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 *Лянденбурский В. В., Федосков А. В., Барарайкин А. В.* Анализ и перспективы развития систем тягового электропривода транспортных средств

4 *Гадельшин Т. К., Петров В. К., Гадельшин Д. Т.* Модульно-унифицированные конструкции автомобилей

Исследование. Расчет

8 *Кочуров А. А.* К вопросу теоретического обоснования зависимости ЭДС свинцового аккумулятора от объема электролита

12 *Буянов А. С.* Расчет инструмента для холодного калибрования зубьев колес автомобильных трансмиссий

15 *Лебедев С. А., Антипенко В. С., Исаев Д. И.* Военно-техническая оценка эффективности применения модульных источников тока в вооруженных силах

Эксплуатация. Ремонт

18 *Васильев В. А., Касьянов С. К.* Техническое обслуживание карьерных автосамосвалов

20 *Зенченко В. А., Ременцов А. Н., Павлов А. В., Сотсков А. В.* Обоснование выбора совокупности показателей для оценки трафика движения автотранспортных средств

23 *Анищенко А. Н., Ока Мин, Максимов В. А., Сидельников Г. В.* Вопросы повышения ресурса шин городских автобусов в ГУП "МОСГОРТРАНС"

25 *Ременцов А. Н., Зенченко В. А., Фетисов П. Б.* Управление запасами запасных частей для автомобилей SCANIA

27 *Макаров А. К.* Топливный элемент — тяговый источник энергии электромобиля

30 *Ременцов А. Н., Мишра А.* Автоматические коробки передач — проблемы технического обслуживания и ремонта

Испытания

33 *Демьянушко И. В., Миронова В. В.* Сертификационные испытания автомобильного колеса на удар

37 *Лебедев С. А., Антипенко В. С., Исаев Д. И.* Натурные испытания систем электростартерного пуска военной техники с комбинированными источниками тока

Экология

41 *Юданов С. В.* Вопросы производства альтернативных видов автомобильных топлив

Информация

44 *Савченко А. С.* Грузовики Renault: 100 лет на дорогах России

46 *Савченко А. С.* Блиц-тест самосвала Renault Kerax

48 *Abstracts of articles*

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

№ 7 '2012

УДК 621.43

В. В. Лянденбурский, канд. техн. наук, доц., **А. В. Федосков**, асп.,
А. В. Барарайкин, студент,
Пензенский государственный университет архитектуры и строительства
Email: dekauto@pguas.ru

АНАЛИЗ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Основным ограничением при эксплуатации электромобилей является небольшой пробег и значительное время зарядки аккумуляторной батареи. Разработки по данному вопросу ведутся в направлениях создания чистых электромобилей, чистых гиромобилей, гибридных и комбинированных схем. В предлагаемом электрогиромобиле объединение аккумуляторной батареи и маховика позволит снизить его массу, увеличить запас хода, уменьшить массу аккумулятора энергии. Применение бесконтактной подачи электроэнергии приведет к увеличению надежности работы привода электрогиромобиля, снижению шума работы привода.

Ключевые слова: *электромобиль, гиромобиль, аккумуляторная батарея, маховик, аккумулятор энергии.*

(Рис. на 2-й и 3-й полосах обложки)

В последнее время перед человечеством встал ряд проблем, связанных с загрязнением атмосферного воздуха и снижением запасов нефти и газа, что в свою очередь привело к необходимости создания транспортного средства — экологически чистого автомобиля. Несмотря на последние достижения, технология создания и эксплуатации электромобилей развита недостаточно. Основным ограничением при эксплуатации электромобилей является небольшой пробег и значительное время зарядки аккумуляторной батареи.

Разработки по данному вопросу, как в нашей стране, так и за рубежом, ведутся в нескольких направлениях:

1) чистые электромобили (рис. 1, *а*), в которых нагрузка от аккумуляторных батарей *1*, через блок управления *2* подводится к тяговому электродвигателю *3* и далее крутящий момент передается трансмиссии *4* и ходовой части;

2) чистые гиромобили (рис. 1, *б*), в которых для передачи крутящего момента к ходовой части транспортного средства используется энергия, запасенная в маховике *5*;

3) комбинированные схемы:

— наиболее широко исследуются схемы (рис. 1, *в*), в которых для подзарядки аккумуляторных батарей *1* используются двигатель-генераторные установки (на основе двигателя внутреннего сгорания *6*);

— гибридная схема (рис. 1, *г*), где для вращения маховика *4* применяется двигатель внутреннего сгорания *6* (около 40 % номинальной мощности).

Каждой из приведенных схем присущи недостатки, не позволяющие конкурировать с существующими автомобилями, которые приводятся от двигателя внутреннего сгорания.

Основными недостатками электро- и гиромобиля являются ограниченный запас хода, значительная масса аккумуляторных батарей (0,25—0,45 полной массы электромобиля, в зависимости от типа аккумуляторных батарей) и маховика (0,1 полной массы гиромобиля).

Комбинированные схемы электро- и гиромобилей с двигателем внутреннего сгорания оказались более работоспособными, массовый выпуск которых налажен в нашей стране и за рубежом. Применение таких комбинированных схем приводит к снижению загрязнения окружающей среды, но проблема решается лишь частично.

И только третья комбинированная схема, которая включает маховик, электродвигатель и аккумуляторную батарею не нашла применения, так как приводит к значительному увеличению массы транспорт-

ного средства. Этот недостаток устраняется путем объединения трех агрегатов в один (рис. 1, *д*), т. е. электродвигатель *3* и аккумуляторная батарея *1* выполняют роль маховика, в результате получаем преимущества электро- и гиромобиля.

Простое объединение и механическая передача крутящего момента при помощи трансмиссии ограничивает дальнейшее совершенствование привода транспортного средства в направлении увеличения частоты вращения аккумулятора энергии, а соответственно, и запаса хода транспортного средства.

Для увеличения запаса хода, предлагается привод электрогиромобиля (рис. 2) состоящий из аккумулятора энергии *1*, аккумуляторных батарей *2*, блока управления *3* и мотор-колес *4*.

В предлагаемом электрогиромобиле увеличение частоты вращения аккумулятора энергии *1* позволит снизить его массу. При этом возникает необходимость вынести часть аккумуляторных батарей *2* за пределы аккумулятора энергии. Применение бесконтактной подачи электроэнергии позволит значительно увеличить надежность работы привода электрогиромобиля.

Аккумулятор энергии (рис. 3) состоит из вакуумированного корпуса *1*, к которому крепится магнитный подвес *8* и ось *7*, к подвешенной части *9* магнитного подвеса крепится корпус ротора *10*, в котором размещены аккумуляторные батареи *3*, блок управления *2*, магнитный подшипник 6 и обмотки *4* мотора-генератора. К оси *7* крепятся обмотки *4* статорной части мотора-генератора.

Привод транспортного средства работает следующим образом.

Перед началом движения транспортного средства производится зарядка аккумуляторных батарей, затем раскручивается аккумулятор энергии до максимальной частоты вращения посредством мотора-генератора аккумулятора энергии от внешнего источника питания. Транспортное средство готово к работе. Энергия, накопленная в маховике, преобразуется мотором-генератором аккумулятора энергии в электроэнергию и передается через блок управления к тяговому мотору-генератору, таким образом, происходит снижение энергии накопленной в маховике. Для вращения аккумулятора энергии, используется энергия, запасенная в аккумуляторных батареях, которая подается мотору-генератору, работающему в данный момент в двигательном режиме. Для движения транспортного средства в этот момент используется энергия от аккумуляторной батареи. По окончании подкручивания аккумулятора энергии мотор-генератор работает в генераторном режиме и подпитывает аккумуляторные батареи и мотор-генератор.

Для достижения максимального технико-экономического эффекта при внедрении в конструкцию транспортного средства мотор-колес необходим комплексный подход к оценке последней. Для перехода с традиционной системы тягового электропривода на систему мотор-колесо необходимы серьезные изменения конструкции транспортного средства, способствующие уменьшению его массы и повышению эксплуатационной надежности. Предполагается использование современных и перспективных компонентов (узлов и агрегатов), а также методик проектирования с тем, чтобы спроектированное мотор-колесо удовлетворяло техническим требованиям, предъявляемым к нему, по завершении процесса проектирования и доводки в течение 10—15 лет эксплуатации.

При движении транспортного средства под уклон и при вынужденном торможении происходит рекуперативное торможение, сохраняющее до 20 % энергии. Тем самым при неизменной массе привода транспортного средства энергоемкость его значительно увеличивается.

В предлагаемом электрогиромобиле увеличение частоты вращения аккумулятора энергии позволит снизить его массу, увеличить запаса хода, уменьшить массу аккумулятора энергии, снизить вредные выбросы в атмосферу. Применение бесконтактной подачи электроэнергии приведет к увеличению надежности работы привода электрогиромобиля, снижению шума работы привода.

На современном этапе развития применение экологически чистых автомобилей ограничено. В то же время для снижения загрязнения в местах наибольшего скопления автомобилей, а также для внутрихозяйственных перевозок применение электромобилей актуально.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Гулиа, Н. В.** Инерционные аккумуляторы энергии [Текст] / Н. В. Гулиа. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 1973. — С. 90—91.
2. **Голованов, Л.** Электричество смотрит нам в лицо [Текст] / Л. Голованов // Авто-ревю, 1997. — № 10. — С. 20—22.
3. **Авторское Свидетельство** СССР № 1354508. Электропривод автономного транспортного средства. Я. Б. Донин, В. С. Болтянский, Т. Я. Андриянова.
4. **Соснин, Д. А.** Новейшие автомобильные электронные системы: учеб. пособие [Текст] / Д. А. Соснин, В. Ф. Яковлев. — М.: СОЛОН-Пресс, 2005. — 240 с.

УДК 629.113

Т. К. Гадельшин, канд. физико-математических наук, **В. К. Петров**, канд. тех. наук, доц.,
Д. Т. Гадельшин, инж.,
МГТУ "МАМИ"
E-mail: t_gadelshin@mail.ru

МОДУЛЬНО-УНИФИЦИРОВАННЫЕ КОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Рассмотрены модуляризация и унификация в конструкциях автомобилей. Модули — это основные агрегаты автомобилей. Унификация предложена для параметров узлов соединения и сопряжения этих модулей.

Ключевые слова: *унификация, модуль, параметры, узлы.*

В работе рассматривается одно из возможных направлений деятельности, которое может существенно повлиять на процесс автомобилизации — это модуляризация и унификация в конструкциях автомобилей.

Процесс автомобилизации в своем развитии продолжает потреблять все больше и больше материальных и трудовых ресурсов. Экономика стран, привязанных к производству автомобилей, в случае появления кризисных ситуаций болезненно на них реагирует. Жесткая борьба автопроизводителей за рынки сбыта и в погоне за прибылью заставляет их действовать чаще всего без учета интересов друг друга. В условиях, когда складывается мировая система автомобилизации, это может служить серьезным тормозом ее развития. Поэтому стоит ставить и решать проблемы, касающиеся оптимальных путей развития данной системы.

Автомобиль является достаточно сложным, наукоемким изделием, производимым современным машиностроением, причем, самым массовым. Это, пожалуй, самое сложное изделие среди тех, которые разрешаются для использования в личных целях. Число автомобилей, используемых в личных целях, из года в год растет и уже намного превысило число автомобилей, используемых для перевозки грузов и пассажиров.

Автомобиль при эксплуатации подвергается износу и требует сервисного и ремонтного обслуживания. Владелец автомобиля чаще всего сам не в состоянии этим заниматься. Это требует специальных знаний и умений, специальных инструментов, станков, а также затрат времени. В настоящее время, автопроизводители замыкают сервисное и ремонтное обслуживание на себя и даже создают для этого условия в виде некоторых элементов конструкций и специальных, оригинальных только для них, инструментов и станков. В итоге получается, что это ограничивает применение их же автомобилей там, где нет их сервисного и ремонтного обслуживания или создает неудобства потребителям.

Автомобили разделяют по типу на легковые, грузовые, автобусы и специальные. Каждый тип разделяется еще на классы. На рис. 1 приводится схема классификации автомобилей по основным типам. Поскольку больше всего выпускается легковых автомобилей, то для них приводится также разбиение по классам в соответствии с тем, как это принято. Число различных моделей и модификаций легковых автомобилей, официально продаваемых в России, превышает 700 [1]. Для многих моделей нужно иметь при сервисном и ремонтном обслуживании свой оригинальный инструмент и специалистов, которых еще надо подготовить. В мире выпускается свыше 2700 различных моделей и модификаций только легковых автомобилей [2]. В автомобильных конструкциях можно рассмотреть способы определения общих

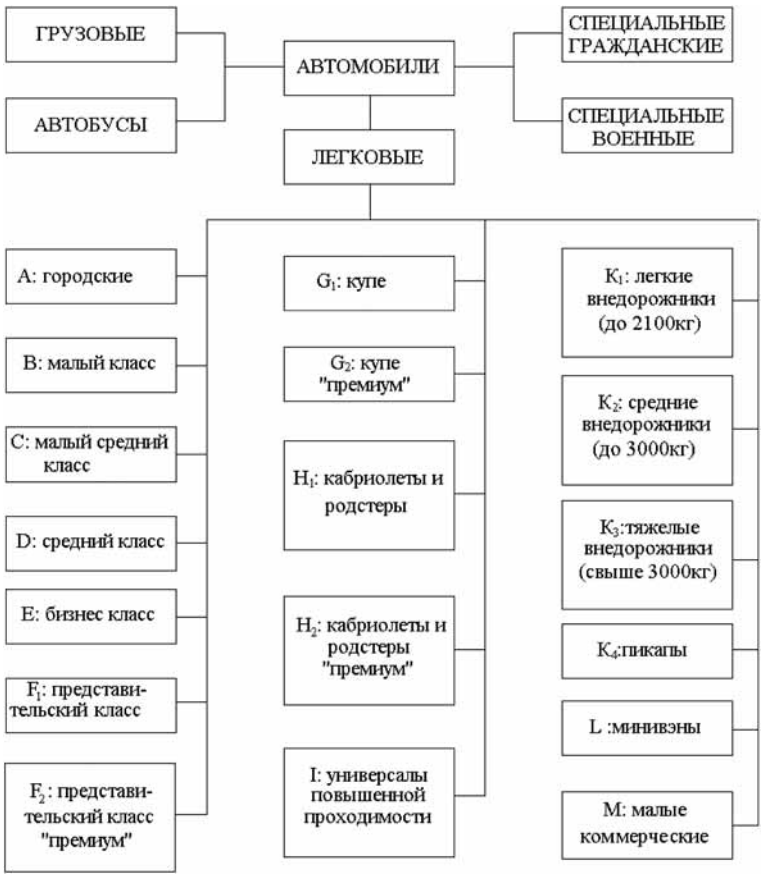


Рис. 1. Классификация автомобилей

характеристик и использовать их для оптимизации. Один из таких способов рассмотрим ниже.

