кукурузное масло имеет несколько меньшую теплотворную способность по сравнению с ДТ: низшая теплота сгорания этих топлив равна соответственно H_U = 42 500 и 37 040 кДж/кг, что связано с наличием в молекулах жирных кислот кукурузного масла значительного количества атомов кислорода (11 % по массе). Следует отметить и несколько худшую самовоспламеняемость КМ в условиях камеры сгорания (КС) дизеля (цетановое число ДТ равно 45 единицам, а цетановое число КМ составляет 37,6 единиц). Кукурузное масло более склонно к коксованию в условиях КС дизеля (его коксуемость достигает 0,5 % по массе, а у ДТ — 0,2 %), что может привести к значительным отло-

Таблица 2

Физико-химические свойства исследуемых топлив

Физико-химические свойства	Топлива			
	ДТ	КМ	95 % ДТ + 5 % КМ	90 % ДТ + 10 % КМ
Плотность при 20 °С, кг/м^3	830,0	921,2	834,6	839,1
Вязкость кинематическая, мм^2/с при				
20 °С	3,8	66,6	—	—
40 °С	2,4	31,2	—	—
100 °С	1,0	7,57	—	—
Коэффициент поверхностного натяжения при 20 °С, мН/м	27,1	33,0	—	—
Теплота сгорания низшая, кДж/кг	42 500	37 040	42 300	41 960
Цетановое число	45	37,6	—	—
Температура самовоспламенения, °С	250	—	—	—
Температура помутнения, °С	–25	–7	—	—
Температура застывания, °С	–35	–15	—	—
Количество воздуха, необходимое для сгорания 1 кг топлива, кг	14,31	12,38	14,23	14,11
Содержание, % по массе				
С	87,0	77,5	86,5	86,0
Н	12,6	11,5	12,6	12,5
О	0,4	11,0	0,9	1,5
Общее содержание серы, % по массе	0,20	0,002	0,190	0,180
Коксуемость 10 %-ного остатка, % по массе	0,2	0,5	—	—

Примечание: "—" — свойства не определялись; ДТ — дизельное топливо; КМ — кукурузное масло; для смеси ДТ и КМ указано объемное процентное содержание компонентов.

жениям кокса на стенки КС и распылители форсунок. Кроме того, КМ имеет повышенные температуры помутнения и застывания по сравнению с ДТ, что усложняет холодный пуск дизеля, работающего на кукурузном масле.

С учетом указанных отрицательных качеств кукурузного масла наиболее привлекательным способом его применения в качестве моторного топлива представляется работа дизеля на смесях ДТ и КМ с небольшим содержанием последнего. Эти два компонента хорошо смешиваются в любых пропорциях, образуя стабильные смеси. Подбором состава этих смесей можно обеспечить их физико-химические свойства, близкие к свойствам стандартного ДТ.

Для оценки возможности использования кукурузного масла в качестве экологической добавки к нефтяному дизельному топливу проведены экспериментальные исследования дизеля Д-245.12С (4ЧН 11/12,5) Минского моторного завода, устанавливаемого на малотоннажные грузовые автомобили ЗИЛ-5301 "Бычок". Некоторые параметры дизеля приведены в табл. 3.

Дизель исследован на моторном стенде АМО "ЗИЛ" на режимах внешней скоростной характеристики и режимах 13-ступенчатого испытательного цикла Правил 49 ЕЭК ООН с установочным углом опережения впрыскивания топлива $\theta = 13°$ поворота коленчатого вала до ВМТ и неизменным положением упора дозирующей рейки (упора максимальной подачи топлива). Моторный стенд был оборудован комплектом необходимой измерительной аппаратуры. Дымность ОГ измерялась с помощью ручного дымомера *МК-3* фирмы *Hartridge* (Великобритания) с погрешностью измерения ±1 %. Концентрации NO_x, CO, CH_x в ОГ определялись газоанализатором *SAE*-7532 японской фирмы *Yanaco* с погрешностями измерения указанных компонентов ±1 %.

При испытаниях использовались дизельное топливо марки "Л" по ГОСТ 305—82 и его смеси с кукурузным маслом, содержащие 5 и 10 % КМ.

Таблица 3

Некоторые параметры дизеля Д-245.12С (4ЧН 11/12,5)

Параметры	Значение
Тип двигателя	Четырехтактный, рядный, дизельный
Число цилиндров	4
Диаметр цилиндра D, мм	110
Ход поршня S, мм	125
Рабочий объем цилиндра V_h, л	1,08
Общий рабочий объем iV_h, л	4,32
Степень сжатия ε	16,0
Система турбонаддува	Турбокомпрессор ТКР-6 Борисовского завода автоагрегатов
Тип камеры сгорания, способ смесеобразования	Камера сгорания типа ЦНИДИ, объемно-пленочное смесеобразование
Номинальная частота вращения n, мин$^{-1}$	2400
Номинальная мощность N_e, кВт	80
Литровая мощность $N_{e\,л}$, кВт/л	18,5
Механизм газораспределения	Клапанного типа с верхним расположением клапанов
Система охлаждения	Водяная, принудительная
Система смазки	Принудительная, с разбрызгиванием
Фильтр масляный	Сетчатый
Насос масляный	Шестеренчатый
Система питания	Разделенного типа
Топливный насос высокого давления (ТНВД)	Рядный типа PP4M10U1f фирмы Motorpal с всережимным центробежным регулятором
Диаметр плунжеров ТНВД $d_{пл}$, мм	10
Ход плунжеров ТНВД $h_{пл}$, мм	10
Длина нагнетательных топливопроводов $L_т$, мм	540
Форсунки	Типа ФДМ-22 производства ОАО «Куроаппаратура» (г. Вильнюс)
Распылители форсунок	Фирмы Motorpal типа DOP 119S534 с пятью сопловыми отверстиями диаметром $d_р$=0,34 мм и проходным сечением $\mu_р f_р$=0,250 мм^2
Давление начала впрыскивания форсунок $p_{фо}$, МПа	21,5

Исследовалось кукурузное масло, производимое ОАО "ЭФКО" (г. Алексеевка Белгородской обл.). Некоторые физико-химические свойства дизельного топлива, кукурузного масла и указанных смесей представлены в табл. 2.

На первом этапе исследований испытания дизеля Д-245.12С проводились на дизельном топливе и на смесях ДТ и КМ на режимах внешней скоростной характеристики. При этих испытаниях отмечена слабая зависимость часового расхода топлива $G_т$, коэффициента избытка воздуха α, крутящего момента двигателя M_e и его эффективной мощности N_e от вида применяемого топлива (рис. 5 и табл. 4). Такое незначительное изменение мощностных показателей (M_e и N_e) не требует изменения исходных регулировок дизеля.

Наличие в молекулах жирных кислот кукурузного масла значительного количества атомов кислорода приводит к снижению теплотворной способности исследуемых смесей ДТ и КМ (см. табл. 2) и к соответствующему увеличению удельного эффективного расхода топлива g_e. В частности, на режиме максимальной мощности при $n = 2400$ мин$^{-1}$ перевод исследуемого дизеля с ДТ на смесь 95 % ДТ + 5 % КМ и на смесь 90 % ДТ + 10 % КМ сопровождается увеличением g_e с 247,3 до 251,4 и 251,8 г/(кВт · ч), однако при этом эффективный КПД дизеля η_e изменяется незначительно (табл. 4).

Наличие кислорода в молекулах КМ благоприятно сказывается на дымности ОГ K_x. При переводе двигателя с ДТ на смесь 90 % ДТ + 10 % КМ на режиме максимальной мощности при $n = 2400$ мин$^{-1}$ дымность ОГ снизилась с 18 до 14 % по шкале Хартриджа, а на режиме максимального крутящего момента при $n = 1500$ мин$^{-1}$ — с 40 до 37 % по шкале Хартриджа (рис. 5 и табл. 4).

Результаты экспериментальных исследований Д-245.12С на режимах 13-ступенчатого испытательного цикла приведены на рис. 6—9. Представленные на рис. 6 характеристики часового расхода топлива $G_т$ свидетельствуют о том, что на большинстве исследованных режимов замена ДТ смесями ДТ и КМ приводит к небольшому увеличению часового расхода топлива $G_т$, вызванному повышенными плотностью

Таблица 4

Показатели дизеля Д-245.12С, работающего на различных топливах

Показатели дизеля	Топлива		
	ДТ	95 % ДТ + 5 % КМ	90 % ДТ + 10 % КМ
Часовой расход топлива $G_т$, кг/ч:			
на режиме максимальной мощности	19,31	19,30	19,36
на режиме максимального крутящего момента	12,56	12,79	12,52
Крутящий момент M_e, Н · м:			
на режиме максимальной мощности	311	306	306
на режиме максимального крутящего момента	358	359	355
Дымность ОГ K_x, % по шкале Хартриджа:			
на режиме максимальной мощности	18,0	14,0	14,0
на режиме максимального крутящего момента	40,0	39,0	37,0
Удельный эффективный расход топлива g_e, г/(кВт · ч):			
на режиме максимальной мощности	247,3	251,4	251,8
на режиме максимального крутящего момента	223,5	227,1	224,6
Эффективный КПД дизеля η_e:			
на режиме максимальной мощности	0,343	0,339	0,341
на режиме максимального крутящего момента	0,379	0,375	0,382
Условные (средние) показатели топливной экономичности дизеля на режимах 13-ступенчатого цикла:			
эффективный расход топлива $g_{e\ усл}$, г/(кВт · ч)	244,32	248,65	248,22
эффективный КПД $\eta_{e\ усл}$	0,347	0,342	0,346
Интегральные удельные выбросы токсичных компонентов на режимах 13-ступенчатого цикла, г/(кВт · ч):			
оксиды азота e_{NOx}	6,549	6,530	6,337
монооксид углерода, e_{CO}	3,277	2,602	2,825
несгоревшие углеводороды, e_{CHx}	1,104	0,829	0,773

и вязкостью кукурузного масла. Однако, как отмечено выше, влияние вида топлива на часовой расход топлива $G_т$ сравнительно невелико.