Автомобиль можно разложить на платформу и кузов. Платформу разложить на агрегаты, выполняющие в автомобиле определенные функции. Назовем эти агрегаты модулями [3], как это делается в настоящее время во многих описаниях технических устройств и систем, да и нетехнических тоже. Слово "модуль" происходит от французского "модуле", что означает делить. Таким образом, модулем можно назвать любую, отделяемую без разрушения, часть от некоторого целого, определив, эту часть теми функциями, которые она выполняет в целом. Что касается автомобиля, то для него модулем можно назвать, например, любой агрегат, скажем двигатель, или тормозную систему, или колесо.

На рис. 2 приводится схема разбиения легкового автомобиля классической компоновки на платформу и кузов. Платформа разбивается на модули: M_0 — модуль рамы, M_1 — модуль двигателя, M_2 — модуль сцепления, M_3 — модуль коробки передач, M_4 — модуль карданного вала, M_5 — модуль переднего моста, M_6 — модуль заднего моста, M_7 — модуль колеса, M_8 — модуль рулевой системы, M_9 — модуль тормозной системы.

Это одно из возможных разбиений. Оно выбрано исходя из того, какие основные функции эти модули выполняют в современном автомобиле.

Следует отметить, что в производстве автомобилей имеются предприятия, которые специализируются на выпуске определенного ряда модулей, которые могут быть использованы или для малых, или для средних, или для больших автомобилей. Скажем, это ряд двигателей разной мощности, или ряд рулевых устройств для автомобилей разного размера. В связи с этим, автозаводы могут постепенно отходить от "натурального хозяйства", используя для производства уже готовые модули. При этом возникает конкуренция между производителями модулей за выпуск их более совершенными, а автозаводы будут выбирать, какие-модули для них больше подходят.

В свете вышеизложенного, вернемся теперь к поставленной задаче об унификации в конструкциях автомобилей. Нельзя сказать, что элементы унификации параметров автомобилей не встречаются в настоящее время. Например, легковые автомобили в большинстве своем имеют четыре рабочих колеса. В конструкциях отдельных модулей встречаются одни и те же компоненты. Сцепные устройства грузовиков — тягачей имеют одни и те же параметры.

Можно предложить различные способы унификации параметров автомобилей. Остановимся на одном из них, который естественным образом следует из того, как платформу современного автомобиля можно разложить на его функциональные модули. Обратим внимание на то, что модули платформы для того, чтобы они превратились в автомобиль, связаны между собой либо узлами жесткого соединения, либо узлами сопряжения, когда

есть степень свободы для перемещения элементов одного модуля относительно элементов другого модуля. Эти узлы показаны на рис. 2 в виде кругов.

Рассмотрим автомобили одного типа и класса, выпускаемые разными автопроизводителями. В качестве способа унификации конструкций этих автомобилей можно взять унификацию параметров узлов соединения и сопряжения модулей их платформ [4, 5].

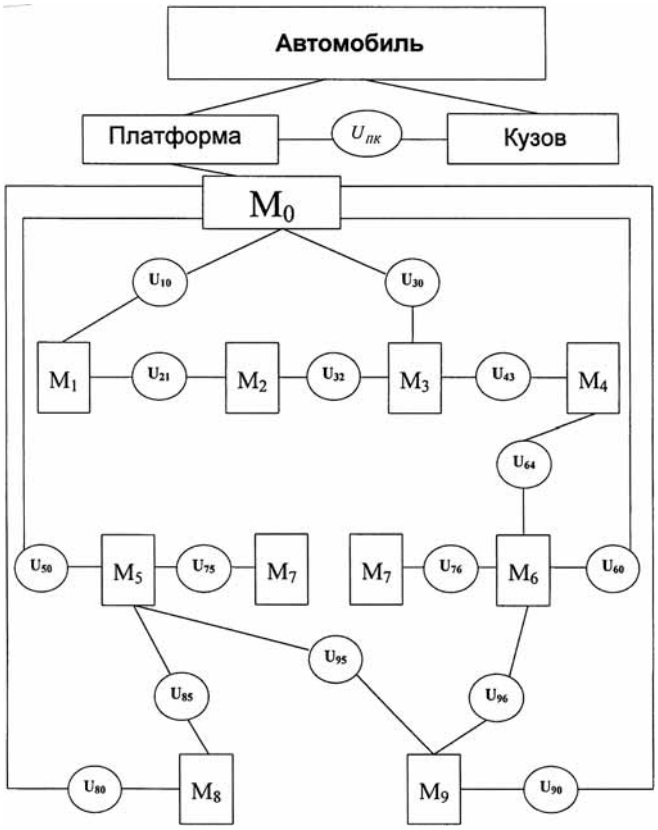


Рис. 2. Пример разложения на модули классического варианта компоновки легкового автомобиля

Унифицированные для функциональных модулей узлы соединения и сопряжения: $U_{пк}$ — узел соединения кузова с платформой; U_{10} — узел соединения модуля двигателя и модуля рамы; U_{21} — узел соединения и сопряжения модуля сцепления и модуля двигателя; U_{32} — узел соединения и сопряжения модуля коробки передач и модуля сцепления; U_{43} — узел соединения модуля коробки передач и модуля карданного вала; U_{30} — узел соединения модуля коробки передач и модуля рамы; U_{64} — узел соединения и сопряжения модуля заднего моста и модуля карданного вала; U_{50} — узел соединения модуля переднего моста и модуля рамы; U_{75} — узел соединения модуля колеса и модуля переднего моста; U_{64} — узел соединения и сопряжения модуля заднего моста и модуля карданного вала; U_{60} — узел соединения модуля заднего моста и модуля рамы; U_{85} — узел соединения модуля рулевой системы и модуля переднего моста; U_{80} — узел соединения модуля рулевой системы и модуля рамы; U_{95} — узел соединения модуля тормозной системы и модуля переднего моста; U_{96} — узел соединения модуля тормозной системы и модуля заднего моста; U_{90} — узел соединения модуля тормозной системы и модуля рамы

Такой способ унификации не является столь обременительным для автопроизводителей или производителей модулей, с точки зрения ограничений на конструкцию и возможность конкурировать между производителями и не затрагивает полностью их собственные интересы. Внутренние конструкции одноименных модулей разных производителей модулей могут отличаться по параметрам. Этот способ унификации почти не затрагивает параметры кузова. Они могут отличаться у разных автопроизводителей особенно по дизайну. При выборе автомобиля потребитель чаще всего выбирает его по кузову. Платформа закрыта кузовом и параметры ее потребителя либо не интересуют, либо он узнает их из инструкции по эксплуатации. Таким образом, предложенный здесь способ унификации параметров автомобиля, оставляет для производителя широкое поле деятельности для того, чтобы его автомобиль был конкурентоспособным на рынке. Это могут быть конструкции модулей, дизайн, конструкция кузова, качество изготовления, сервисное обслуживание, цена автомобиля.

Этот способ унификации можно сравнить со способом унификации современных персональных компьютеров. Там проведена унификация по параметрам разъемов между модулями, типу электрических сигналов и программному обеспечению. Преимущества такой унификации видны. Компьютерами можно одинаково пользоваться во всем мире. В автомобилях через узлы соединения и сопряжения "течет", преобразуясь, крутящий момент или передаются усилия водителя по управлению автомобилем.

Рассмотрим некоторые преимущества изложенного выше метода унификации параметров узлов соединения и сопряжения модулей платформы.

Прежде всего, создание модулей с унифицированными узлами соединения и сопряжения может оказаться эффективным вместе со специализацией предприятий на производстве тех или иных модулей.

Производство автомобилей может быть приближено к потребителям. Перевозка готовой продукции, такой как автомобили, на большие расстояния совсем не рациональна. Сборочные производства из готовых функциональных модулей,

как своих, так и других производителей можно организовывать вблизи потребителей автомобилей. При этом производство кузова, наиболее объемной части автомобиля и неудобной с точки зрения транспортировки, стоит организовывать поблизости от потребителей продукции.

Выполнение сборки автомобилей из унифицированных функциональных модулей позволяет проще проводить ремонт и модернизацию автомобилей, заменяя в них ранее используемые модули на более совершенные. Это уменьшит затраты на эксплуатацию автомобилей, как для потребителей, так и в целом, с точки зрения использования автомобилей в обществе.

Автомобили с унифицированными модулями могли бы более качественно и с меньшими затратами проходить техническое обслуживание и ремонт независимо от места их эксплуатации.

Применение унифицированных конструкций необходимо и рационально в автомобилях, если в них используются модули, производимые на предприятиях различных отраслей промышленности. Характерным примером могут служить гибридные автомобили и электромобили. В них помимо модулей, изготовляемых автопроизводителями, используются модули электротехнической и электронной отраслей промышленности.

Применение унифицированных функциональных модулей может оказаться одной из предпосылок для разработки стандартов по обслуживанию и ремонту автомобильной техники, которые надо будет учитывать при конструировании и производстве автомобилей.

Наиболее сложными могут оказаться организационные и правовые проблемы унификации автомобилей.

Необходимость проводить более широкую унификацию в конструировании и производстве автомобилей требуется для развития автомобилизации во всем мире и для сотрудничества в этой области. Следующие темы 33-го Всемирного Автомобильного конгресса FISITA-2010, который состоялся 31 мая—5 июня 2010 г. в Будапеште, могут быть рассмотрены вместе с проблемами модуляризации и унификации:

- автомобили с одинаковой платформой, проектирование шасси;
- создание основных частей, компонентов и систем автомобиля;
- малолитражные и дешевые автомобили для развивающихся рынков;
- инструменты и методы проектирования целых автомобильных систем;
- глобализация автомобильных стандартов и технических норм;
- новые направления международных нормативов;
- основные вопросы одобрения автомобилей и компонентов;
- модуляризация в проектировании для экономически эффективного производства;
- цепочка поставщиков и логистика;
- эффективные новые технологии в производстве.

Это показывает, что в автомобильном мире появился определенный интерес к этим проблемам.

Предложенный в работе способ унификации параметров автомобиля может внести изменения при конструировании и производстве автомобилей. Он может оказать влияние на процесс автомобилизации, несмотря на то, что затрагивает небольшую часть параметров автомобиля. Реализация процесса унификации автомобилей должна касаться всего сообщества автопроизводителей. Решение поставленных проблем может привести к постановке новых задач и вовлечению в их решение большого числа специалистов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Мир** легковых автомобилей. Автокаталог 2009 // За рулем, 2008. — № 11 (24). — 384 с.
2. **Мир** легковых автомобилей. Автокаталог 2008 // "За рулем", 2007. — № 11 (12). — 383 с.
3. **Гадельшин, Т. К.** Параметрическая унификация конструктивных параметров автомобиля при его конструировании и производстве [Текст] / Т. К. Гадельшин, Д. Т. Гадельшин // Известия МГТУ "МАМИ". — № 1 (5). — 2008. — С. 12—20.
4. **Gadelshin Tagir, Gadelshin Denis.** Modularisation and Unification in the Design and Manufacture of Atomobiles. World Automotive Congress FISITA-2010, 30 May—4 June, Budapest, Hungary, Book of Abstracts. — P. 405.
5. **Tagir Gadelshin, Vladimir Petrov, Denis Gadelshin.** Method of Unification of the Commersial Vehicles. International Congress of Heavy Vehicles, Road Trains and Urban Transport, 6—9 October 2010, Minsk, Belarus, Book of Papers. — P. 140—143.
6. **33-й Всемирный** автомобильный конгресс // Журнал Автомобильных инженеров ААИ, № 1 (54). — 2009. — С. 5—7.

УДК 621.355.2

А. А. Кочуров, канд. техн. наук,
Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище (военный институт)
E-mail: a_lucky@mail.ru

К ВОПРОСУ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ЭДС СВИНЦОВОГО АККУМУЛЯТОРА ОТ ОБЪЕМА ЭЛЕКТРОЛИТА

Приведены результаты экспериментальных исследований влияния объема электролита в свинцовом кислотном аккумуляторе на величину его электродвижущей силы, а также дано теоретическое обоснование данному явлению, основанное на существующих представлениях о формировании электродных потенциалов и ЭДС в химических источниках тока.