Тип применяемого топлива оказывает сравнительно небольшое влияние на концентрацию в ОГ оксидов азота C_{NOx} (см. рис. 7). При работе дизеля Д-245.12С на ДТ, смеси 95 % ДТ + 5 % КМ и смеси 90 % ДТ + 10 % КМ на режиме холостого

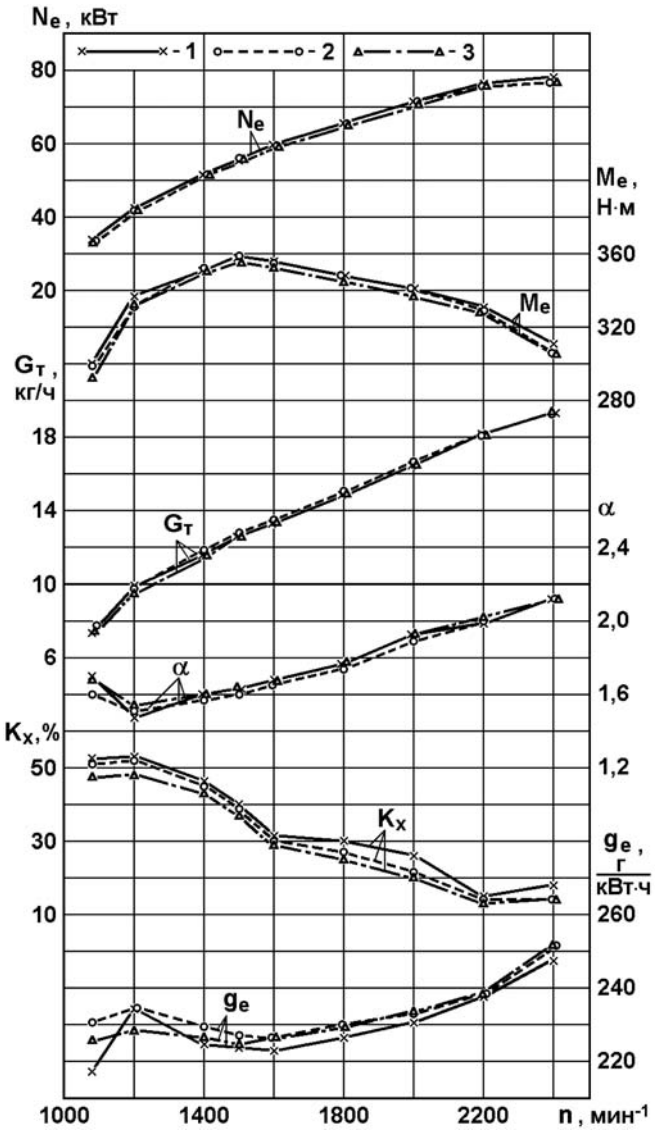

Рис. 5. Зависимость эффективной мощности N_e, крутящего момента M_e, расхода топлива $G_т$, коэффициента избытка воздуха α, дымности ОГ K_x и удельного эффективного расхода топлива g_e от частоты вращения *n* коленчатого вала дизеля Д-245.12С на режимах внешней скоростной характеристики при использовании различных топлив:

1 — ДТ; *2* — смесь 95 % ДТ и 5 % КМ; *3* — смесь 90 % ДТ и 10 % КМ

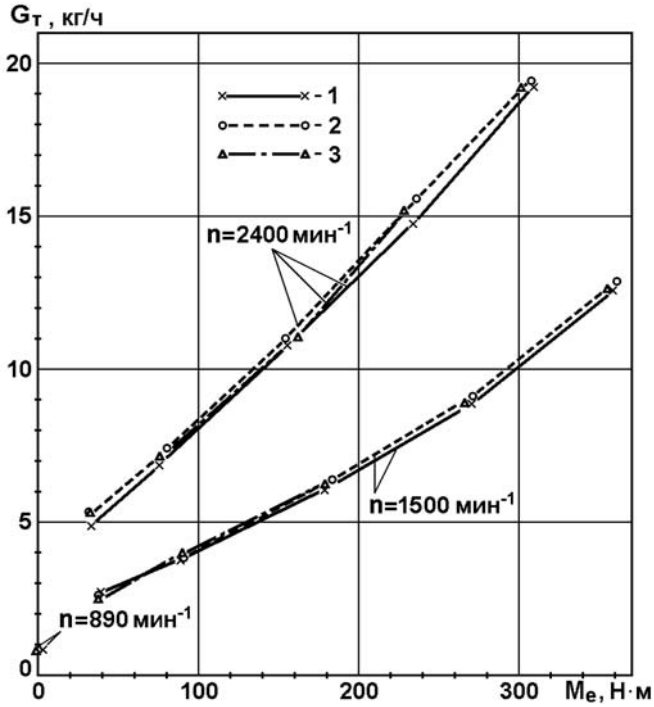

Рис. 6. Зависимость часового расхода топлива $G_т$ от частоты вращения *n* и крутящего момента M_e дизеля Д-245.12С при использовании различных топлив:

1 — ДТ; *2* — смесь 95 % ДТ и 5 % КМ; *3* — смесь 90 % ДТ и 10 % КМ

хода при $n = 890$ мин$^{-1}$ содержание оксидов азота в ОГ C_{NOx} составило 90 *ppm* (миллионные объемные доли) или 0,009 % при использовании всех трех видов топлива. На режиме максимального крутящего момента при $n = 1500$ мин$^{-1}$ при использовании указанных топлив значения C_{NOx} оказались равны соответственно 650, 650 и 620 *ppm*, а на режиме максимальной мощности при $n = 2400$ мин$^{-1}$ — 600, 600 и 550 *ppm*.

В существенно большей степени вид применяемого топлива оказывает влияние на содержание в ОГ монооксида углерода C_{CO} (см. рис. 8). При работе дизеля Д-245.12С на ДТ, смеси 95 % ДТ + 5 % КМ и смеси 90 % ДТ + 10 % КМ на режиме холостого хода при $n = 890$ мин$^{-1}$ концентрации C_{CO} оказались равны соответственно 525, 390 и 375 *ppm*, на режиме максимального крутящего момента при $n = 1500$ мин$^{-1}$ — 470, 420 и 450 *ppm*, а на режиме максимальной мощности при $n = 2400$ мин$^{-1}$ — 255, 190 и 210 *ppm*.

Наибольшее положительное влияние тип применяемого топлива оказывает на концентрацию в ОГ исследуемого дизеля несгоревших углеводородов

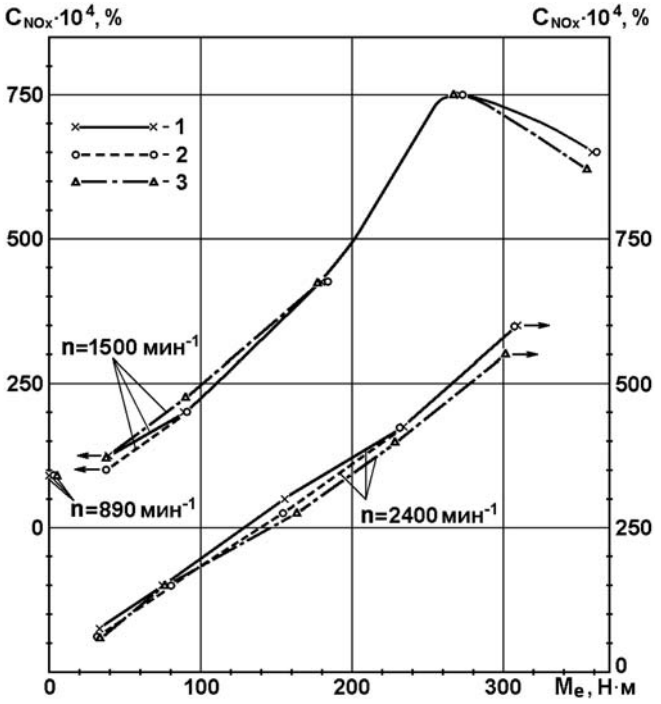

Рис. 7. Зависимость объемной концентрации в ОГ оксидов азота C_{NOx} от частоты вращения *n* и крутящего момента M_e дизеля Д-245.12С при использовании различных топлив:

1 — ДТ; *2* — смесь 95 % ДТ и 5 % КМ; *3* — смесь 90 % ДТ и 10 % КМ

C_{CHx} (см. рис. 9). При переводе дизеля Д-245.12С с ДТ на смесь 95 % ДТ + 5 % КМ и смесь 90 % ДТ + + 10 % КМ на режиме холостого хода при n = = 890 мин$^{-1}$ содержание несгоревших углеводородов в ОГ C_{CHx} снижается с 328 до 260 и 250 *ppm*, на режиме максимального крутящего момента при n = 1500 мин$^{-1}$ — с 231 до 168 и 145 *ppm*, а на режиме максимальной мощности при n = 2400 мин$^{-1}$ — со 183 до 138 и 110 *ppm*.

По представленным на рис. 7—9 данным по содержанию в ОГ газообразных токсичных компонентов (C_{NOx}, C_{CO}, C_{CHx}) рассчитаны интегральные удельные массовые выбросы токсичных компонентов на режимах 13-ступенчатого испытательного цикла ECE R49. При этом интегральные показатели токсичности ОГ рассчитывались для режимов 13-ступенчатого цикла с учетом коэффициентов K_i, отражающих долю времени i-го режима в 13-ступенчатом испытательном цикле *ECE R49*. При оценке токсичности по 13-ступенчатому циклу для каждого режима рассчитываются часовые массовые выбросы токсичных компонентов ОГ (E_{NOx}, E_{CO}, E_{CHx}). Полученные значения вредных выбросов суммировались за весь цикл по каждому компоненту (с учетом коэффициентов K_i, отражающих долю времени каждого режима) и затем делением на условную среднюю мощность ди-

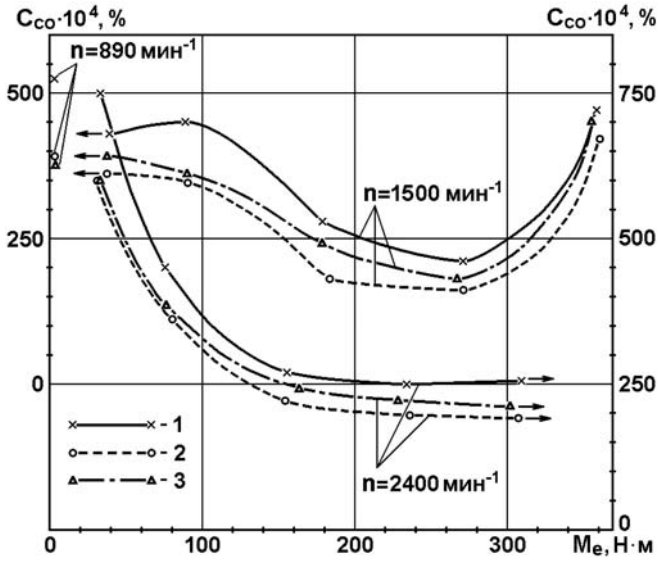

Рис. 8. Зависимость объемной концентрации в ОГ монооксида углерода C_{CO} от частоты вращения *n* и крутящего момента M_e дизеля Д-245.12С при использовании различных топлив:

1 — ДТ; *2* — смесь 95 % ДТ и 5 % КМ; *3* — смесь 90 % ДТ и 10 % КМ

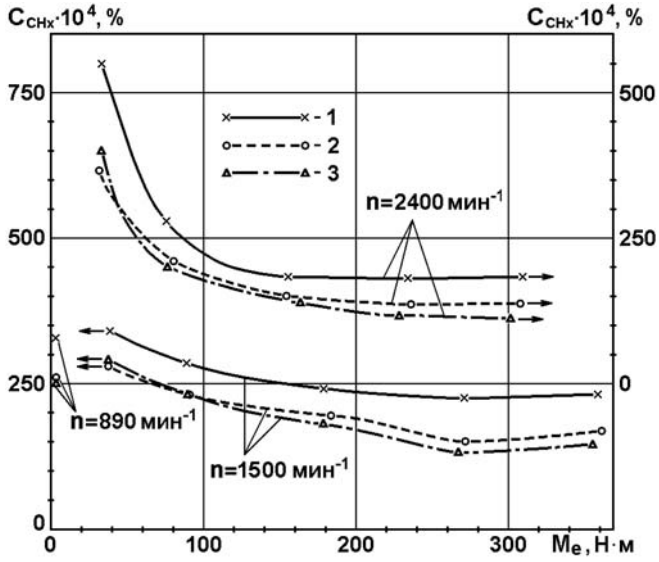

Рис. 9. Зависимость объемной концентрации в ОГ несгоревших углеводородов C_{CHx} от частоты вращения *n* и крутящего момента M_e дизеля Д-245.12С при использовании различных топлив:

1 — ДТ; *2* — смесь 95 % ДТ и 5 % КМ; *3* — смесь 90 % ДТ и 10 % КМ

зеля за испытательный цикл определяются удельные выбросы вредных веществ по формулам:

$$e_{\mathrm{NOx}} = \frac{\sum_{i=1}^{13} E_{\mathrm{NOx}i} K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{\mathrm{e}i} K_i}; \; e_{\mathrm{CO}} = \frac{\sum_{i=1}^{13} E_{\mathrm{CO}i} K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{\mathrm{e}i} K_i};$$

$$e_{\mathrm{CHx}} = \frac{\sum_{i=1}^{13} E_{\mathrm{CHx}i} K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{\mathrm{e}i} K_i},$$

где E_{NOxi}, E_{COi}, E_{CHxi} — массовые выбросы оксидов азота, монооксида углерода и несгоревших углеводородов на i-м режиме 13-ступенчатого испытательного цикла *ECE R49*, г/ч; N_{ei} — мощность двигателя на этом режиме, кВт; K_i — коэффициент, отражающий долю времени i-го режима в 13-ступенчатом испытательном цикле *ECE R49*. По представленным на рис. 6 характеристикам часового расхода топлива $G_{\mathrm{т}}$ рассчитаны значения удельного эффективного расхода топлива g_e и эффективного КПД дизеля η_e на каждом конкретном режиме, а также условные (средние на режимах 13-ступенчатого цикла) значения $g_{e\,\mathrm{усл}}$ и $\eta_{e\,\mathrm{усл}}$ по зависимостям

$$g_e = \frac{1000 G_{\mathrm{т}}}{N_e}; \; \eta_e = \frac{3600}{H_U g_e}; \; g_{e\,\mathrm{усл}} = \frac{\sum_{i=1}^{13} G_{\mathrm{т}i} K_i}{\sum_{i=1}^{13} N_{ei} K_i};$$

$$\eta_{e\,\mathrm{усл}} = \frac{3600}{H_U g_{e\,\mathrm{усл}}},$$

где H_U — низшая теплота сгорания топлива, МДж/кг (см. табл. 2). Результаты этих расчетов представлены в табл. 4.

Данные табл. 4 подтверждают возможность заметного снижения выбросов токсичных компонентов ОГ при использовании в качестве топлива смесей ДТ и КМ. Так, при переводе исследуемого дизеля с ДТ на смесь 90 % ДТ + 10 % КМ удельный массовый выброс оксидов азота e_{NOx} на режимах 13-ступенчатого испытательного цикла снизился с 6,549 до 6,337 г/(кВт · ч), т. е. на 3,2 %, выброс монооксида углерода e_{CO} уменьшился с 3,277 до 2,825 г/(кВт · ч), т. е. на 13,8 %, выброс несгоревших углеводородов e_{CHx} снизился с 1,104 до 0,773 г/(кВт · ч), т. е. на 30 %. При этом условный средний на режимах 13-ступенчатого испытательного цикла $\eta_{e\,\mathrm{усл}}$ практически не изменился (уменьшился с 0,347 до 0,346). Дымность ОГ K_x на режиме максимальной мощности при n = = 2400 мин$^{-1}$ уменьшилась с 18 до 14 % по шкале Хартриджа, т. е. на 22,2 %.

В целом проведенный комплекс экспериментальных исследований подтвердил эффективность использования кукурузного масла в качестве экологической добавки к нефтяным дизельным топливам для отечественных транспортных дизелей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Марков, В. А., Гайворонский, А. И., Грехов, Л. В., Иващенко, Н. А.** Работа дизелей на нетрадиционных топливах: Учебное пособие. М.: Изд-во "Легион-Автодата", 2008. 464 с.
2. **Девянин, С. Н., Марков, В. А., Семенов, В. Г.** Растительные масла и топлива на их основе для дизельных двигателей. М.: Издательский центр ФГОУ ВПО МГАУ им. В. П. Горячкина, 2008. 340 с.
3. **Григорович, Д. Н.** Применение биотоплива на железнодорожном транспорте // Транспорт на альтернативном топливе. 2010. № 1. С. 59—65.
4. **Марков, В. А., Баширов, Р. М., Габитов, И. И.** Токсичность отработавших газов дизелей. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. 376 с.
5. **Neue Technik:** Fette werden zu "Biodiesel" // Brennstoffspiegel. 2002. № 10. S. 4.
6. **Nye, M. J., Williamson, T. W., Deshpande, S.** et al. Conversion of Used Frying Oil to Diesel Fuel by Transesterification: Preliminary Tests // Journal of the American Oil Chemists' Society. 1983. Vol. 60. № 8. P. 1598—1601.
7. **Payri, F., Macian V., Arregle J.** et al. Heavy-Duty Diesel Engine Performance and Emission Measurements for Biodiesel (from Cooking Oil) Blends Used in the ECO-BUS Project // SAE Technical Paper Series. 2005. № 2005-01-2205. P. 1—7.
8. **Supple, B., Howard-Hildige, R., Gonzales-Gomez, E.** et al. The Effect of Steam Treating Waste Cooking Oil of the Yield of Methyl Ester // Journal of the American Oil Chemists' Society. 2002. Vol. 79. № 2. P. 175—178.
9. **Hamasaki, K., Tajima H., Takasaki K.** et al. Utilization of Waste Vegetable Oil Methyl Ester for Diesel Fuel // SAE Technical Paper Series. 2001. № 2001-01-2021. P. 1—6.
10. **Биоэнергетика:** Мировой опыт и прогнозы развития / Л.С. Орсик, Н. Т. Сорокин, В. Ф. Федоренко и др. Под ред. В. Ф. Федоренко. М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2008. 404 с.
11. **Материалы** сайта http: // www. Wikipedia.ru.
12. **Марков, В. А., Девянин, С. Н., Шустер, А. Ю.** Использование подсолнечного масла в качестве топлива для дизелей // Грузовик. 2009. № 4. С. 46—56.
13. **ГОСТ** 8808—73. Масло кукурузное. Технические условия. М.: изд-во стандартов, 1973. 10 с.
14. **Кодекс** Алиментариус (лат. "Продовольственный кодекс"). Жиры, масла и производные продукты: Пер. с англ. М.: Изд-во "Весь мир", 2007. 68 с.
15. **Goering, C. E., Schwab, A. W., Daugherty, M. J.** et al. Fuel Properties of Eleven Vegetable Oils // Transactions of the ASAE. 1982. Vol. 25. № 6. P. 1472—1477, 1483.
16. **Erdogan, D., Mohammed, A. A.** Effect of Preheated Corn Oil as Fuel on Diesel Engine Performance // Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America. 1999. Vol. 30. № 3. P. 56—58.

УДК 621.436, 665.11

В. А. Марков, д-р техн. наук, проф., **В. В. Багров**, канд. техн. наук, МГТУ им. Н. Э. Баумана,
С. Н. Девянин, д-р техн. наук, проф., МГАУ им. В. П. Горячкина
E-mail: markov@power.bmstu.ru

НЕОБХОДИМОСТЬ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОТОРНЫХ ТОПЛИВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Показаны преимущества использования в дизелях биотоплив, производимых на основе растительных масел. Приведены результаты экспериментальных исследований дизеля типа Д-245.12С малотоннажного автомобиля ЗИЛ-5301 "Бычок", работающего на смесях дизельного топлива и биотоплив.

Ключевые слова: *дизельный двигатель, дизельное топливо, рапсовое масло, метиловый эфир рапсового масла, подсолнечное масло, метиловый эфир подсолнечного масла, смесевое биотопливо.*

Мировая энергетика продолжает развиваться в направлении увеличения потребления энергетических ресурсов. Так, к середине нынешнего столетия рост потребления первичных ресурсов по сравнению с 2010 г. удвоится и составит около 28 000 млн т в нефтяном эквиваленте (рис. 1) [1]. При этом в связи с истощением месторождений полезных ископаемых возрастает роль возобновляемых энергетических ресурсов. В частности, к 2050 г. прогнозируется увеличение потребления энергии гидростанций — в 2 раза, энергии, получаемой из биомассы и отходов — в 3 раза, энергии из других возобновляемых ресурсов — в 9 раз (см. рис. 1).