Ключевые слова: *аккумулятор, объем электролита, электродвижущая сила.*

По существующим теоретическим представлениям [1] ЭДС свинцового кислотного аккумулятора (СКА) зависит от плотности электролита и в диапазоне ее изменения от 1,05 до 1,30 г/см^3 носит линейный характер и определяется по формуле

$$E = 0{,}84 + \rho, \qquad (1)$$

где E — ЭДС аккумулятора, В; ρ — плотность электролита, г/см^3.

Вместе с тем, контроль параметров аккумуляторных батарей (АКБ) разных типов в конце процесса их заряда показал, что установившиеся (равновесные) значения ЭДС в них при равных значениях плотности электролита, приведенных к одинаковой температуре, отличаются.

В целях выяснения факторов, влияющих на изменение ЭДС в СКА, были спланированы и проведены экспериментальные исследования с последующим теоретическим обоснованием их результатов. Экспериментальные исследования были направлены на установление влияния объема электролита в СКА на величину его ЭДС.

Методика экспериментальных исследований предполагала измерение ЭДС в полностью заряженных аккумуляторных батареях при поэтапном изменении уровня электролита в них от максимального до минимального значения путем отбора электролита. При этом в целях исключения влияния процессов саморазряда на параметры СКА на каждом этапе после изменения уровня электролита батарея подвергалась заряду в режиме при постоянной силе тока величиной $0{,}1C_{ном}$ до достижения заданного значения напряжения заряда с последующим отключением от зарядного устройства и выдержкой в течение 24 ч с целью установления равновесных значений электродных потенциалов. После отключения зарядного устройства, начиная с первой минуты, величина ЭДС аккумуляторной батареи измерялась в течение первого часа с интервалом 10 мин, а в остальное время — с интервалом в один час.

Установлено, что поэтапное изменение уровня электролита от максимального (h = 30 мм) до минимального значения (h = 8 мм) в аккумуляторах батареи 6СТ-33 марки FIAM итальянского производства путем отбора части электролита, подзаряд током 3,3 А до достижения значения напряжения заряда $U_з$ = 16,08 В, выдержка батареи в состоянии бездействия в течение суток сопровождалось снижением ЭДС батареи с 12,75 В до 12,72 В (рис. 1), что свидетельствует о влиянии объема

Рис. 1. Зависимость изменения ЭДС АКБ 6СТ-33 "FIAM" (Италия) от уровня электролита

электролита в свинцовом кислотном аккумуляторе на величину его ЭДС.

При этом активное снижение ЭДС в аккумуляторной батарее наблюдалось в течение первых 5 ч, и практически заканчивалось к 18-му часу. В связи с чем можно считать, что через 24 ч выдержки батареи после отключения зарядного устройства ее ЭДС достигает равновесного значения, которое и принималось к качестве диагностического параметра при проведении экспериментальных исследований.

Характер изменения ЭДС в зависимости от уровня электролита в остальных аккумуляторных батареях экспериментальной группы аналогичен (рис. 2), однако их абсолютные значения несколько отличаются.

При этом следует отметить, что абсолютные значения ЭДС АКБ разных типов при прочих равных условиях зависят в первую очередь от материала электродов и фактического объема электролита в аккумуляторах батареи, который можно оценить величиной удельного объема электролита $V_{уд}^{Ф}$, см^3/(А · ч)

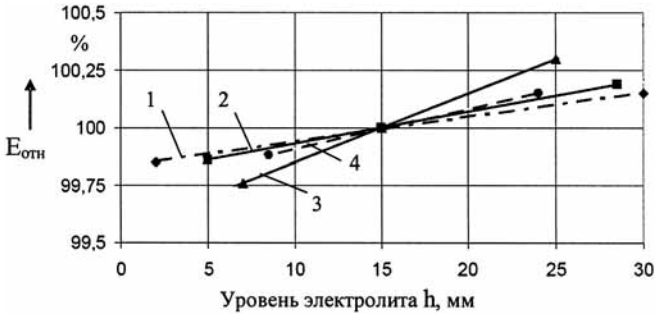


Рис. 2. Зависимость изменения величины ЭДС АКБ различных типов от объема электролита в них:

1, 2 — АКБ 6СТ-66 с удельным объемом электролита $V_{уд}^{Ф}$ = 10,15 см^3/(А · ч); 3 — АКБ 6СТ-43 с удельным объемом электролита $V_{уд}^{Ф}$ = 11,16 см^3/(А · ч); 4 — АКБ 3МТ-18 с удельным объемом электролита $V_{уд}^{Ф}$ = 10,27 см^3/(А · ч)

$$V_{уд}^{Ф} = \frac{V_{эл.аб}}{C_{ном}}, \qquad (2)$$

где $V_{эл.\ аб}$ — объем электролита в одном аккумуляторе батареи, см^3; $C_{ном}$ — номинальная емкость аккумуляторной батареи, А · ч.

С целью обоснования влияния объема электролита в аккумуляторах на величину их ЭДС рассмотрим существующие теоретические представления о механизме формирования электродных потенциалов [2—5].

При погружении двух электродов в электролит на каждом из них формируется равновесный электродный потенциал $\varphi_{м.э}$, а между ними устанавливается определенная разность электрических потенциалов, называемая напряжением разомкнутой цепи $U_{рц}$ [2], которая для случая равновесных электродных потенциалов равна электродвижущей силе E (ЭДС) гальванического элемента

$$E = U_{рц} = \varphi_1 - \varphi_2. \qquad (3)$$

При этом на электродах свинцового кислотного аккумулятора образуется двойной электрический слой, который по характеру взаимодействия формирующих его зарядов можно отнести к типу обменных, образующихся в результате обмена ионами между электродом и раствором электролита [3].

В случае, если химический потенциал ионов металла в растворе электролита больше чем атомов в металле, то выделившиеся на поверхности электрода положительные ионы металла притягивают к себе анионы из раствора электролита и образуют двойной электрический слой, в результате чего электрод приобретает положительный потенциал относительно электролита.

И наоборот, если химический потенциал атомов в металле больше химического потенциала его ионов в растворе электролита, то перешедшие из металла в раствор положительные ионы притянутся к поверхности электрода избыточными электронами. В результате также образуется

двойной электрический слой, но при этом электрод приобретает отрицательный электрический потенциал относительно электролита.

Скачок потенциалов φ в двойном электрическом слое может быть определен из выражения [4]

$$\varphi = 4\pi\varepsilon\delta, \qquad (4)$$

где ε — плотность заряда поверхности двойного электрического слоя; δ — толщина двойного электрического слоя.

В зависимости от расположения ионов в обменном двойном электрическом слое различают плотный и диффузный двойные электрические слои и соответственно два скачка потенциала на границе металл — раствор [3].

Абсолютное значение плотности заряда ε_0 на границе фаз металл—раствор в двойном электрическом слое может быть определено из выражения [4]

$$|\varepsilon_0| = |\varepsilon_1| + |\varepsilon_2|, \qquad (5)$$

где ε_1 — значение плотности заряда в плотной части двойного электрического слоя; ε_2 — значение плотности заряда в диффузной части двойного электрического слоя.

С увеличением концентрации электролита *C* в растворе двойной электрический слой на границе металл — раствор сжимается, ионы приближаются к поверхности электрода и большая их часть из диффузного двойного электрического слоя переходит в плотный двойной. При этом диффузный потенциал уменьшается, а скачок потенциала в плотном слое увеличивается. В результате в растворах с концентрацией электролита 0,1—1,0 моль/л диффузный двойной слой и диффузный потенциал практически равны нулю [3].

В связи с этим с учетом изменения концентрации электролита при работе свинцового кислотного аккумулятора в пределах от 1,0 до 5,0 моль/л, можно предположить, что скачок потенциалов φ в двойном электрическом слое, а следовательно и потенциал электрода $\varphi_{м.э}$ в аккумуляторе, будет определяться плотностью заряда в плотной части двойного электрического слоя, т. е.

$$|\varepsilon_0| = |\varepsilon_1|. \qquad (6)$$

При этом плотность заряда плотной части двойного электрического слоя в случае отсутствия специфической адсорбции определяется из выражения [4]

$$\varepsilon_1 = zF\Gamma_1\left(\frac{1}{1+\frac{1}{C}e^{-\frac{zF\Psi_1}{RT}}} - \frac{1}{1+\frac{1}{C}e^{+\frac{zF\Psi_1}{RT}}}\right), \qquad (7)$$

где Γ_1 — количество ионов на единице поверхности электрода, (г-экв)/см^2; Ψ_1 — потенциал, создаваемый частью двойного электрического слоя, находящейся на расстоянии одного ионного радиуса от поверхности электрода; C — концентрация электролита, моль/см^3; *F* — число Фарадея; *R* — универсальная газовая постоянная; *T* — температура электролита; *z* — число зарядов.

Анализ уравнения (7) показывает, что плотность заряда в плотной части двойного электрического слоя ε_1, а следовательно и электродный потенциал $\varphi_{м.э}$, возрастают пропорционально увеличению концентрации электролита *C* и число ионов Γ_1 на единице поверхности. В связи с чем, на основании уравнения (3) можно утверждать, что и ЭДС свинцового аккумулятора *E* возрастает при увеличении плотности электролита и числа ионов Γ_1 на единице поверхности электрода.

В соответствии с положениями теории Писаржевского — Изгарышева [5], разработанной на основе осмотической теории электродного потенциала и ЭДС Нернста, был сформулирован механизм возникновения электродного потенциала, основанный на сольватационных явлениях.

Дальнейшее развитие сольватационная теория электродного потенциала получила в работах Герни, расчеты которого можно рассматривать как количественную формулировку некоторых основных положений гидратационной теории Изгарышева [5].

Согласно Герни, вероятность перехода металлического иона из раствора на металл (прямой переход) пропорциональна числу металлических ионов, контактирующих со стороны раствора с поверхностью металла, а вероятность обратных переходов пропорциональна числу молекул растворителя, находящихся на поверхности металла.

Герни полагал, что если N_L — число молекул растворителя, а N_m — число ионов во всем объеме раствора, то для числа прямых переходов $\vec{n}$ и обратных переходов $\overleftarrow{n}$ можно написать

$$\vec{n} = \vec{k}N_m;\ \overleftarrow{n} = \overleftarrow{k}N_L. \quad (8)$$

Так как энергетические уровни иона в растворе и в металле неодинаковы, то коэффициенты пропорциональности $\vec{k}$ и $\overleftarrow{k}$ должны быть функциями изменения энергии при переходе иона из одной фазы в другую.

В этом случае число ионов Γ_1, осаждаемых на единице поверхности электрода при формировании двойного электрического слоя, будет определяться числом прямых переходов $\vec{n}$ и обратных переходов $\overleftarrow{n}$ ионов, а следовательно, соотношением числа молекул растворителя N_L и числа ионов N_m во всем объеме раствора электролита.

Таким образом, равновесный электродный потенциал в аккумуляторе, а следовательно и значение его равновесной ЭДС, будет определяться числом молекул растворителя N_L и числом ионов N_m во всем объеме раствора электролита. А это значит, что в случае изменения объема электролита в аккумуляторе при неизменной его плотности, следует ожидать и изменения значения равновесной ЭДС, что и установлено при проведении экспериментальных исследований.

В связи с этим можно предположить, что фактическое число ионов на единице поверхности электродов свинцового аккумулятора Γ_1 в выражении (7) должно рассчитываться с учетом влияния фактического объема электролита в аккумуляторе, т. е. из условия $\Gamma_1 = \Gamma_1^{\text{Т}}$.

Если за теоретическое число ионов на единице поверхности электродов свинцового аккумулятора Γ_1^T принять число ионов, образующихся на поверхности электродов аккумулятора при помещении их в объем электролита, удельное значение которого равно теоретическому значению удельного объема электролита $V_{\text{уд}}^{\Phi}$, достаточному для получения 1 А·ч емкости, то для определения фактического числа ионов на единице поверхности электродов Γ_1^{Φ} можно записать уравнение

$$\Gamma_1^{\Phi} = k_V \Gamma_1^T, \quad (9)$$

где k_V — поправочный коэффициент, учитывающий изменение числа ионов на единице поверхности электродов свинцового аккумулятора при их помещении в объем электролита, отличающийся от объема электролита, удельное значение которого равно теоретическому значению удельного объема электролита $V_{\text{уд}}^{\Phi}$.

В этом случае с учетом уравнения (9) выражение (7) можно записать в виде

$$\varepsilon_1 = zFk_V\Gamma_1^T\left(\frac{1}{1+\frac{1}{C}e^{-\frac{zF\Psi_1}{RT}}} - \frac{1}{1+\frac{1}{C}e^{+\frac{zF\Psi_1}{RT}}}\right). \quad (10)$$

С учетом результатов экспериментальных исследований (см. рис. 2) можно считать, что значения ЭДС аккумуляторов будут изменяться пропорционально изменению значений удельного объема электролита $V_{\text{уд}}^{\Phi}$ в них.

В связи с этим, при выполнении теоретических расчетов значений плотности заряда в плотной части двойного электрического слоя на поверхности электродов аккумулятора следует вводить поправочный коэффициент k_V в выражение (7).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Акимов, С. В.** Электрооборудование автомобилей [Текст]: учебник для автодор. вузов / С. В. Акимов, Ю. П. Чижков. — М.: ЗАО "КЖИ "За рулем", 2003. — 384 с.
2. **Багоцкий, В. С.** Химические источники тока [Текст] / В. С. Багоцкий, А. М. Скундин. — М.: Энергоиздат, 1981. — 360 с.
3. **Стромберг, А. Г.** Физическая химия: Учеб. для хим. спец. вузов [Текст] / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко; Под ред. А. Г. Стромберга. — М.: Высшая школа, 2006. — 527 с.
4. **Левин, А. И.** Теоретические основы электрохимии: Уч. пособ. [Текст] / А. И. Левин. — М.: Изд-во черн. и цветн. металлург, 1963. — 430 с.
5. **Антропов, Л. И.** Теоретическая электрохимия: Учеб. для хим.-техн. спец. вузов [Текст] / Л. И. Антропов. — М.: Высшая школа, 1975. — 568 с.

УДК 621.7.075

А. С. Буянов, асп., МГТУ "МАМИ"
E-mail: tkm-1410@yandex.ru

РАСЧЕТ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ХОЛОДНОГО КАЛИБРОВАНИЯ ЗУБЬЕВ КОЛЕС АВТОМОБИЛЬНЫХ ТРАНСМИССИЙ

Разработан алгоритм геометрического расчета инструмента для холодной калибровки зубчатых колес автомобильных трансмиссий, основанный на теории эвольвентного зубчатого зацепления.

Ключевые слова: *трансмиссия, поверхностное пластическое деформирование; холодное калибрование, зубчатое колесо; модуль; профиль.*

Для повышения удельной мощности грузового автотранспорта необходимо применение в трансмиссиях зубчатых колес 5—6-й степени точности. Такую степень точности могут обеспечить зубошлифование или холодное калибрование.

В технологической лаборатории МГТУ "МАМИ" в рамках "САПР —инструмент" разработан алгоритм геометрического расчета накатника (рис. 1).

Основные термины и обозначения соответствуют ГОСТ 16530 и ГОСТ 16531.

Размерность величин: линейных — в миллиметрах; угловых — в радианах. Точность вычисления величин: линейных — не менее 10^{-6} мм; угловых — не менее 10^{-6} рад.

Исходными данными для расчета являются: модуль — m; угол исходного профиля — α; число зубьев калибруемого (сопряженного) колеса — $Z_к$ ($Z_с$); ширина зубчатого венца — B; коэффициент смещения исходного контура калибруемого (сопряженного) колеса — $X_к$ ($X_с$); диаметр вершин зубьев калибруемого (сопряженного) колеса — $d_{a.к}$ ($d_{a.с}$); диаметр впадин зубьев калибруемого (сопряженного) колеса — $d_{f.к}$ ($d_{f.с}$); наименьшее дополнительное смещение исходного контура калибруемого колеса — $E_{н.s.к}$; допуск на смещение исходного контура калибруемого колеса — $T_{н.к}$; наибольший диаметр накатника — $d_{a.н.max}$; наибольшая ширина накатника — $B_{н.max}$; наибольшее межосевое расстояние шпинделей накатников, включая длину хода подвижной накатной бабки — A; длина хода подвижной накатной бабки — l_x; обратные тригонометрические функции определяются в области своих главных значений.

В качестве примера в таблице и приведено число зубьев накатника для калибрования зубчатых колес с $Z_к$ = 18—47 на зубонакатном станке мод. UPV25 S 100.

Опыт применения профильного накатывания при окончательной обработке зубьев шестерен коробки отбора мощности автосамосвала ЗИЛ-ММЗ показал хорошие результаты в отношении качества поверхностного слоя зубьев обработанных шестерен. При пластическом деформировании в процессе обработки наблюдаются уплотнение поверхностного слоя (рис. 2) и повышение твердости поверхности на 5—10 % по сравнению с твердостью исходного материала. Это ведет к увеличению износостойкости зубьев примерно на 25 %.

Время обработки предварительно нарезанных зубьев колеса профильными накатниками составляет 2—3 с (в 10—15 раз меньше машинного времени шлифования). Шероховатость боковых сторон зубьев по шкале Ra составляет от 0,5 до 1,0 мк. Точность обработки зубьев профильными накатниками выше, чем при шевинговании. Сопоставление погрешности профиля зуба обработанного шевингованием и холодным калиброванием после фрезерования червячной фрезой показано на рис. 3.

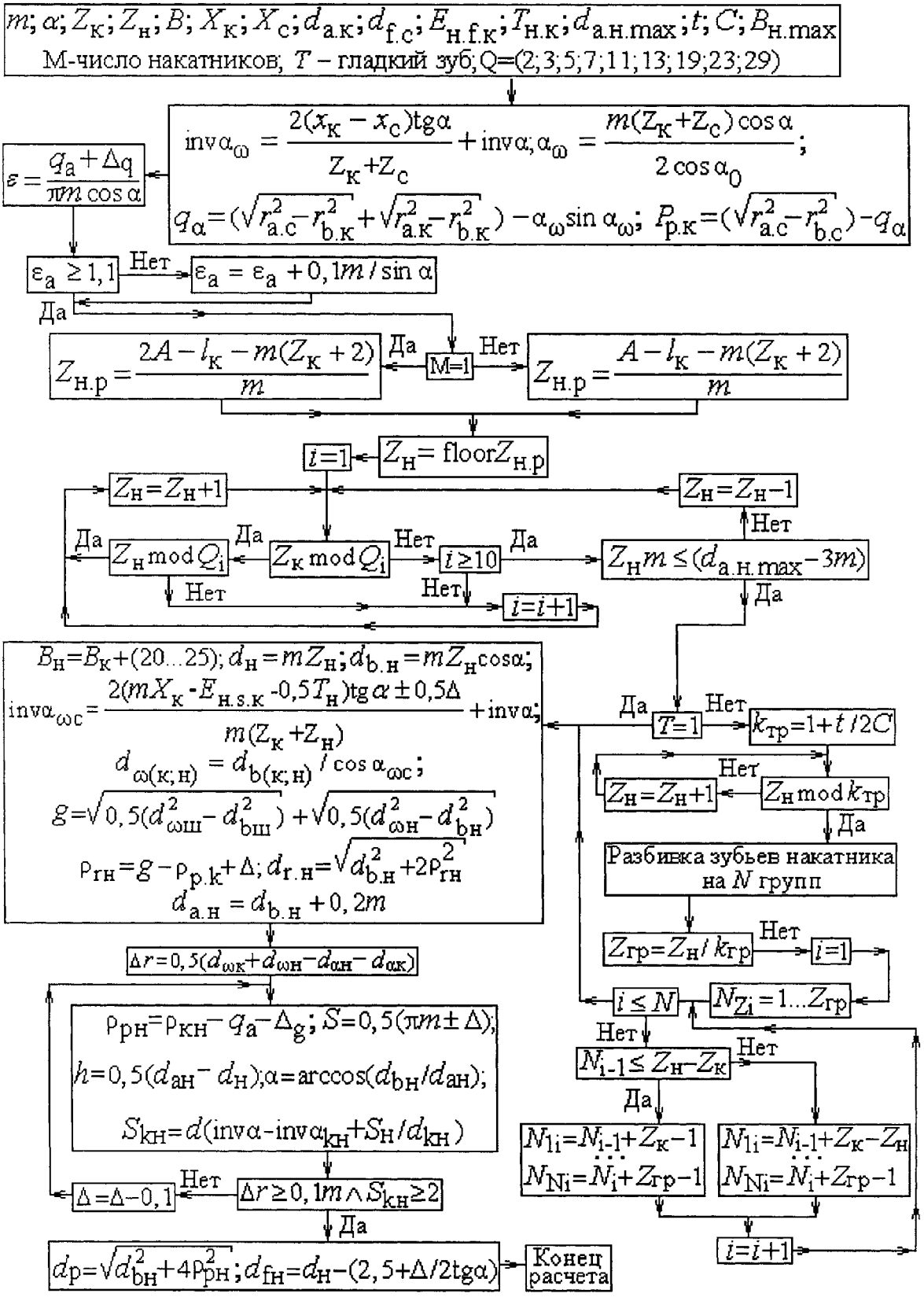


Рис. 1. Алгоритм геометрического расчета накатника

Таблица

Число зубьев накатника для калибрования зубчатых колес

m, мм	Число зубьев калибруемого колеса									
	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
3,0	—	—	—	—	—	—	73	73	71	71
4,0	53	53	53	52	51	50	49	48	47	46
5,0	39	39	37	37	35	35	33	33	33	31
m, мм	Число зубьев калибруемого колеса									
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
3,0	69	69	67	67	65	65	61	63	61	61
4,0	45	44	43	42	41	40	39	38	—	—
5,0	29	29	—	—	—	—	—	—	—	—

Рис. 2. Структура материала после холодного калибрования, ×250

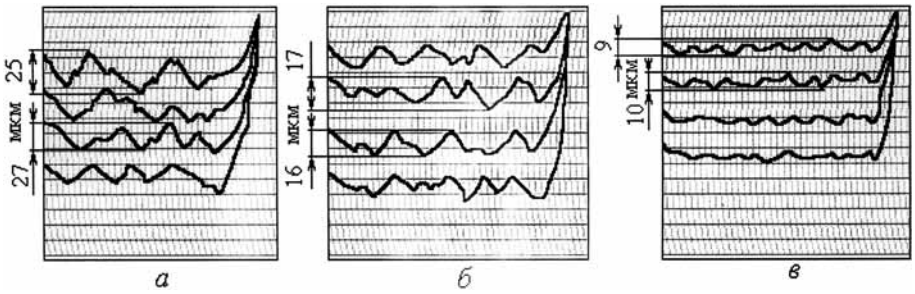


Рис. 3. Сопоставление погрешности профиля при различных методах зубообработки:

а — после фрезерования червячной фрезой; *б* — после шевингования; *в* — после холодного калибрования

Точность холодного калибрования накатником, рассчитанным по разработанной методике, находится в пределах шестой степени, что выше, чем при шевинговании на первой степени.

При необходимости достижения пятой степени требуется корректировка профиля накатника (учитывать жесткость технологической системы "Станок — приспособление — инструмент — деталь" и тепловые явления в зоне деформации).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Вулгаков, Э. Б.** Теория эвольвентных зубчатых передач [Текст] / Э. В. Вулгаков. М.: Машиностроение, 1995. — 320 с.
2. **Козловский, М. В.** [Текст] / М. В. Козловский. Теория механизмов и машин. М.: Академия, 2008. — 560 с.
3. **Черепахин, А. А.** Холодное калибрование цилиндрических зубчатых колес автомобильных трансмиссий [Текст] / А. А. Черепахин, В. М. Виноградов и др. М.: изд. Форум, 2011. — 144 с.
4. **Черепахин, А. А.** Особенности холодного чистового калибрования зубчатых колес автомобильных трансмиссий [Текст] / А. А. Черепахин, А. С. Буянов // Автомобильная промышленность, 2011. — № 8. — С. 32—33.

УДК.621.355

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

ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОДУЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА В ВООРУЖЕННЫХ СИЛАХ

Показана эффективность модульной системы пуска источников тока, обеспечивающей надежность и экономичность использования военной техники в полевых условиях.

Ключевые слова: *источники тока, аккумуляторные батареи, плановое обеспечение.*

Применение на объектах вооружения и военной техники (ВВТ) модульных источников питания позволяет решить ряд важных организационных и технических проблем, которые касаются вопросов планирования и снабжения войск аккумуляторными батареями (АБ), хранения, эксплуатации и технического обслуживания (ТО) [1, 2].

В процессе планирования закупок АБ для военной техники сокращается объем оцениваемой продукции. Необходимо выбирать только один вид батареи по качеству и цене. Упрощается порядок определения годовых потребностей, так как будут учитываться сроки эксплуатации и хранения только для одного типа АБ. Даже при недостаточном финансировании решается проблема дефицита отдельных малоприменяемых типов АБ.

Обеспеченность войск, ремонтных частей и подразделений АБ заключается в планомерном создании, распределении, учете, постоянном пополнении в пределах действующих нормативов запасов АБ, необходимых для обеспечения и ремонта машин.

В мирное время обеспечение войск, ремонтных частей и подразделений запасными частями производится по действующим нормативам расхода АБ на замену по срокам службы, на обновление неприкосновенных запасов (НЗ) и ремонт машин в ВС РФ.

В военное время войска, ремонтные части и подразделения обеспечиваются по единым нормам комплектования и нормам дифференцированных перечней номенклатурного обеспечения в зависимости от предполагаемого характера повреждений и условий эксплуатации объектов ВВТ.

Бесперебойное обеспечение соединений, частей и подразделений АБ достигается: правильным определением потребности, непрерывным управлением подчиненными складами, своевременным заказом, доставкой и получением АБ, маневром его запасами, максимальным использованием исправных АБ со списанных и поврежденных машин, поддержанием запасов на нужном уровне.

Применение на объектах ВВТ унифицированной батареи-модуля типа 6ТСТС-100А позволяет повысить уровень решения этих задач, а соответственно, и уровень обеспеченности войск АБ.

Запасы АБ создаются для каждой воинской части заблаговременно. Объем запасов АБ определяется руководящими документами.

Обеспечение АБ осуществляется путем обмена неисправных АБ на новые на складах, за счет восстановления их, а также за счет сбора исправных АБ с машин, вышедших из строя.

Батарея-модуль снимает проблему узкой применяемости АБ на объектах ВВТ, так как может использоваться на всех образцах.

Модульный принцип построения источника электрического тока уменьшает вероятность повреждения АБ.

При взрыве снаряда вблизи машины или при попадании в переднюю часть большая часть агрегатов и узлов выходит из строя. При этом представляется возможным использовать до 50 % деталей в качестве исправных запасных частей, так как площадь возможного поражения составляет 0,20 м^2, можно предположить, что живучесть модульного источника тока, состоящего из 2—8 батарей-модулей, увеличится примерно в 1,5—2 раза по сравнению с источниками тока, включающими обычные АБ.