Доля потребляемой энергии, вырабатываемой из возобновляемых энергетических ресурсов, уже и в настоящее время достаточно весома. Так, в общем объеме энергии, потребленной в США в 2009 г., на долю возобновляемых энергоресурсов пришлось $8{,}166 \cdot 10^9$ млн кДж или около 8 % всей потребленной энергии ($99{,}733 \cdot 10^9$ млн кДж). Причем из этой энергии пятая часть (около 20 %) получена при сжигании различных биотоплив (рис. 2) [2].

Моторные биотоплива находят все более широкое применение на транспорте и в стационарных энергетических установках. При этом для легковых автомобилей, оснащенных двигателями с принудительным воспламенением, в качестве моторного топлива наибольшее использование получил биоэтанол, а для транспортных и стационарных установок с дизельными двигателями — топлива, получаемые из различных растительных масел и животных жиров. Моторные топлива производятся из различных растительных масел: рапсового, под-

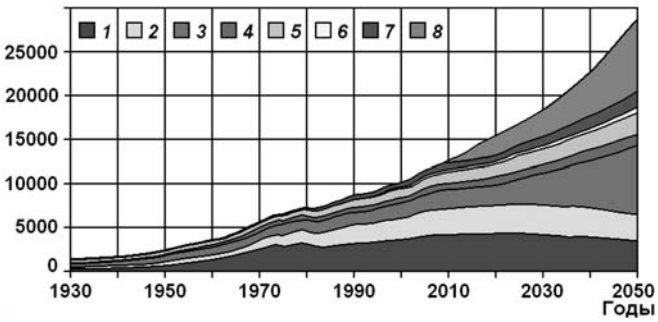

Рис. 1. Динамика мирового роста потребления первичных энергоресурсов:

1 — нефть; *2* — природный газ; *3* — уголь; *4* — гидроэнергия; *5* — биомасса и отходы; *6* — другие возобновляемые источники энергии; *7* — атомная энергия; *8* — неудовлетворенный спрос

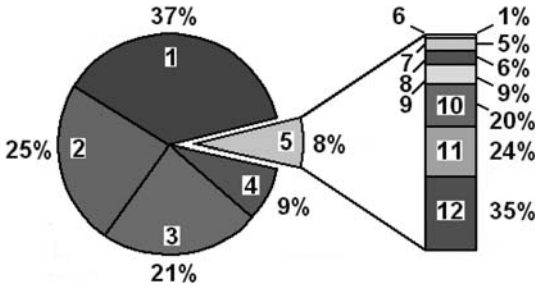

Рис. 2. Потребление энергии в США в 2009 г.: общее потребление энергии — всего $99{,}733 \cdot 10^9$ млн кДж:

1 — нефть; *2* — природный газ; *3* — уголь; *4* — атомная энергия; *5* — возобновляемые энергоресурсы; энергия из возобновляемых источников — всего $8{,}166 \cdot 10^9$ млн кДж: *6* — солнечная; *7* — геотермальная; *8* — энергия, получаемая из биомассы; *9* — ветроэнергия; *10* — биотопливо; *11* — энергия, получаемая из древесины; *12* — гидроэнергия

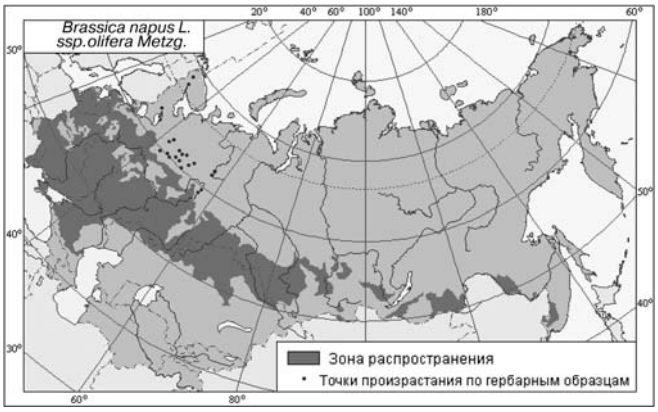

Рис. 3. Зоны произрастания рапса на территории Российской Федерации и стран СНГ

солнечного, кукурузного, соевого, пальмового, пальмоядрового, арахисового, хлопкового и др. Эти топлива весьма разнообразны — к ним относятся чистые растительные масла, их эфиры, смеси масел и их эфиров с нефтяными и альтернативными топливами, микроэмульсии на основе растительных масел, воды, спиртов или других альтернативных топлив, плохо смешивающихся с растительными маслами и их эфирами [3, 4].

Наиболее перспективной с точки зрения производства моторных топлив масличной культурой считается озимый рапс, средняя урожайность которого в нашей стране составляет в среднем 1,6 т маслосемян с гектара [3]. В странах СНГ основные посевные площади под рапс находятся в лесостепной и степной зонах России и на Украине (рис. 3). Рапс — сельскохозяйственная культура, хорошо приспособленная к умеренному климату нашей страны, хорошо произрастает в Черноземье, Нечерноземье, Урале, Сибири, Алтайском крае, на Дальнем Востоке.

К началу нынешнего тысячелетия в странах СНГ ежегодно выращивалось около 0,16 млн т семян рапса: в России — 0,11 млн т, на Украине и в Белоруссии — по 0,02 млн тонн. Посевы рапса в России в последнее десятилетие XX в. занимали 112—276 тыс. гектаров или 0,10—0,27 % всей посевной площади сельскохозяйственных культур (4 % посевных площадей масличных культур). Производство семян рапса в эти годы увеличилось с 97 до 180 тыс. т. В то же время в 1997—1999 гг. в Россию было импортировано от 130 до 170 тыс. т рапсового масла, что составило около 20 % производства растительных масел в стране. Ведущие экспортеры рапсового масла — страны ЕС и Канада. В начале нового тысячелетия посевные площади, отведенные в России под рапс, стали быстро увеличиваться и к 2006 г. достигли 500 тыс. гектаров.

В условиях Российской Федерации весьма привлекательным представляется также использование для производства биодизельного топлива подсолнечного масла. Если в мировом производстве растительных масел ведущее место занимают соевое и рапсовое масло, то в России наиболее распространенным растительным маслом является подсолнечное масло (рис. 4) [3]. Объем его производства превышает 80 % от общего объема производства растительных масел. По данным Госкомстата России в 2000 г. в РФ посевные площади под этой сельскохозяйственной культурой равнялись примерно 4600 тыс. гектаров, а валовой сбор семян подсолнечника — около 4000 тыс. т при средней урожайности 9,0 ц/га. Это растительное масло вызывает дополнительный интерес еще и потому, что производство биодизельного топлива может быть организовано из отработавшего фритюрного подсолнечного масла, широко применяемого в пищевой промышленности и системе общественного питания.

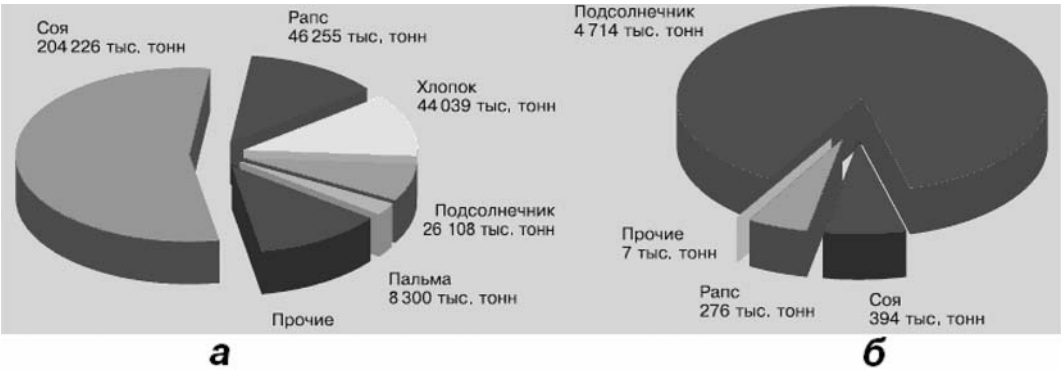

Рис. 4. Валовой сбор маслосемян в мире (*а*) и в России (*б*) в 2004 г.

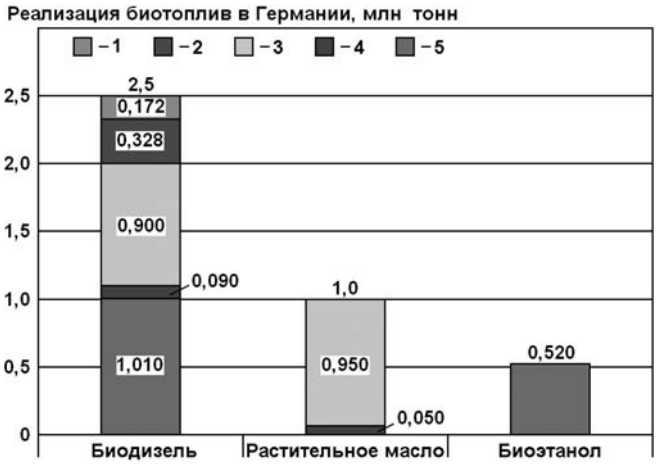

Рис. 5. Объемы и направления реализации биотоплива в Германии:

1 — через топливозаправочные колонки для легковых автомобилей; *2* — через топливозаправочные колонки для грузовых автомобилей; *3* — для транспортных компаний и грузоперевозчиков; *4* — на нужды сельского хозяйства; *5* — как добавка к традиционному нефтяному топливу

В странах Евросоюза наблюдается ежегодное увеличение производства биотоплив. По оценкам журнала Oil World только в Германии ежемесячно около 80 тыс. т рапсового масла (РМ) используется как прямой заменитель моторного топлива. И это без учета еще более значительных объемов потребления рапсового масла отраслью для производства метилового эфира рапсового масла (МЭРМ). Показательны данные рис. 5, на котором представлены направления реализации биодизельных топлив в Германии [5]. В 2006 г. сбыт биодизельного топлива ("биодизель" или метиловые эфиры растительных масел) в Германии составил 2,5 млн т, в том числе, 1,01 млн т было использовано как примесь к нефтяному дизельному топливу и 0,5 млн т реализовано через топливозаправочные колонки для легковых и грузовых автомобилей. Кроме этого, в качестве моторного топлива был использован 1 млн т рапсового масла.

В качестве моторного топлива для транспортных средств с дизельными двигателями наиболее перспективными являются сложные метиловые эфиры растительных масел, которые часто называют биодизельными топливами [3, 4]. Производство биодизельных топлив на основе растительных масел и животных жиров продолжает расширяться. Так, в 2005 г. объем производства биодизельного топлива в странах Евросоюза составил около 3,5 млн т, в 2009 г. его выпуск достиг 12 млн т, а в 2011 г. произведено уже около 18 млн т этого топлива. Данные о динамике производства биодизельного топлива в некоторых странах Евросоюза представлены на рис. 6 [6].

В России этот вид моторного топлива пока не нашел должного применения. Разработан ГОСТ Р 52368—2005 на дизельное топливо ЕВРО, которое должно содержать не более 5 % метиловых эфиров жирных кислот растительных масел, однако широкомасштабный выпуск этого дизельного топлива так и не начат. Вместе с тем, производство и широкое использование моторных топлив растительного происхождения позволило бы решить ряд серьезных проблем, в том числе способствовать быстрому росту сельскохозяйственного производства, обеспечить занятость сельского населения, укрепить и расширить сырьевую базу для производства моторных топлив, улучшить экологическую обстановку в крупных городах и сельской местности. Все эти факторы позволили бы укрепить экономическую, энергетическую и экологическую безопасность России. Рассмотрим подробнее некоторые из этих факторов.

В настоящее время Россия является одним из крупнейших мировых экспортеров нефти и газа. При этом ее относительно стабильное экономическое положение в мировой экономике базируется именно на поступлении в бюджет средств, вырученных от продажи нефти и природного газа за рубежом. Однако общеизвестна тенденция постепенного истощения нефтяных и газовых месторождений. Прогнозируется, что при современном уровне потребления энергоносителей разведанных запасов нефти может хватить на 40 лет, а природного газа — на 70 лет [2]. Показательны данные работы [7], в которой указаны прогнозируемые сроки истощения месторождений нефти и природного газа в различных регионах мира (рис. 7). Даже

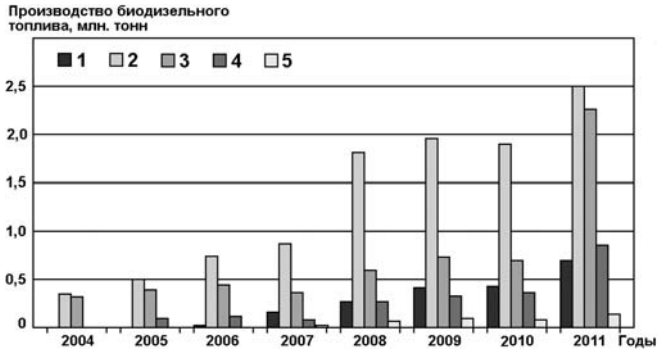

Рис. 6. Динамика роста производства биодизельного топлива (эфиры растительных масел и животных жиров) в европейских странах:

1 — Бельгия; *2* — Франция; *3* — Италия; *4* — Польша; *5* — Литва

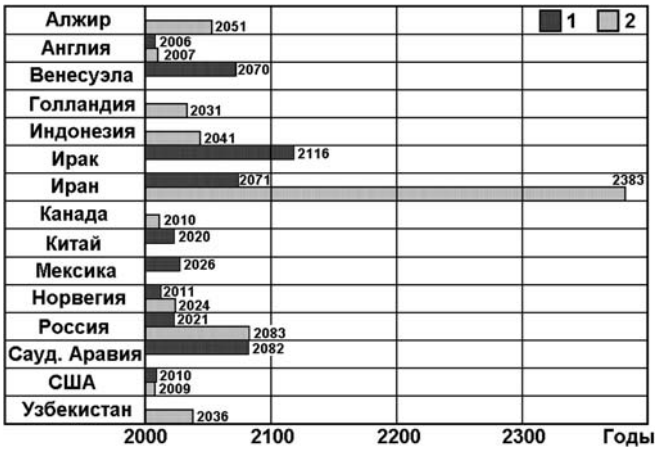

Рис. 7. Разведанные запасы полезных ископаемых в разных регионах мира (по данным организации стран — экспортеров нефти ОПЕК) с указанием прогнозируемых сроков истощения месторождений нефти и природного газа

Рис. 8. Использование плодородных земель в России

если приведенные данные слишком пессимистичны, нельзя не признать факта, что в долгосрочной перспективе экономическое положение России выглядит не столь радужным и для повышения экономической безопасности страны уже сейчас необходимо предпринимать шаги, позволяющие уменьшить зависимость российской экономики от экспорта энергоносителей.

Одним из перспективных путей оздоровления отечественной экономики явилось бы постепенное частичное (а в долгосрочной перспективе и полное) замещение ископаемых энергоносителей энергоносителями растительного происхождения. Этому способствует исторически сложившаяся ориентация России на сельскохозяйственное производство и наличие плодородных земель для выращивания сырья для производства биотоплив.

Кардинальные изменения, произошедшие в последние десятилетия в российской экономике, привели к ряду негативных для сельского хозяйства явлений, среди которых, в первую очередь, необходимо отметить отток населения из сельской местности в города, снижение занятости сельского населения, сокращение пахотных земель. В последние десять лет Россия потеряла треть своей плодородной земли. Более 40 млн гектаров выведено из оборота — зарастает лесом или заброшено (рис. 8) [8]. Эти пахотные земли, используемые ранее для сельскохозяйственного производства, в настоящее время не обрабатываются и постепенно теряют свои плодородные качества. Для сравнения можно отметить, что по оценкам журнала Oil World в настоящее время в странах ЕС рапсом было засеяно около 7 млн га. Это свидетельствует об огромном потенциале России в области производства биотоплив.

Этот потенциал производства биотоплив подтверждается данными рис. 9 по площадям пахотных земель в России и странах Евросоюза, а также странах бывшего СССР [9]. Наличие больших площадей пахотных земель, пригодных для выращивания масличных культур (см. рис. 9), а также динамика увеличения урожайности озимого и ярового рапса, а также подсолнечника, определяют потенциальную возможность России стать одним из лидирующих государств по производству биотоплива [9]. Приведенные данные со всей очевидностью опровергают встречающееся в средствах массовой информации мнение о том, что массовое производство биотоплив негативно скажется на производстве продовольствия и приведет к росту цен на продукты питания. Пахотных земель в России более чем достаточно для производства не только пищевых продуктов, но и сырья для производства биотоплива. Более того, для выращивания этого сырья могут быть использованы земли, непригодные для производства традиционной сельскохозяйственной продукции. Это земли, прилегающие к автотрассам, вредным производствам, земли в экологически неблагоприятных зонах. Использование этих земель значительно увеличит площади, отведенные для выращивания сельско-

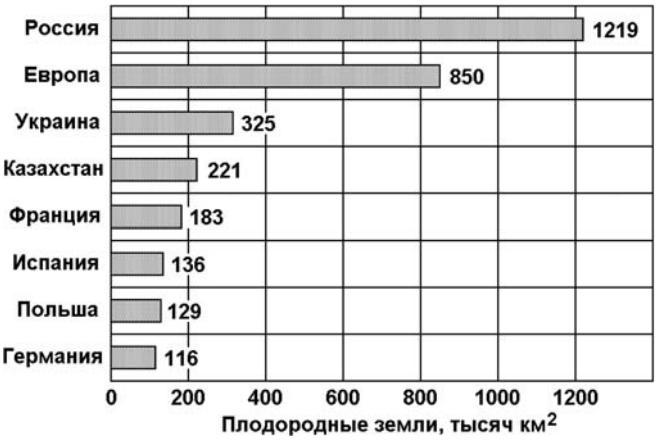

Рис. 9. Площади плодородных пахотных земель, пригодных для выращивания масличных культур в странах Западной Европы, России, Украине, Казахстане

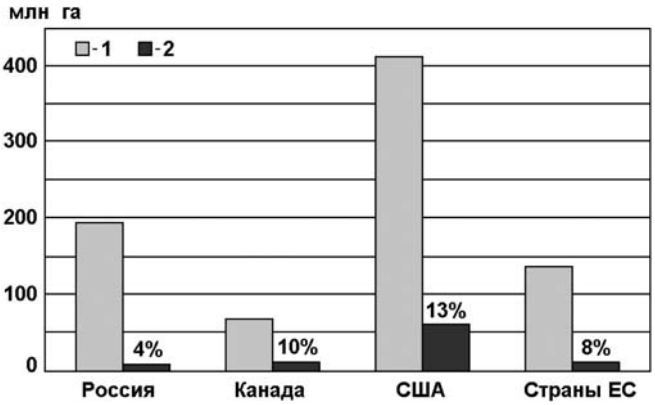

Рис. 10. Доля высокоэнергетических культур от общей площади сельскохозяйственных угодий:

1 — сельхозугодия; *2* — высокоэнергетические культуры (рапс, соя, кукуруза на зерно, подсолнечник)

хозяйственных культур, используемых для производства биотоплив.

Необходимо отметить не всегда рациональное использование имеющихся в Российской Федерации пахотных земель. В последнее десятилетие в мировом сельскохозяйственном производстве особый интерес вызывают высокоэнергетические культуры, т. е. культуры с высоким удельным содержанием углеводов. К этим культурам относятся и масличные культуры (рапс, сурепица, соя, подсолнечник и др.), используемые для производства биодизельного топлива, а также зерновые культуры (кукуруза, пшеница, сорго и др.) и технические культуры (сахарная свекла, сахарный тростник и др.), используемые для производства биоэтанола. Представленные на рис. 10 данные свидетельствуют о том, что в США доля высокоэнергетических культур в общей площади сельскохозяйственных угодий составляет 13 %, в Канаде — 10 %, в странах Евросоюза — 8 % [5]. В России доля таких земель не превышает 4 %, что свидетельствует не о самом эффективном использовании имеющихся плодородных земель.

Отдельно необходимо остановиться на проблеме занятости сельского населения. В первое десятилетие реформ, проводимых в России, количество занятого сельского населения в трудоспособном возрасте за этот период (с 1992 до 2001 гг.) сократилось на 1,6 млн человек, в том числе занятой молодежи — на 1,1 млн человек [10]. Это при том, что численность трудоспособного сельского населения за этот период возросла на 10,4 %, а молодежи — на 12,2 %. В 2002 г. в России в сельской местности проживало 38,7 млн человек, из них в трудоспособном возрасте — 24,5 млн человек, а безработица достигала 13 % [11]. В настоящее время безработица среди сельского населения составляет около 10 %.