Поврежденные модули можно исключить из цепи питания и, соединив оставшиеся модули в необходимой последовательности, продолжить выполнение боевой задачи.

Полученные при разборке поврежденной техники АБ приходуются на складах и обменных пунктах агрегатов и используются для обеспечения войск и средств ремонта.

Предположив, что живучесть батареи-модуля в составе модульного источника тока возрастает в 2 раза, можно ожидать и увеличение сбора годных АБ до 50 %.

Суточный расход автомобильного имущества определяется характером боевых действий войск и условиями использования техники в военных действиях. С использованием батареи-модуля в количественном отношении расход останется прежним, но по массе он может уменьшиться до 40 %.

Подача имущества от предприятий промышленности, центральных баз и складов до потребителей планируется в установленные сроки с минимальной затратой сил и средств. Централизованные поставки АБ составляют 60—70 % от общей потребности и 30—40 % поступает за счет ремонта и использования АБ со списанных машин.

Так как процент сбора годных батарей-модулей с вышедших из строя машин выше на 20—30 %, можно предположить увеличение процента АБ, поступающих из ремонта и со списанных машин до 40—50 %. Соответственно объем централизованных поставок снизится до 50—60 %. Это позволит сократить объемы поставок АБ на всех уровнях снабжения на 10—15 %.

Существует расчет содержания АБ в неприкосновенных запасах. Применяемые количественные нормативы можно применить и для расчета запасов батарей-модулей, учитывая повышение их живучести. Но в этом случае при сохранении количественных величин общая масса запасов АБ уменьшится на 40 %, а занимаемые объемы — на 35 %. Соответственно, сократится число транспорта для доставки АБ, уменьшатся площади, необходимые для их размещения, уменьшится объем работ по ТО.

Применение батареи-модуля одного типа позволит унифицировать режимы заряда и испытаний АБ [1, 2]. В этом случае повышаются возможности применения типового автоматического разлива электролита при приведении батарей в рабочее состояние. Создание единого комплекта оборудования для ускоренного приведения батарей-модулей в рабочее состояние в войсковых условиях, учитывающего единые габаритные размеры и заливочные объемы, позволит значительно сократить время приведения батарей в рабочее состояние, а следовательно, и время подготовки объекта ВВТ к боевому применению.

Все эти факторы в сочетании с высокими электрическими характеристиками определяют преимущества использования модульных комбинированных источников тока на объектах ВВТ и позволяют [1, 2]:

1) сократить номенклатуру аккумуляторных батарей в Вооруженных силах РФ, обеспечить полную унификацию и взаимозаменяемость батарей на всех образцах вооружения и военной техники и технике двойного назначения;

2) обеспечить требования быстрого и надежного пуска существующих и перспективных двигателей различной мощности в разных климатических условиях (при температуре воздуха до –40 °С)

за счет высоких стартерных характеристик, что увеличивает вероятность запуска ДВС;

3) повысить эксплуатационную надежность системы электрического пуска двигателя; обеспечить достаточный запас резервной емкости для систем электрооборудования в случае выхода из строя генераторной установки;

4) повысить живучесть источников тока при боевых повреждениях и уровень обеспеченности войск аккумуляторными батареями в период ведения боевых действий, что определяется их модульным построением;

5) сократить число операции по техническому обслуживанию (комбинированный источник тока должен быть необслуживаемым) и ремонту источника тока, легко обращаться с модулем одному человеку;

6) упростить и оптимизировать режимы заряда и уменьшить время на приведение батарей в рабочее состояние ускоренным способом;

7) увеличить сроки хранения и эксплуатации;

8) повысить производственные возможности промышленности и снизить затраты по выпуску батарей одного типа, что крайне важно в особый период;

9) разработать общие (единые) требования и нормы по эксплуатации, хранению и техническому обслуживанию модулей;

10) стандартизировать и унифицировать испытательные средства, оборудование и методы испытаний батарей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Лебедев, С. А.** Типоразмерный ряд модульных источников питания для повышения готовности объектов вооружения и военной техники к боевому применению [Текст]: дис. ... канд. техн. наук: 20.02.14: защищена 21.06.2002: утв. 26.07.2002 // С. А. Лебедев. — Рязань, 2002. — 227 с.
2. **Лебедев, С. А.** Формирование требований и разработка модульных химических источников тока для военной техники [Текст]: монография / С. А. Лебедев. — Рязань: РВАИ, 2010. — 261 с.

День ZF на "КАМАЗе"

По случаю семилетия совместного российско-германского предприятия по производству коробок передач — ООО "ЦФ КАМА" — на "КАМАЗе" прошел "День ZF в ОАО "КАМАЗ".

В честь этого события на Камский автозавод прибыла делегация топ-менеджмента компании Zahnrad Fabrik (Германия), партнера "КАМАЗа" по совместному предприятию "ЦФ КАМА" в Набережных Челнах.

В экспериментальном цехе Научно-технического центра "КАМАЗа" была открыта выставка компонентов привода, подвески и рулевой системы производства "ЦФ КАМА". После приветственных слов Сергея Когогина региональный директор по сбыту "Цанрад Фабрик Фридрихсхафен" Вернер Энгль представил присутствующим грузовую приводную технику. Состоялась также презентация приводной техники для автобусов и модулей силовых передач. На выставке гости увидели образцы мостов, модулей шасси, амортизаторов, системы управления ZF и ознакомились с данными по раздаточной коробке.

Совместное предприятие "ЦФ КАМА" добилось отличных производственных и финансовых показателей. В 2011 г. в ОАО "КАМАЗ" было реализовано почти 15 000 коробок передач производства ООО "ЦФ КАМА" (Экомид, Экосплит). Оборот составил 64 млн евро. В 2012 г. планом производства ООО "ЦФ КАМА" предусмотрен выпуск 22 000 коробок передач.

(Департамент по связям с общественностью ОАО "КАМАЗ")

УДК 629.33.083.4

В. А. Васильев, канд. техн. наук, проф., **С. К. Касьянов,** асп., МАДИ
E-mail: chizov_nik@mail.ru

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ

Авторы рассматривают сравнительные возможности использования карьерных автосамосвалов семейства БелАЗ и Катерпиллер в условиях горных разработок и возможности их технического обслуживания и ремонта.

Ключевые слова: *карьеры, самосвалы, сервисное обслуживание, запасные части, система технического обслуживания и ремонта.*

В настоящее время более чем на 1000 крупных карьерах мира добывается 80 % медной руды, 1,5 млрд т угля, две трети золота, более 50 % бокситов, свинца, цинка и других металлов и минералов. При этом намечается устойчивая тенденция роста мощности и глубины карьеров и обусловленного этим спроса на высокопроизводительную горную и транспортную технику. Общее количество техники, эксплуатирующейся на карьерах мира, превышает десять тысяч единиц, при этом на долю автосамосвалов грузоподъемностью 120 т и выше приходится более 60 % всего парка большегрузных машин.

Обеспечение горно-добывающей промышленности автотранспортом неразрывно связано с использованием карьерных автосамосвалов (КАС) большой грузоподъемности. При проведении разработок горно-обогатительные комбинаты на территории РФ и других стран СНГ преимущественно используют автосамосвалы грузоподъемностью 120 и более тонн семейства Белаз и Caterpiller.

Применение крупногабаритного автотранспорта создает определенные особенности при поддержании его в технически исправном состоянии. Время работы КАС связано только с их техническим состоянием. Автомобили эксплуатируются круглосуточно в трехсменном режиме с остановкой на 15 минут для передачи их водителями, дозаправки и осмотра технического состояния. При этом за каждым автомобилем в среднем закреплено 4,5 водителя, обеспечивающих их непрерывную работу в карьере. Независимо от страны производства, для всех КАС используется планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта.

В России сервисное обслуживание КАС является перспективным новым направлением, до этого техническое обслуживание и плановые ремонты осуществлялись персоналом цехов, входящих в структуру горно-добывающих предприятий. В чем же заключаются основные преимущества сервисного обслуживания КАС:

- высокая квалификация персонала, имеющего опыт в техническом обслуживании и ремонте конкретной техники;
- должная организации управления процессом сервиса, материально-технического снабжения, планирования работ и работы с персоналом;
- развитая организационная структура, обеспечивающая реализацию технологических процессов сервиса;

- оснащенность специальным оборудованием для технического обслуживания и ремонта техники;
- наличие надежных источников поставки качественных запасных частей и материалов.

В основу организации системы сервисного обслуживания должны быть положены следующие принципы:

- полное освобождение горно-добывающих эксплуатирующих предприятий (исходя из условий договора) от проблем, связанных с поддержанием КАС в рабочем состоянии;
- создание развитой системы по обеспечению обслуживаемой техники качественными запасными частями и расходными материалами;
- создание учета движения запасных частей, расходных материалов и прогнозирования (в зависимости от часов наработки) замены основных узлов и агрегатов каждой единицы техники;
- обучение специалистов сервисных центров профессиональным приемам качественного обслуживания и ремонта техники.

Какие эффекты могут быть достигнуты при переходе к сервисному обслуживанию:

- За счет рациональной организации работ и эффективного использования оборудования и материалов может быть сокращен штат работников, и соответственно, достигнута экономия по фонду оплаты труда при одновременном повышении оплаты труда остальным работникам предприятия.
- За состоянием масел ведется постоянный лабораторный контроль, по его состоянию проводится диагностика состояния систем, узлов и агрегатов, а также корректируются сроки замены масел, что может увеличить периодичность замены масел.

Возможно уменьшить затраты на запасные части, расходные материалы, узлы и агрегаты:

- за счет уменьшения ненормативных запасов запасных частей на складах (замораживание средств);
- уменьшения неликвидов;
- повышение оперативности работы и поставок запасных частей и материалов;
- увеличение сроков замены, периодичности плановых и капитальных ремонтов;
- проведения качественной и своевременной диагностики.

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 656.13

В. А. Зенченко, канд. техн. наук, проф., **А. Н. Ременцов**, д-р техн. наук, проф., МАДИ,
А. В. Павлов, канд. физико-мат. наук, ЗАО "РОСА",
А. В. Сотсков, инж., МАДИ
E-mail: sotskov-andrey@mail.ru

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА СОВОКУПНОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТРАФИКА ДВИЖЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Рассмотрен вопрос предварительного анализа и выбора показателей оценки трафика движения автотранспортных средств в зависимости от дорожной обстановки, определяемой интенсивностью и плотностью транспортных потоков, скорости движения и состава автотранспортных средств. На основе анализа предложен интегральный показатель, позволяющий комплексно учитывать множество факторов, оказывающих влияние на трафик движения автотранспортных средств, с последующим выявлением путей повышения эффективности движения.

Ключевые слова: *автотранспортное средство, транспортный поток, интенсивность движения, плотность транспортного потока, скорость движения, время движения, интегральный показатель сложности движения.*

Потребности современного общества в увеличении объемов транспортного сообщения, повышении его надежности, качества и безопасности постоянно растут. Одновременно наблюдается бурный рост автомобилизации. В связи со сложившейся ситуацией обостряется противоречие между потребностью населения в качественных транспортных услугах и возможностью реализации этих услуг, которая требует увеличения затрат на развитие инфраструктуры транспортной сети.

Опыт решения такого рода задач в странах с развитой автомобильной индустрией показывает, что рациональным путем по выполнению требований для управления трафиком является создание и развитие комплексной интерактивной навигационной системы, включающей технологии моделирования транспортных потоков, опирающейся на средства мониторинга и направленные на корректирование маршрутов движения автотранспортных средств для ликвидации массовых заторов на дорожной сети.

Существуют различные подходы к выбору показателей оценки движения потока автотранспортных средств (АТС). Одним из наиболее распространенных показателей является интенсивность движения АТС, которая определяется числом автомобилей, движущихся в определенном направлении или направлениях по данной полосе или дороге, проходящих через пункт наблюдения за фиксированный период времени. Обычно период наблюдения выбирают равным часу или суткам, отсюда соответственно и названия интенсивности — часовая и суточная [1].

Однако использование только такого показателя (интенсивность) не может объективно характеризовать дорожную обстановку. Поскольку при одних и тех же значениях интенсивности движения АТС на дороге могут возникать заторы или свободное движение. Например, за один час проезжает 2000 а/м. При этом скорость движения автомобилей может быть как 50 км/ч, так и 10 км/ч.

При анализе движения потока может использоваться показатель состава транспортного потока, который характеризуется соотношением, находящихся в нем транспортных средств различного типа. Этот показатель оказывает значительное влияние на все параметры дорожного движения.

Для того чтобы учесть в фактическом составе транспортного потока влияние различных типов транспортных средств на загрузку дороги, могут применяться коэффициенты приведения $K_{пр}$ к условному легковому автомобилю. С помощью такого коэффициента можно получить показатель интенсивности движения в условных приведенных единицах (ед./ч), т. е.

$$N_{пр} = \sum_{i=1}^{m} \left(N_i K_{пр i} \right), \qquad (1)$$

где N_i — интенсивность движения автомобилей данного типа; $K_{пр i}$ — соответствующие коэффициенты приведения для данной группы автомобилей; m — число типов автомобилей, на которые разделены данные наблюдений.