Следует отметить и проблему бедности сельского населения, вызванную низкими закупочными ценами на сельскохозяйственную продукцию, отсутствием гарантированного спроса по устойчивым ценам на эту продукцию и ее достаточно высокой себестоимостью. При этом продолжающийся рост цен на нефтяные моторные топлива привел к тому, что в структуре затрат на производство сельскохозяйственной продукции доля стоимости дизельного топлива уже превышает 30 % [12]. Это обстоятельство не только приводит к нарушению технологий сельскохозяйственного производства и увеличению стоимости продуктов питания, но и к сокращению посевных площадей и поголовья животных, а также ведет к разорению предприятий агропромышленного комплекса различных форм собственности.

Сложившаяся ситуация грозит потерей продовольственной безопасности страны и полной зависимости от ввозимого продовольствия. Одним из путей выхода из нее является переход на альтернативные источники энергии, в том числе и на биотоплива растительного происхождения. Широкомасштабное производство этих биотоплив позволит решить проблему занятости сельского населения и обеспечения гарантированных устойчивых заработков в сельской местности, поскольку спрос и цены на энергоресурсы практически непрерывно растут.

На современном этапе развития энергетики в целом и двигателестроения, в частности, одной из острейших проблем является уменьшение выбросов в окружающую среду различных токсичных компо-

нентов ОГ. Причем основным источником токсичных выбросов остается транспорт [13, 14]. Решение этой проблемы позволит улучшить экологическую обстановку в крупных городах и сельской местности, уменьшить заболеваемость населения, вызванную негативным воздействием вредных выбросов, снизить расходы на улучшение экологической ситуации в стране и повысить ее экологическую безопасность. В связи с этим производство и использование моторных топлив растительного происхождения являются важным фактором экологической безопасности России. У этой проблемы есть несколько аспектов.

В настоящее время особую значимость приобретает проблема сокращения выбросов в окружающую среду углекислого газа (диоксида углерода) CO_2. Это объясняется заметным повышением его концентрации в атмосфере, вызванным быстрым ростом промышленного производства и резким увеличением количества транспортных средств. В настоящее время в атмосферу ежегодно выбрасывается более 25 млн т углекислого газа, а к 2020 г. ежегодные выбросы CO_2 в атмосферу достигнут 35 млн т (рис. 11) [2]. Углекислый газ не оказывает непосредственного токсического действия на организм человека, но при его повышенном содержании в атмосфере создается парниковый эффект, приводящий к так называемому тепловому загрязнению окружающей среды. Вследствие этого явления повышается температура воздуха в нижних слоях атмосферы, происходит глобальное потепление, особенно заметное в крупных городах, наблюдаются различные климатические аномалии. Кроме того, повышение содержания в атмосфере CO_2 способствует образованию озоновых дыр. При снижении концентрации озона в атмосфере повышается отрицательное воздействие жесткого ультрафиолетового излучения на организм человека.

С точки зрения снижения парникового эффекта важным фактором является невозобновляемость запасов нефти, природного газа и других полезных ископаемых. Образующийся при сгорании моторных топлив из этих ресурсов углекислый газ, выбрасываемый в атмосферу, нарушает баланс в атмосфере между кислородом и углекислым газом, являющимся основным парниковым газом. Поэтому более предпочтительны топлива, вырабатываемые из сырья растительного происхождения. При использовании топлив из этого сырья достигается кругооборот углекислого газа и кислорода в атмосфере, поскольку при сгорании топлив растительного происхождения выделяется такое количество CO_2,

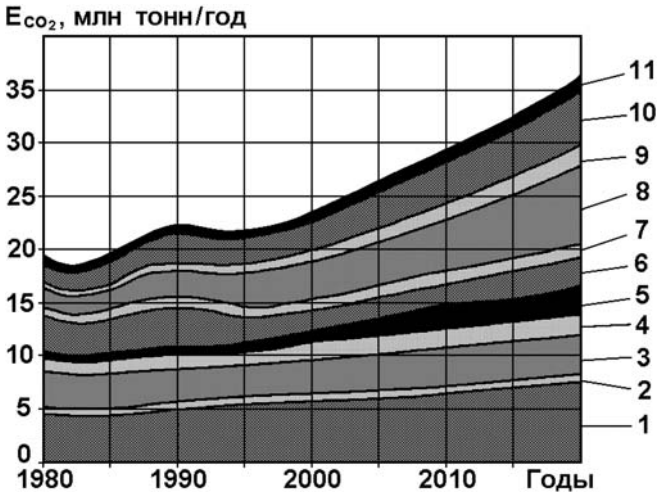

Рис. 11. Увеличение выбросов в атмосферу диоксида углерода E_{CO_2}, связанных с деятельностью человека в различных регионах мира:

1 — США; *2* — Канада; *3* — Западная Европа; *4* — Япония и страны тихоокеанского региона; *5* — Латинская Америка; *6* — страны бывшего СССР; *7* — Восточная Европа; *8* — Китай; *9* — Индия; *10* — остальная Азия; *11* — Африка

которое было потреблено из атмосферы при выращивании сырья для производства биотоплив.

В 1992 г. Международный комитет ООН по окружающей среде принял Рамочную конвенцию ООН об изменении климата (РКИК), секретариат которой координирует мировые усилия по сокращению антропогенных воздействий на атмосферу планеты. Более 180 стран присоединились к РКИК, Россия ратифицировала РКИК в 1994 г. Представители стран-участниц заседания 1992 г. обязались к 2000 г. сократить выброс всех "парниковых" газов (в пересчете на CO_2) до уровня 1990 г. Пять лет спустя, в 1997 г., третья конференция стран-участниц РКИК приняла согласованное дифференцированное решение по допустимому уровню выбросов диоксида углерода каждой страной — Киотский протокол [3]. Согласно ему, в период с 2008 по 2012 гг. каждая страна должна снизить выбросы CO_2 на 6 % по отношению к уровню 1990 г. Эти ограничения начали действовать фактически только с 2008 г.

Киотский протокол предусматривает три механизма достижения поставленной цели. Первое среди них — "чистое развитие" (страны снижают выбросы "парниковых" газов в результате модернизации своих предприятий и увеличивают площади лесов и сельскохозяйственных угодий). При этом необходимо отметить, что сельскохозяйственные культуры (свекла, рапс, пшеница и др.) обеспечива-

ют существенно больший объем выделяемого кислорода по сравнению с дикорастущими растениями — луга, пастбища и лес (рис. 12). В частности, выделение кислорода с 1 га посевов рапса за сезон составляет 10,6 тыс. м^3 и сопровождается поглощением около 10 тыс. м^3 или 20 т углекислого газа. При посевных площадях рапса в 1 млн га поглощение CO_2 составит $10 \cdot 10^6$ тыс. м^3 или 20 млн т в год.

Другими механизмами снижения выброса парниковых газов, предусмотренными Киотским протоколом, являются "совместное сотрудничество" (высокоразвитые страны помогают развивающимся внедрить в производство технические решения, снижающие выброс "парниковых" газов) и "торговля квотами на парниковые газы" (страна, имеющая положительный баланс выброса и поглощения "парниковых" газов, может продать разницу другому государству). В настоящее время Россия имеет положительный баланс кругооборота углекислого газа, т. е. превышение поглощения углекислого газа над квотой (более 5000 тыс. т CO_2). И важно не ухудшать этот баланс, что позволит не только реализовать первый механизм Киотского протокола, но и получить определенные экономические выгоды благодаря реализации третьего механизма этого протокола.

Следует отметить и другие факторы, позволяющие улучшить экологическую ситуацию в стране при широком использовании биодизельного топлива. Благодаря незначительному содержанию серы (10—15 *ppm*) и отсутствию полициклических ароматических соединений в растительных маслах выбросы ОГ дизелей, работающие на биотопливе, практически не содержат оксидов серы, которые, попадая в атмосферу, образуют кислоты, способствующие выпадению кислотных дождей, и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), являющихся канцерогенами и вызывающих онкологические заболевания. При попадании биодизельного топлива

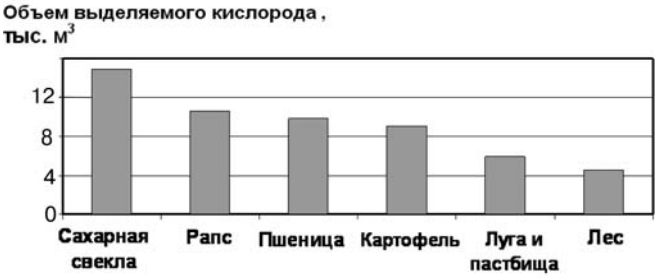

Рис. 12. Выделение кислорода за сезон различными сельскохозяйственными культурами, пастбищами и лесом с 1 га посевов или угодий

в почву и водные бассейны происходит его быстрое разложение в течение нескольких недель.

К другим экологическим факторам можно отнести возможность снижения выбросов с ОГ дизелей их основных токсичных компонентов, лимитированных в современных нормативных документах на выбросы вредных веществ в атмосферу — оксидов азота NO_x, монооксида углерода CO, несгоревших углеводородов CH_x и сажи (дымность ОГ) или твердых частиц. Для анализа показателей токсичности ОГ дизельного двигателя, работающего на биодизельных топливах, проведены экспериментальные исследования дизеля типа Д-245.12С (4 ЧН 11/12,5) на смесях нефтяного дизельного топлива и различных биотоплив на основе растительных масел. Указанный дизель выпускается Минским моторным заводом (ММЗ) для малотоннажных грузовых автомобилей ЗИЛ-5301 "Бычок", а его модификации — для автобусов Павловского автомобильного завода (ПАЗ) и тракторов "Беларусь" Минского тракторного завода (МТЗ).

Результаты полученных экспериментальных исследований (рис. 13) свидетельствуют, что наибольший эффект от использования в качестве топлива смесей нефтяного дизельного топлива и биотоплив на основе растительных масел получен по дымности отработавших газов K_x. В частности, рост концентрации метилового эфира рапсового масла (МЭРМ) в смесевом топливе $C_{МЭРМ}$ приводил к значительному снижению дымности ОГ K_x (см. рис. 13, *в*). Так, на режиме максимальной мощности (n = 1500 мин$^{-1}$) при росте $C_{МЭРМ}$ с 0 до 60 % дымность K_x монотонно снижалась примерно в 2,6 раза (с 18 до 7 % по шкале Хартриджа).