Для более полной оценки трафика, дополнительно к интенсивности движения вводят другой показатель — плотность транспортного потока, которая является пространственной характеристикой, определяющей степень стесненности движения на полосе дороги [2]. Ее измеряют числом транспортных средств, приходящихся на 1 км протяженности дороги. При этом предельная плотность достигается при неподвижном состоянии колонны автомобилей, расположенных вплотную друг к другу на полосе.

При малой плотности потока, водители чувствуют себя свободнее, соответственно, тем выше скорость, которую они достигают и наоборот, по мере повышения плотности, т. е. стесненности движения, от водителей требуется повышение внимательности, точности действий. Кроме того, повышается их психологическая напряженность [4]. Одновременно увеличивается вероятность ДТП в случае ошибки допущенной одним из водителей, или отказа механизмов автомобиля. Однако при оценке трафика только по показателю плотности можно судить лишь о напряженности движения. Например, при большой плотности движения поток автомобилей может двигаться на достаточно большой скорости. Зависимость между плотностью и интенсивностью транспортного потока отражена на рис. 1. Согласно теории транспортного потока Б. С. Кернера [4] можно выделить три стадии транспортного потока: свободный поток F; синхронизованный поток S; широкий движущийся кластер машин J; средняя скорость транспортного потока $V_{ср}$, на которую следует обратить внимание. По данному параметру можно судить о скорости движения АТС в потоке. Исходя из здравого смысла, можно констатировать, что при малой средней скорости движения АТС данный участок дороги загружен, и, наоборот, с ростом средней скорости движения поток движущихся АТС является более свободным.

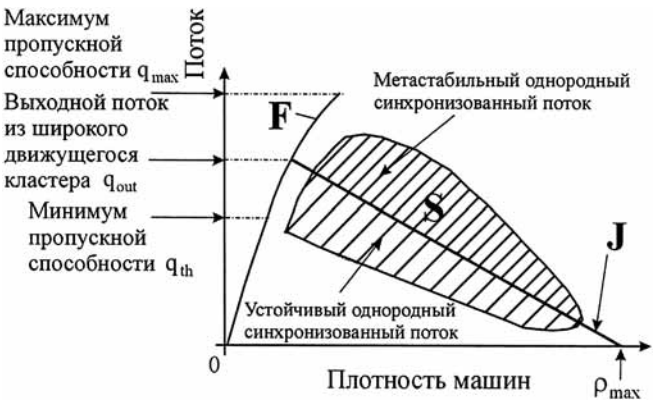


Рис. 1. Зависимость интенсивности транспортного потока от его плотности

Существует общая зависимость между интенсивностью, плотностью и средней скоростью транспортного потока, определяемая по формуле

$$N = V_{ср} q, \qquad (2)$$

При этом зависимость средней скорости движения АТС от плотности транспортного потока q может выражаться через регрессионные уравнения вида:

$$V_{ср} = \begin{cases} a + bq, \\ a + e^{bq}, \\ a_0 + a_1 q + \ldots + a_n q^n \\ a + b \ln q, \\ \text{и др.} \end{cases} \qquad (3)$$

На рис. 2 в общем виде представлен возможный характер изменения средней скорости АТС от плотности транспортного потока.

Между тем, отмеченные показатели в отдельности практически ничего не говорят о сложно-

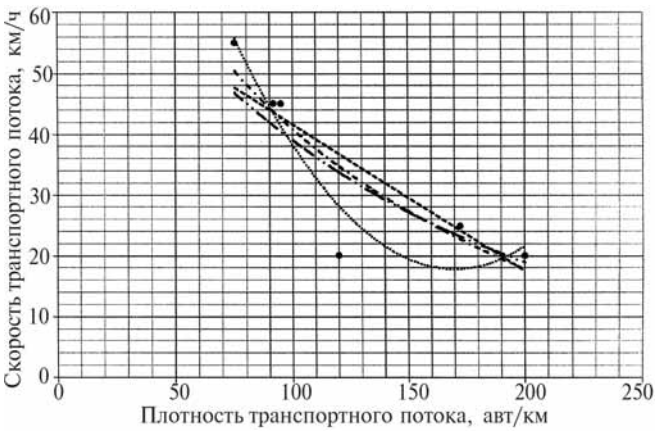


Рис. 2. Зависимость средней скорости движения транспортного потока от его плотности

---- линейная; -·-· логарифмическая; -··· экспоненциальная; ····· полиномиальная

сти движения транспортного потока. Поэтому необходимо рассмотреть интегральный показатель, учитывающий скорость движения АТС, протяженность маршрута, а также время, затрачиваемое на преодоление данного участка. Этот показатель необходим для упрощения расчетов при дальнейшей обработке используемых данных.

В качестве такой характеристики может выступать пронормированный показатель по $\sigma(y)$, характеризующий отношение средней скорости движения на участке маршрута к продолжительности движения по участку, приведенному к нормативной длине участка с учетом:

$$Y = \frac{L_{уч} V_{ср}}{L_н t_{уч} \sigma(y)}, \qquad (4)$$

где Y — интегральный показатель сложности; $L_{уч}$ — длина участка маршрута; $L_н$ — нормированная длина участка; $t_{уч}$ — среднее время движения по участку маршрута со скоростью $V_{ср}$.

При этом со снижением показателя Y наблюдается рост загруженности маршрута, в противном случае — свободное движение.

В общем виде зависимость интегрального показателя Y от средней скорости движения АТС может быть описана регрессионными уравнениями вида:

$$Y = \begin{cases} a + bV_{ср}, \\ a + e^{bV_{ср}}, \\ a_0 + a_1 V_{ср} + \ldots + a_n V_{ср}^n \\ a + b \ln V_{ср}, \\ \text{и др.} \end{cases} \qquad (5)$$

Предварительно проведенные исследования и результаты показывают, что выше отмеченный показатель Y, является наиболее информативным и чувствительным, корректно отражая напряженность дорожной обстановки по сравнению с общепринятыми показателями.

Настоящими и дальнейшими исследованиями в этом направлении предусматривается отработка вопросов необходимости решения задач, позволяющих учитывать множество факторов (период года, дни недели, текущее время суток, погодные условия, аварийность на критических участках трафика (вероятностные характеристики), локальность кластеров мест дорожных заторов и т. д.), влияющих на такие характеристики, как время и скорость движения АТС, плотность и интенсивность потоков и в конечном итоге на интегральный показатель сложности движения Y. Решение отмеченных вопросов позволит целенаправленно подойти к реализации комплекса задач, ориентированных на эффективное прогнозирование дорожной обстановки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Введение** в математическое моделирование транспортных потоков: учеб. пособие [Текст] / А. В. Гасников, С. Л. Кленов, Е. А. Нурминский, Я. А. Холодов, Н. Б. Шамрай; Приложения: М. Л. Бланк, Е. В. Гасникова, А. А. Замятин и В. А. Малышев, А. В. Колесников, А. М. Райгородский. Под ред. А. В. Гасникова. – М.: МФТИ, 2010. – 362 с.
2. **Теория** транспортных потоков и управления ими [Текст] / Д. Дрю. Изд-во "Транспорт", 1972. – 424 с.
3. **Пугачев, И. Н.** Организация и безопасность движения: Учеб. пособие [Текст] / И. Н. Пугачев. — Хабаровск: Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 2004. — 232 с.
4. **Kerner, B. S.** Introduction to Modern Traffic Flow Theory and Control: The Long Road to Three-Phase Traffic Theory, Springer, Berlin, New York, 2009. — 265 p.

УДК 629.3.027.5

А. Н. Анищенко, инж., **Ока Мин**, инж., **В. А. Максимов**, д-р техн. наук, проф., МАДИ,
Г. В. Сидельников, инж. ГУП "Мосгортранс"
E-mail: chizov_nik@mail.ru

ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ РЕСУРСА ШИН ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ В ГУП "МОСГОРТРАНС"

В статье рассмотрены факторы, влияющие на ресурс шин городских автобусов в условиях ГУП "Мосгортранс".

***Ключевые слова**: автомобильные шины, классификация, технологические факторы.*

Анализ факторов, определяющих ресурс автомобильной шины, позволил сформировать их классификацию применительно к городским автобусам (рисунок). Все многообразие факторов, влияющих на ресурс шин городских автобусов, можно разделить на пять групп:

- конструкционные;
- производственные;
- технологические;
- факторы условий эксплуатации;
- природно-климатические.

Опыт эксплуатации показывает, что на городских автобусах ГУП "Мосгортранс" применяются обычные и низкопрофильные диагональные и радиальные шины отечественного и импортного производства с дорожным или универсальным рисунком протектора. Закупка шин осуществляется централизованно на конкурсной основе. Основной критерий при отборе поставщиков — минимальная стоимость шин. Таким образом, на уровне автобусного предприятия конструкционные и производственные факторы являются неуправляемыми.

Среди технологических факторов управляемыми (регулируемыми) являются давление воздуха в шинах, балансировка колес и схождение колес. Давление воздуха в шинах рекомендуется заводом-изготовителем подвижного состава и устанавливается по маркам автобусов. Например, давление воздуха в шинах у автобуса ЛиАЗ-5256.25 составляет — 0,875 МПа (8,75 кгс/см^2), а у автобуса ЛиАЗ-6212 — 0,86—0,88 МПа (8,6—8,8 кгс/см^2).

Балансировке в условиях автобусных парков ГУП "Мосгортранс" подвергаются только бескамерные шины. В процессе балансировки также проверяется радиальное и осевое биение колеса с шиной.

Схождение устанавливается также заводом-изготовителем подвижного состава для передних колес автобусов.

Например, у автобусов ЛиАЗ-5256.25 и ЛиАЗ-6212 расстояние между торцами тормозных барабанов в горизонтальной плоскости на высоте оси вращения колеса сзади должно быть больше, чем спереди на 3—5 мм.

Развал колес, поперечный и продольный наклоны шкворня в процессе эксплуатации автобусов не регулируются. Они заложены в той или иной модели подвижного состава конструктивно. Поэтому в условиях автобусного парка важно обеспечивать работоспособное состояние соответствующих элементов подвески, переднего, среднего и заднего мостов, а также рулевого управления.

Соотношение углов поворота на современных моделях подвижного состава в условиях автобусных парков ГУП "Мосгортранс" не регулируется.

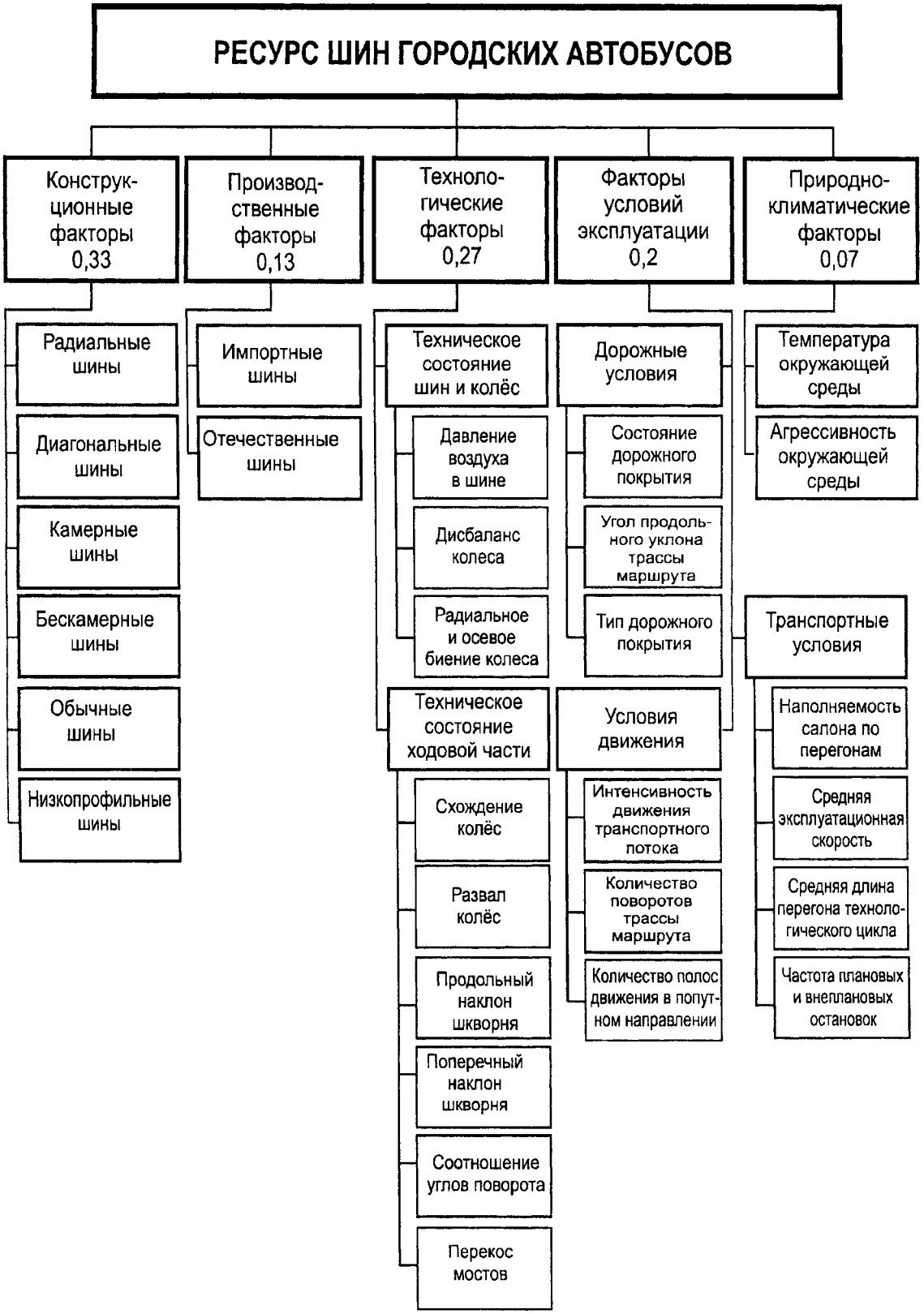
Перекос мостов контролируется и устраняется при проведении технического обслуживания № 2.