Результаты определения удельных массовых выбросов нормируемых токсичных веществ в атмосферу на режимах 13-ступенчатого испытательного цикла Правил 49 ЕЭК ООН — оксидов азота e_{NOx}, монооксида углерода e_{CO}, несгоревших углеводородов e_{CHx} представлены на рис. 14. Они свидетельствуют о заметной зависимости выбросов этих токсичных компонентов от состава смесевого биотоплива.

В частности, при увеличении содержания МЭРМ в смесевом топливе $C_{МЭРМ}$ с 0 до 20 % интегральные на режимах 13-ступенчатого цикла выбросы оксидов азота e_{NOx} снизились с 7,286 до 6,542 г/(кВт · ч), т. е. на 10,2 % (рис. 14, *в*). При дальнейшем увеличении $C_{МЭРМ}$ до 40 и 60 % отмечен некоторый рост e_{NOx} до значений (соответственно до 7,441 и 7,759 г/(кВт · ч)), превышающих эти вы-

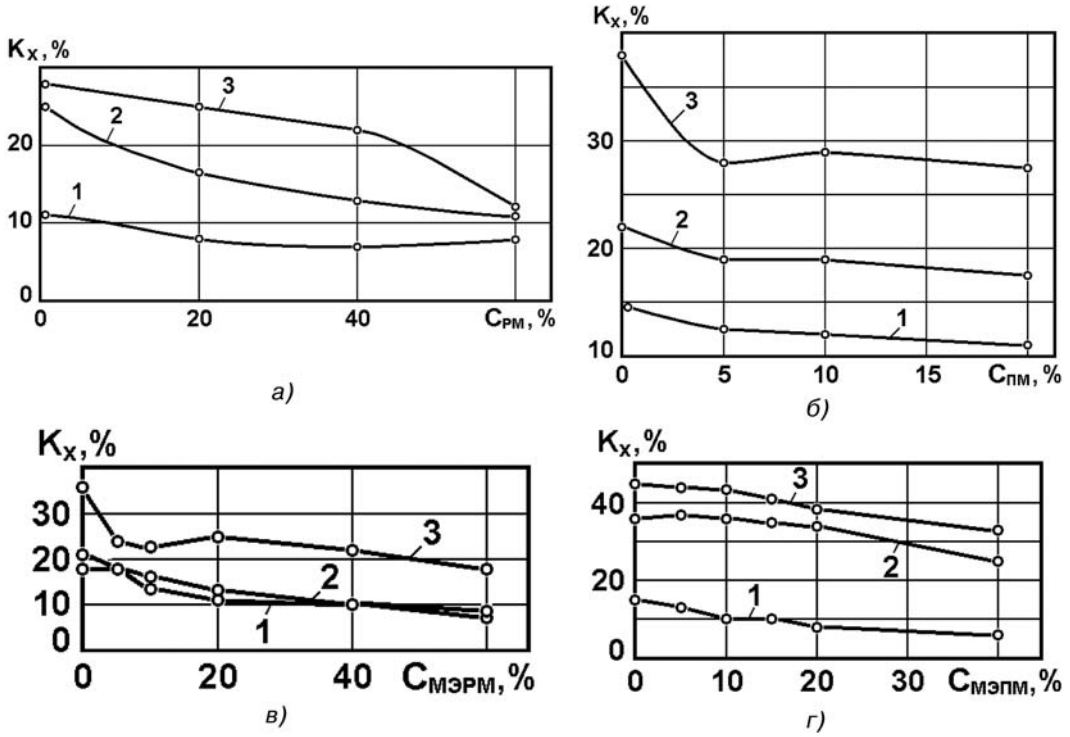

Рис. 13. Зависимость дымности ОГ K_x (процентов по шкале Хартриджа) дизеля Д-245.12С от объемного содержания рапсового масла $C_{РМ}$ (*а*), подсолнечного масла $C_{ПМ}$ (*б*), метилового эфира рапсового масла $C_{МЭРМ}$ (*в*), метилового эфира подсолнечного масла $C_{МЭПМ}$ (*г*) в смеси с нефтяным дизельным топливом на различных скоростных режимах внешней скоростной характеристики:

1 — n = 2400 мин$^{-1}$; *2* — n = 1500 мин$^{-1}$; *3* — n = 1080 мин$^{-1}$ (исследованы дизели с различной комплектацией)

бросы при работе на ДТ (7,286 г/(кВт · ч)). При росте содержания МЭРМ в смесевом топливе с 0 до 60 % отмечено монотонное снижение удельных массовых выбросов монооксида углерода e_{CO} с 2,834 до 1,932 г/(кВт · ч), т. е. почти в 1,5 раза (см. рис. 14, *в*). Зависимость выбросов углеводородов CH_x от содержания МЭРМ в смесевом топливе имеет более сложный характер. При увеличении $C_{МЭРМ}$ с 0 до 5 % выброс e_{CHx} уменьшился с 0,713 до 0,626 г/(кВт · ч), т. е. на 12,2 %, а при дальнейшем увеличении $C_{МЭРМ}$ до 20 % выброс e_{CHx} возрос до 0,727 г/(кВт · ч), т. е. практически до исходного значения e_{CHx} = 0,713 г/(кВт · ч). С ростом $C_{МЭРМ}$ до 40 и 60 % выброс e_{CHx} вновь несколько уменьшился соответственно до 0,692 и 0,681 г/(кВт · ч). Но, в целом, влияние содержания МЭРМ в смесевом топливе на выброс углеводородов не очень значителен (см. рис. 14, *в*).

Несомненным преимуществом использования растительных масел и их эфиров в качестве топлива для дизелей являются малые выбросы сажи или ее практически полное отсутствие в ОГ. По данным работы [15] при дымности ОГ дизеля, работающего на ДТ, равной K_x = 55 %, его перевод на эфиры, молекулы которых содержат более 25—30 % кислорода, сопровождается снижением K_x до величины менее 1 % по шкале Хартриджа (рис. 15).

Результаты проведенных исследований свидетельствуют, что даже небольшая добавка (5—10 %) растительных масел или их эфиров (содержащих около 10 % кислорода) в нефтяное топливо позволяет заметно улучшить экологические свойства такого смесевого биотоплива. Поэтому биотоплива, получаемые из растительных масел, можно рассматривать как кислородсодержащие присадки (оксигенаты), значительно улучшающие качество смесевых биотоплив. В связи с этим обстоятельством, на современном этапе развития двигателестроения представляется целесообразным лишь частичное замещение нефтяных топлив биотопливами на основе растительных масел. В более отдаленной перспективе возможна и полная замена нефтяных топлив биотопливами.

При этом следует отметить, что полное замещение нефтяных дизельных топлив растительными маслами или их производными (метиловыми

или этиловыми эфирами растительных масел) в ближайшей перспективе маловероятно.

Это может быть проиллюстрировано следующим примером. Как отмечено выше, наиболее перспективной с точки зрения производства моторных топлив масличной культурой считается озимый рапс, средняя урожайность которого в нашей стране составляет в среднем 1,6 т маслосемян с гектара. При такой урожайности из 160 т семян рапса, собранных с 1 км^2 пахотных земель, можно произвести примерно 55 т метилового эфира рапсового масла (МЭРМ). В 2000 году в России потребление дизельного топлива составило около 55 млн т [3]. Для производства 55 млн т МЭРМ необ-

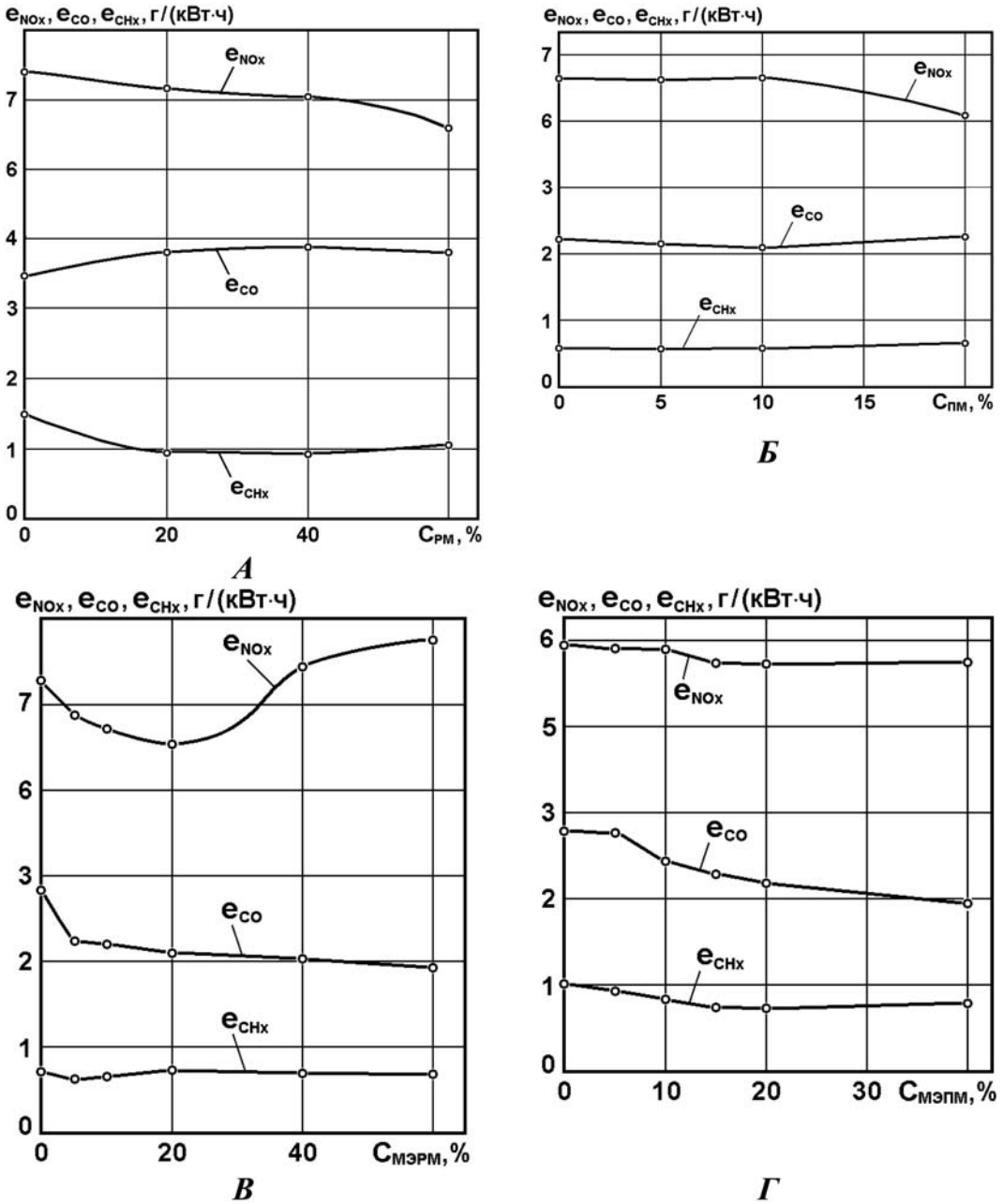

Рис. 14. Зависимость удельных массовых выбросов оксидов азота e_{NOx}, монооксида углерода e_{CO}, несгоревших углеводородов e_{CHx} с ОГ дизеля Д-245.12С от объемного содержания рапсового масла $C_{РМ}$ (*а*), подсолнечного масла $C_{ПМ}$ (*б*), метилового эфира рапсового масла $C_{МЭРМ}$ (*в*), метилового эфира подсолнечного масла $C_{МЭПМ}$ (*г*) в смеси с нефтяным дизельным топливом на режимах 13-ступенчатого испытательного цикла (исследованы дизели с различной комплектацией)