Факторы условий эксплуатации также учитываются частично. В частности, дорожные и транспортные условия учитываются при нормировании ресурса шин городских автобусов через соответствующие коэффициенты корректирования.

Природно-климатические факторы при эксплуатации шин городских автобусов практически не учитываются.

Результаты экспертизы показали, что конструкционные и производственные факторы на 46 % определяют ресурс шин городских автобусов. На 47 % ресурс шин городских автобусов зависит от технологических факторов и факторов условий эксплуатации.

Таким образом, при выборе и эксплуатации шин городских автобусов необходимо более точно учитывать конструкционные, производственные и технологические факторы, а также факторы условий эксплуатации.



Классификация факторов, влияющих на ресурс шин городских автобусов в эксплуатации

УДК 629.351:656.065.2

А. Н. Ременцов, д-р пед. наук, канд. техн. наук, проф., **В. А. Зенченко**, канд. техн. наук, проф., **Фетисов П. Б.,** соиск., МАДИ
E-mail: chizov_nik@mail.ru

УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ SCANIA

В статье изучаются вопросы материально-технического обеспечения автотранспортных предприятий, создающих необходимые условия для поддержания АТС в работоспособном состоянии на основе управления запасами запасных частей и рациональной организации работы складского хозяйства.

Ключевые слова: *запасные части, организация, информация, надежность, математическая модель.*

В настоящее время происходит интенсивное строительство в Москве и Московской области, что предопределяет необходимость наращивания перевозок строительных грузов и, в том числе, сыпучих стойматериалов: щебня, песка, керамзита и др.

Для компаний, осуществляющих свою деятельность в сфере данных автомобильных перевозок, задача снижения и управление процессом формирования издержек является одной из первоочередных. Данные обстоятельства заставляют предприятия производить диагностику бизнес-процессов, протекающих в организации и влияющих на формирование издержек. Одним из процессов, требующих постоянного диагностирования, является материально-техническое снабжение и управление запасами материальных ресурсов. Нерациональное управление запасами запасных частей приводит к образованию дополнительных издержек, а также к снижению качества выполняемой транспортной работы и дорожной безопасности автотранспортных средств (АТС), что недопустимо в условиях высокой конкуренции.

Вышеизложенное вынуждает подразделения материально — технического обеспечения транспортных предприятий (АТП), создающих необходимые условия для поддержания АТС в работоспособном состоянии, пересматривать свою политику в сфере формирования, хранения и управления запасами запасных частей (ЗЧ) и находить варианты рациональной организации работы складского хозяйства.

В этой связи АТП заинтересованы в проведении комплекса работ, направленных на снижение издержек при эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта.

Для проведения данной работы необходимы сбор и обработка данных, которая сводится к определению следующих характеристик и показателей:

- оценок математического ожидания и среднеквадратичного отклонения наработок на отказы элементов рассматриваемых АТС;
- закономерностей распределения вероятностей возникновения отказов;
- ведущих функций и параметров потока отказов;
- удельных (приведенных к моделируемым оценкам математического ожидания наработок на отказы) затрат на ремонт рассматриваемых элементов АТС;
- номенклатуры (совокупности) элементов (или групп элементов) лимитирующих надежность АТС.

При проведении экспериментальных исследований были отобраны 15 грузовых автомобилей семейства Scania (модели P114GA4X2NA 340) с продолжительностью эксплуатации от 0,35 до 1,8 лет. Накопленные пробеги на окончание проведения исследований по рассматриваемой совокупности АТС находятся в диапазоне от 50,3 до 412 тыс. км, при среднем накопленном пробеге, равном 285,6 тыс. км и среднеквадратичном отклонении в 108,1 тыс.км.

В процессе проведения эксплуатационных испытаний были зафиксированы отказы по следующим элементам (группам элементов систем): форсункам ($Э_1$), турбине ($Э_2$), рулевому управлению ($Э_3$), тормозной системе ($Э_4$), электрооборудованию ($Э_5$), кабине ($Э_6$), седельно-сцепному устройству ($Э_7$).

Анализ полученных результатов указывает на достаточно высокий уровень надежности АТС рассматриваемых моделей грузовых автомобилей семейства Scania. При этом по большинству элементов (групп элементов), за исключением седельно-сцепного устройства, математическое ожидание средних наработок на отказы составляет

$\hat{L}$ = 362,12 тыс. км при коэффициенте вариации $\upsilon(\bar{L})$ = 0,353, что говорит о достаточно высоком уровне равнонадежности элементов АТС. Разброс по удельным затратам (на 1000 км пробега), характеризуемый коэффициентом вариации, составляет $\upsilon(S_{\text{уд}i})$ = 0,744, при средних удельных затратах, равных $\bar{S}_{\text{уд}}$ = 111,39 руб./1000 км. В то же время для разброса по удельным затратам на ЗЧ коэффициент вариации равен $\upsilon\left(S_{\text{уд}}^{\text{зч}}\right)$ = 0,62, при средних удельных затратах на ЗЧ $\bar{S}_{\text{уд}}^{\text{зч}}$ = 72,32 руб./1000 км.

В целом удельные затраты на ремонт на ед. АТС составляют 779,72 руб./1000 км пробега (по запасным частям 506,27 руб./1000 км) при средней наработке на отказ, равной 91,04 тыс. км и коэффициенте вариации, равном $\upsilon(L_{\text{АТС}})$ = 0,834. Гамма-процентная (90 %) наработка на отказы рассматриваемых автомобилей семейства Scania достигает 19,4 тыс. км пробега, что является достаточно хорошим результатом. Полученные результаты эксплуатационной надежности рассматриваемых грузовых автомобилей создают необходимые условия для выявления "критических" элементов (или групп элементов), которые в конечном итоге лимитируют надежность АТС в целом, а также для определения потребности в запасных частях на задаваемых интервалах пробега, как для всей совокупности АТС транспортного предприятия, так и по каждому грузовому автомобилю в отдельности.

Определение потребности в запасных частях выполнено для временного интервала эксплуатации грузовых автомобилей равного D = 1 год на следующих уровнях:

- индивидуально для каждого АТС;
- для всей заданной совокупности АТС (15 ед.).

Данная оценка базируется на использовании ведущих функций потоков отказов и, в частности, изменения их математических ожиданий и верхних доверительных границ в зависимости от пробегов АТС на заданном временном интервале D. Исходными данными для решения поставленной задачи являются информация о надежности, а также характеристики интенсивности эксплуатации АТС.

Полученные результаты позволяют оценить величину затрат на устранение отказов и затрат на запасные части по рассмотренной совокупности элементов (групп элементов) для текущего (ТЗ), резервного (РЗ) и общего (ОЗ) запасов при среднегодовом пробеге рассматриваемой совокупности АТС.

Анализ полученных результатов показывает, что наибольшие затраты приходятся на элементы $Э_1$, $Э_2$, $Э_3$, $Э_4$ и $Э_5$. Общая величина затрат на запасные части по 15 ед. АТС на их суммарном пробеге, равном 3220,5 тыс. км за год составляет 2200,78 тыс. руб. (146,72 тыс.руб. на ед. АТС). При этом общие затраты на ремонт и запасные части составят для всей совокупности АТС 3516,41 тыс. руб. (234,43 на ед. АТС).

Полученные данные создают необходимые условия для решения задачи, ориентированной на обеспечение планирования и оптимального управления запасами запасных частей. В процессе решения данной задачи детальному рассмотрению и оценке подлежат следующие характеристики и показатели:

- значения фиксированных экономичных размеров заказов;
- границы оптимальных фиксированных интервалов повторных заказов;
- значения общей переменной стоимости запасов и общих годовых издержек на ЗЧ за рассматриваемый период.

Решение данной задачи осуществляется при помощи разработанной математической модели, а полученные результаты указывают на проявление двух групп элементов с относительно однородными статистическими характеристиками (по математическому ожиданию и среднеквадратичному отклонению). В первую группу попадают элементы $Э_1$—$Э_5$, во вторую группу — $Э_6$, $Э_7$. При этом для первой группы элементов, являющихся критическими по надежности, оптимальный интервал подачи повторных заказов составляет 1 год.

Оптимальное значение общей переменной стоимости запасов не превышает 128 158 руб., а максимальная величина общих годовых издержек составляет 2 271 408 руб.

Использование подобной математической модели позволило существенно снизить издержки и обеспечить высокий уровень качества оказываемых транспортно-экспедиционных услуг.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Зенченко, В. А.** Разработка индустриальных форм организации технологических процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей (на примере ТО-2 с ТР в ПТК "КамАЗ"): Дисс. ... канд. техн. наук. — М., 1988. — Т. 1. — 261 с., Т. 2 — 149 с.
2. **Лукинский, В. С., Зайцев Е. И.** Прогнозирование надежности автомобилей. — Л.: Политехника, 1991. — 224 с.
3. **Марасанов, И. Н.** Повышение надежности технической службы смешанного АТП методами организационно-технического обеспечения: Дисс. ... канд. техн. наук. — М., 1997. — 185 с.
4. **Сергеев, В. И.** Менеджмент в бизнес-логистике. — М.: Информационно-издательский дом "Филинъ", 1977. — 772 с.

УДК 621.383.51

А. К. Макаров, канд. техн. наук, МГТУ "МАМИ"
Тел.: 8 (495) 223-05-23*12-75

ТОПЛИВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ — ТЯГОВЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Рассмотрены принципы построения систем электропитания, содержащих генератор водорода (реформер), топливный элемент и импульсный преобразователь напряжения.

Ключевые слова: *топливный элемент, реформер, водородная энергетика, мембрана, система электропитания, схема управления.*

В связи с обострением энергетического кризиса, ростом цен на нефтепродукты ведущие производители ведут активный поиск в решении задач по разработке транспортных средств (ТС) на базе перспективных источников электрической энергии. Таким источником энергии на ТС в недалеком будущем может стать топливный элемент (ТЭ).

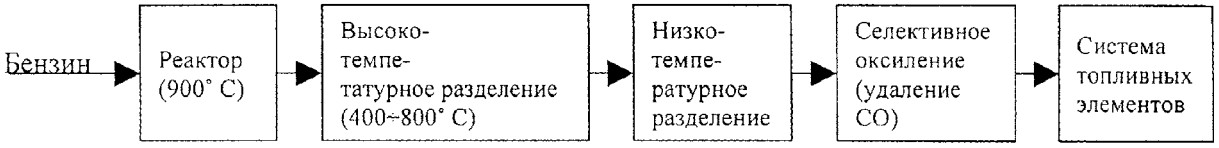
Небольшие размеры и масса, отсутствие необходимости перезарядки ТЭ от внешнего источника электрической энергии дает основание на перспективу применения ТЭ на ТС.

В ТЭ вместе сведены три фазы физико-химической системы: газ (топливо, окислитель); электролит (проводник ионов); механический электрод (проводник электронов). Однако, в отличие от АБ, ТЭ функционирует до тех пор, пока топливо и окислитель поступают из внешнего источника и химический состав электролита в процессе работы не изменяется, т. е. ТЭ не нуждается в перезарядке. Существуют различные типа ТЭ, их можно классифицировать по используемому топливу, рабочему давлению, температуре, характеру применения. Выбор исходного топлива, используемого в ТЭ, определяется в первую очередь его стоимостью, доступностью, экологическими характеристиками, химической активностью и удельной энергией на единицу массы. Поэтому в качестве исходного топлива применяются недорогие и доступные природные и синтетические виды топлива (природный газ, уголь, метанол и др.). Однако с приемлемой скоростью в ТЭ могут окислиться только водород.

Поэтому природные виды топлива метанол и монооксид углерода предварительно конвертируются в блоке подготовки топлива в водород:

При применении метанола его необходимо подавать к ТЭ через процессор, где образуется смесь, богатая водородом, и затем очищается от CO.

В системе вместо воды и метанола возможна замена на бензин. Однако в ТЭ с реформером бензина процесс протекает при более высокой температуре, что значительно усложняет в целом энергетическую установку:



Химический процесс можно описать реакциями:

$$CH_4 + H_2O = CO + 3H_2$$

$$CO + H_2O = CO + H_2 \qquad (1)$$

$$CH_3OH + H_2O = CO_2 + 3H_2$$

$$C + H_2O—CCH—H_2.$$

Продукты конверции подаются затем в ТЭ. Для увеличения тока и напряжения ТЭ соединяются в батареи. Устройство, состоящее из батареи ТЭ, систем подвода реагентов, автоматики, отводов продуктов реакции тепла, получило название электрохимического генератора (ЭХГ). ЭХГ входит в электрохимическую энергетическую установку (ЭЭУ), в которую дополнительно включены блоки подготовки топлива, преобразователь тока (инвертор) и блок использования тепла (рис. 1).