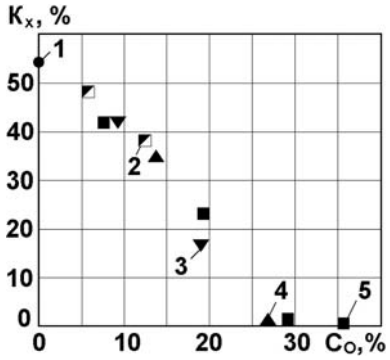

Рис. 15. Зависимость дымности ОГ K_x дизеля от содержания кислорода C_O в молекулах различных топлив:

1 — ДТ; *2* — дибутиловый эфир; *3* — этилгексилацетат; *4* — нормальный монобутиловый эфир этиленгликоля; *5* — диметиловый эфир диэтиленгликоля (кроме данных по эфирам на рисунке приведены данные по их смесям с ДТ)

ходимо засеять рапсом 1 млн км^2 пахотных земель. При этом по приведенным на рис. 9 данным площадь плодородных пахотных земель в России составляет 1,219 млн км^2.

Таким образом, для полного удовлетворения потребностей в дизельном топливе в России необходимо использовать под посевы рапса около 80 % всего объема пахотных земель. Но следует учитывать имеющуюся тенденцию повышения урожайности рапса и других масличных культур, возможность вовлечения в севооборот земель, непригодных для выращивания пищевых культур, а также возможность использования при производстве биотоплив низкосортных, загрязненных и просроченных растительных масел.

Реальным резервом для получения биотоплив являются фритюрные масла, использованные в системе городского общественного питания (в ресторанах, кафе, столовых, закусочных и др.) и подлежащие утилизации. Эта сырьевая база достаточно обширна. Например, в Японии ежегодные отходы фритюрных растительных масел составляют 400—600 тыс. т [3]. Все эти факторы создают предпосылки для дальнейшего наращивания производства биотоплив для транспорта. Но для этого необходимы изменение структуры сельскохозяйственного производства, финансирование с участием государства строительства предприятий по производству биотоплива и значительные льготы производителям и потребителям биотоплива.

Реализация этих мероприятий позволит начать широкомасштабное производство и использование моторных топлив растительного происхождения для транспорта, что благоприятно скажется на экономической, энергетической и экологической безопасности страны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Созонов, П. М., Аверков, В. С., Мишин, О. Л.** Развитие малотоннажного производства СПГ в России — объективная необходимость // Транспорт на альтернативном топливе. 2010. № 4. С. 62—69.
2. **www.geology.com**
3. **Использование** растительных масел и топлив на их основе в дизельных двигателях / В. А. Марков, С. Н. Девянин, В. Г. Семенов и др. М.: ООО НИЦ "Инженер", 2011. 536 с.
4. **Льотко, В., Луканин, В. Н., Хачиян, А. С.** Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. М.: Изд-во МАДИ (ТУ), 2000. 311 с.
5. **Биоэнергетика:** Мировой опыт и прогнозы развития / Л. С. Орсик, Н. Т. Сорокин, В. Ф. Федоренко и др. Под ред. В. Ф. Федоренко. М.: ФГНУ "Росинформагротех", 2008. 404 с.
6. **www.biodiesel.org**
7. **Пронин, Е. Н.** В поисках ответов // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. 2003. № 6. С. 5—11.
8. **Бутусова, Л.** Возвращение земли // Известия. 29 июля 2011 г.
9. **Григорович, Д. Н.** Применение биотоплива на железнодорожном транспорте // Транспорт на альтернативном топливе. 2010. № 1. С. 59—65.
10. **Панков, Б.** Сельская занятость: нужны не столько деньги, сколько оригинальные решения // Человек и труд. 2002. № 8. С. 10—12.
11. **Серова, Е. В., Звягинцев, Д. В.** Альтернативная занятость в сельской местности // Мир России. 2006. № 4. С. 3—34.
12. **Новые** источники сырья для биодизеля / Ю. А. Коцарь, Г. А. Головащенко, С. В. Плужников и др. // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. 2011. № 4. С. 23—24.
13. **Марков, В. А., Баширов, Р. М., Габитов, И. И.** Токсичность отработавших газов дизелей. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. 376 с.
14. **Грехов, Л. В., Иващенко, Н. А., Марков, В. А.** Топливная аппаратура и системы управления дизелей. М.: Изд-во "Легион-Автодата", 2005. 344 с.
15. **Miyamoto, N., Ogawa, H., Nurun, N. M.** et al. Smokeless, Low NO_x, High Thermal Efficiency and Low Noise Diesel Combustion with Oxygenated Agents as Main Fuel // SAE Technical Paper Series. 1998. № 980506. P. 1—7.

ABSCTRACTS OF ARTICLES

2 *Abramov V. N., Isaev D. I., Lebedev S. A., Antipenko V. S.* Technical State Control of Military Vehicles Non-intensive Use
This paper presents an analysis of the major faults and damage to system on non-intensive use machines, which allowed the determination of failure and damage distribution to units and systems of military vehicles. The use of oscillographic method of monitoring the technical condition of engine starting-system in non-intensive use vehicles is presented in the paper.
Keywords: monitoring the technical condition, comparative estimation, main parameters, electric starting system.

5 *Denisov A. S., Asoyan A. R., Korkin A. A., Orlov N. V., Kokushkin A. D.* The Potential for Functional Tuning Trucks
The article deals with the elements of the functional tuning of the power unit, which allows to increase the operational reliability of the turbocharger and the unit as a whole.
Keywords: functional tuning, reliability, turbocharger, bearing assembly, calorific.

8 *Pavlov V. A., Lukyanov G. Z., Chistov M. P.* Tires for Multipurpose Vehicles. Comparison and Choice
The subject of the article are the heavy-duty all wheel drive automobile capabilities. It is shown that technical of characteristics representative Russian automobiles are mostly dependant on properties of tires.
Keywords: tire pressure regulation, natural grounds, automobile velocity and towing capabilities.

15 *Zenchenko V. A., Chizhova N. N.* Assessment of Technical Condition of Vehicles When Starting the Work and Returning to the Park
This material considers assessments of level of readiness of vehicles when starting the work and returning to the park with assessment of residual level of reliability. For these purposes factor analysis is carried out, this analisys allow to identify problem points of vehicles, limiting their reliability.
Keywords: vehicles, operating time, reliability, failure, safety, efficiency, defect.

17 *Faskhiev Kh. A., Krakhmaleva A. V.* Russia's WTO Accession: Suspense Russian Automakers
Russia's accession to the World Trade Organization conditions are considered. It is noticed that at decrease in the customs duties on lorries growth of sales volume of import trucks in the Russian market of 12—23 % is expected, and in the market of cars tendencies established in last years will remain. The basic share of the market will belong to import cars of the Russian assemblage, and the share of import of new cars will decrease.
Keywords: the lorry, the car, the market, the World Trade Organization, the price, import, the duty.

25 *Moroz S. M.* New Requirements to be Observed for the Technical Inspection of the Transport Vehicles
The drawbacks of the new requirements for the technical inspection of the wheeled transport were indicated. The lack of positive effect of these changes in order to increase safety of vehicles stock were demonstrated and criticized. Local and system reasons of issuing the normative documents containing such drawbacks were analyzed, proposals to overcome them were given.
Keywords: safety, wheeled transport means, system of requirements, technical inspection, reform, organization.

29 *Markov V. A., Devyanin S. N., Mizyev K. S.* Diesel Engine Running on Diesel Fuel and Corn Oil Mixtures
Possible ways of utilizing com oil as a fuel for diesel engines are considered. Experimental work on D-245.12S diesel engine fueled with mixture of com oil and diesel fuel of different percentage has been carried out. Possibility of exhaust toxicity characteristics improvement by using these mixtures as a fuel for automobile diesel engines is demonstrated.
Keywords: diesel engine, diesel fuel, corn oil, biofuel mixture.

38 *Markov V. A., Bagrov V. V., Devyanin S. N.* Necessity and Perspective Usage of Biofuels
Advantages of diesel engines application of biofuels produced on the basis of vegetable oils are shown. Results of experimental research of a vehicle diesel engine of the type D-245.12S of the small tonnage car ZiL 5301 "Bychok" running on mixture diesel fuel and biofuels have been shown
Keywords: diesel engine, diesel fuel, rapeseed oil, rapeseed oil methyl ester, sunflower oil, sunflower oil methyl ester, mixed biofuel.

Ведущий редактор Г. Ф. Зонтова. Художественный редактор *Т. Н. Галицына.*
Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Е. В. Комиссарова.*

Сдано в набор 16.05.2012. Подписано в печать 26.06.2012. Формат 60 × 88 1/8. Усл. печ. л. 5.88. Уч.-изд. л. 6,75.

Отпечатано в ООО «Белый ветер», 115407, г. Москва, Нагатинская наб., д. 54, пом. 4