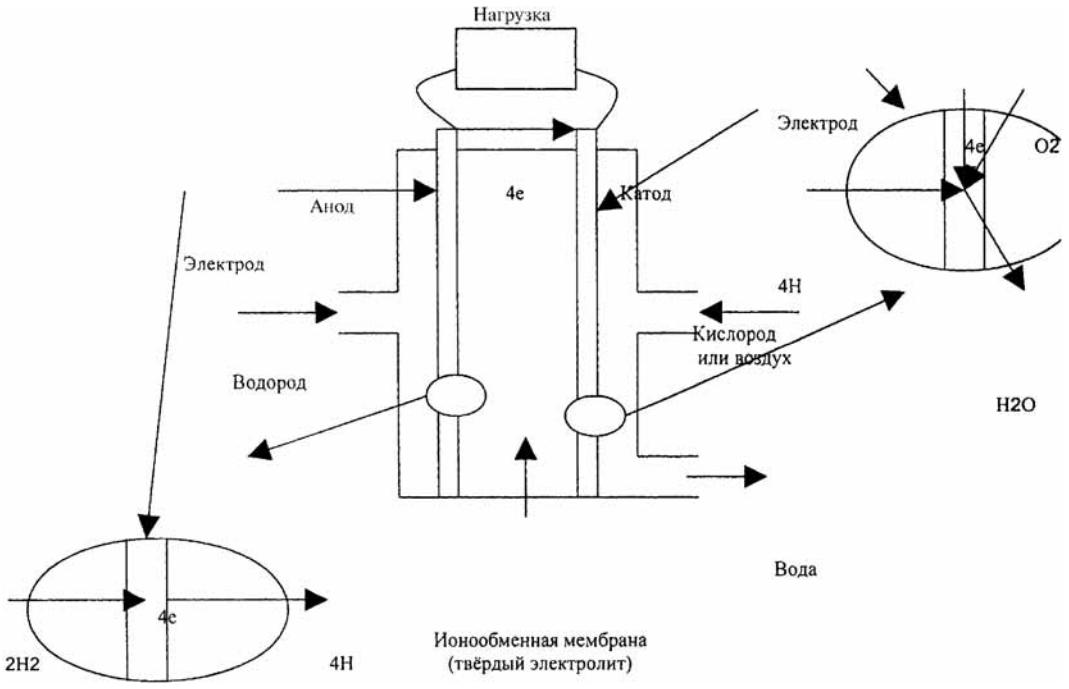
Два электрода разделены твердым электролитом. Имеется система подвода топлива на один электрод (анод) и окислителя на другой (катод), а также система для удаления продуктов реакции. Внешней электрической цепью ТЭ соединен с нагрузкой, которая потребляет электроэнергию.

Полученная с высоким КПД электрическая энергия практически без потерь преобразуется в механическую и таким образом ТЭ могут заменить в перспективе двигатели внутреннего сгорания на транспорте. КПД составляет 40—50 % и до 85 % обеспечивается утилизация тепла. Высокие значения КПД и низкая зависимость КПД от мощности обусловлены тем, что в ТЭ превращение энергии по крайне эффективной схеме — прямого преобразования химической энергии в электричество. Максимальный (теоретический) КПД ТЭ принято рассматривать как отношение максимальной полезной электрической работы, которую можно получить в устройстве, к тепловому эффекту токообразующей реакции при постоянном давлении.

Для водородно-кислородного ТЭ (топливо—водород, окислитель—кислород) в соответствии с уравнением Нернста ЭДС ТЭ определяется:

$$E = E^\circ + (RT/nF)\ln\left(P_{O_2}P^2_{H_2}/P^2_{H_2O}\right), \qquad (2)$$

где $E^\circ = 1{,}229$ В — стандартное значение ЭДС ТЭ, зависящее от температуры; R — универсальная га-



Электрохимическая энергетическая установка

зовая постоянная; T — температура; P_{O_2}, P_{H_2}, $P^2_{H_2O}$ — парциальные давления газов (фугитивности при больших давлениях).

Следует также отметить существенно лучшие по сравнению со всеми известными способами преобразования энергии экологические характеристики. Действительно, в результате работы ТЭ получается электричество и вода, т. е. практически отсутствуют токсические выбросы.

В настоящее время ТЭ применяются в двух сферах: автономная и большая энергетика. Для автономного использования основными преимуществами являются: удельные характеристики, удобство эксплуатации. Стоимость вырабатываемой энергии не является основным показателем.

Для большой энергетики решающим фактором является: экономичность, долговечность, использование природного топлива при минимальных затратах на подготовку.

Большинство систем на ТЭ, разрабатываемых в настоящее время в электромобилестроении, имеют протонообменные мембраны. Их работа основана на преобразовании химической энергии, соединяющейся в топливе, в электрический ток, который приводит в движение тяговые электродвигатели (ЭД) электромобиля (ЭМ). Единичный ТЭ элемент дает ток с напряжением 0,7 В, а батарея из 200 таких элементов — 14,0 В. Применение ТЭ на ТС дает наибольшие преимущества по сравнению с ДВС и дизелем за счет: компактности ТЭ, высокого КПД (до 50 %), срока службы, малого времени для достижения номинальной мощности ЭД, хорошей разгонной динамики.

Развитие ТЭ и генераторов водорода приведут к технологическому прорыву и сделают реальностью их использование в повседневной жизни: в различных системах электропитания сотовых телефонов, автомобилях, на электростанциях, в жилищно-коммунальном строительстве и т. д. Но, несмотря на значительный прорыв в улучшении характеристик ТЭ, нужно решить много проблем, связанных с их стоимостью, надежностью, безопасностью.

По оценке экспертов, к 20-м годам нынешнего столетия годовой объем мирового рынка водородных технологий и ТЭ может составить 1—1,2 трлн долл. США и превысит годовой объем информационных технологий.

В настоящее время в России ведутся интенсивные работы по исследованию и разработке ТЭ и источников питания нового поколения на их основе. Такие работы ведутся в ФТИ им. А. Ф. Иоффе РАН (С.-Петербург), РНЦ "Курчатовском институте" (г. Москва), Российском федеральном ядерном центре (г. Саров) и ряде других научных центров.

Крупные прикладные работы по судовым двигателям на ТЭ ведутся в ЦНИИ СЭТ (г. Санкт-Петербург) под руководством В. Б. Авакова.

Работы сотрудников Санкт-Петербургского университета телекоммуникаций (СПб ГУТ) им. проф. М. А. Бонч-Бруевича включены в федеральные целевые программы РФ на 2011—2020 гг. по водородной энергетике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Юсти, Э.** Топливные элементы [Текст] / Э. Юсти, А. Винзель. М.: Мир, 1964.
2. **Козлов, С. И.** Водородная энергетика: современное состояние, проблемы, перспективы [Текст] / С. И. Козлов, В. Н. Фатеев. М.: ГазпромВНИИГАЗ, 2009.
3. **Fateev, V.** Nanomaterials for PEM fuel cells // Proceedings of the 3-d European Fuel Cell Technology & Application Conference (15—19 December 2009, Rome, Italy). P. 87—88.

УДК 629.3.02-23-52

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

АВТОМАТИЧЕСКИЕ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ — ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА

В предложенной статье рассматриваются вопросы особенностей технического обслуживания и ремонта автоматических коробок передач автомобилей.

Ключевые слова: *автоматическая трансмиссия, запас запчастей, отказы, неисправности, ремонт.*

Анализ изменений, происходящих на автомобильном рынке, показал, что продолжается тенденция по автоматизации труда управления автомобилем, и в первую очередь применения автоматических трансмиссий различного типа, даже на автомобилях малого класса.

Продажа автомобилей с автоматической трансмиссией в последние годы получила широкое распространение и на российском рынке. По данным Автостата, только в первом квартале 2010 г. каждая вторая новая иномарка (49,7 %), реализованная на российском рынке, оснащена автоматической трансмиссией. На рис. 1 видно, что спрос на машины с АКПП возрастает с каждым годом.

В каждом году доля машин с АКПП в России возрастает. Соответственно, возрастает спрос на ТО и ремонт этих машин, поэтому следует создать соответствующую инфраструктуру и организовать процесс обслуживания автомобилей с автоматической трансмиссией, а также подготовить специалистов и необходимый запас запчастей, чтобы удовлетворить спрос на обслуживание автомобилей с автоматической трансмиссией. Последовательность операций по ремонту АКПП показана на рис. 2.

Автоматическая трансмиссия является одним из наиболее сложных агрегатов автомобиля. Обслуживание и ремонт такого деликатного агрегата является достаточно сложным и дорогостоящим. С каждым годом автомобили становятся все сложнее и сложнее, а соответственно, и требования к техническому обслуживанию и ремонту. Автоматическая коробка передач требует деликатного обращения, необходимо не перегружать и, как следствие, не перегревать ее. Вследствие перегрева сальники и прокладки теряют эластичность и начинают течь. Металлические части деформируются и теряют прочность, что приводит к выходу из строя АКПП. Наиболее распространенные неисправности АКПП представлены на рис. 3.

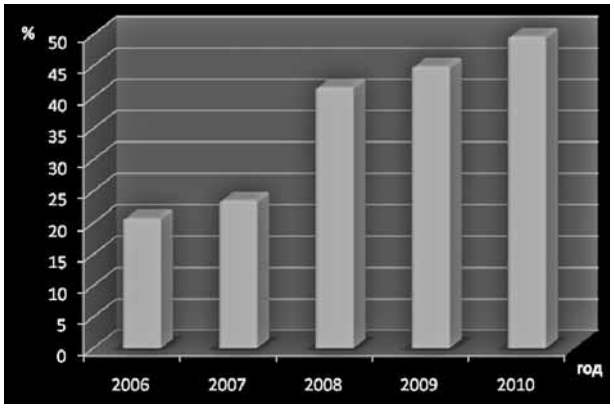


Рис. 1. Продажа автомобилей с АКПП по годам

Рис. 2. Последовательность операций по ремонту АКПП

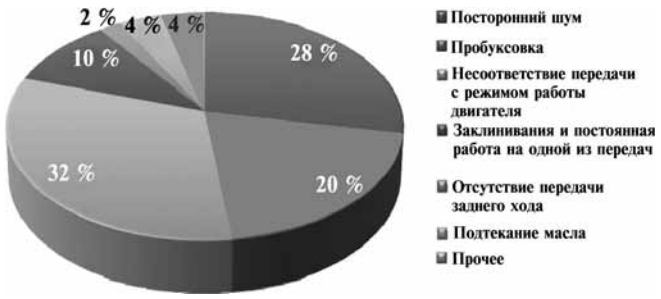


Рис. 3. Наиболее распространенные неисправности АКПП

Для определения неисправности АКПП существуют несколько операций и проверочных тестов.

- Тест задержки во времени.
- Стояночный тест.
- Дорожный тест.

Если после проведения вышеперечисленных тестов появляется какое-либо отклонение или сомнения в работе АКПП, рекомендуется немедленно обратиться в соответствующий центр обслуживания, где специалисты диагностируют АКПП с помощью диагностического оборудования и определят неисправность. А также установят, какие детали подлежат замене и составят подробный список узлов, которые нужно восстановить или заменить, затем проведут ремонт.

Основные отказы и неисправности, встречающиеся при обслуживании АКПП:

1) износ вследствие неправильного выбора типа трансмиссионной жидкости;
2) неправильный уровень трансмиссионной жидкости;
3) забиты фильтры;
4) износ планетарных передач;
5) выход из строя гидротрансформатора;
6) выход из строя блока управления;
7) отказ гидронасоса;
8) отказ регулятора давления;
9) некачественное обслуживание;
10) негерметичность картера;
11) неисправность селектора;
12) забиты гидроканалы;
13) износ фрикционной ленты;
14) неисправность датчика положения.

Техническое обслуживание (ТО) проводится для поддержания автомобиля в рабочем состоянии. При проведении ТО производится замена трансмиссионной жидкости и фильтра. Особенностью замены масла в автомате является неполный слив отработавшей трансмиссионной жидкости. Как правило, несливаемый остаток составляет 20—40 %. Это является следствием конструктивных особенностей АКПП, поэтому полная замена возможна только за 2—3 операции. Замена фильтра зависит от марки и года выпуска автомобилей при каждой смене трансмиссионной жидкости. Рекомендуется проводить ТО каждые 15 000 км.

Трансмиссионная жидкость очень сильно влияет на ресурс АКПП, поскольку она выполняет следующие функции:

- передача крутящего момента в гидротрансформаторе от двигателя в коробку передач;
- обеспечение функционирования системы управления и контроля, работа фрикционных блоков;
- смазка и охлаждение трущихся деталей и т. п.

Трансмиссионная жидкость состоит из высококачественного минерального масла, получаемого из нефти и нескольких особых добавок. Для того, чтобы при нагреве масло в АКПП не становилось слишком текучим, в него добавляют различные присадки, проявляющие себя только в зоне действия высоких температур. Кроме того, в рабочую жидкость вводят модификаторы трения, противоизносные, антипенные, антиокислительные и другие нужные добавки. Трансмиссионная жидкость обладает высокой текучестью, которая особенно необходима при низких температурах. Она прозрачная, с несколько оригинальным запахом и имеет обычно красный цвет. При замене трансмиссионной жидкости рекомендуется заливать тот тип трансмиссионной жидкости, который рекомендует производитель. Заливка трансмиссионной жидкости в коробку передач осуществляется через шахту щупа. Уровень должен соответствовать меткам, указанным на щупе. В момент замены трансмиссионной жидкости, двигатель автомобиля должен работать, а рычаг режима движения необходимо установить в положение "N". В этом положении ко всем трущимся деталям подается смазка и заполняются все обвоздушенные полости коробки передач. Объем обновляемого масла колеблется в пределах от трех до пяти литров, в зависимости от марки автомобиля. Немаловажную роль при замене трансмиссионной жидкости играет фактор уровень трансмиссионного масла. Низкий уровень трансмиссионной жидкости пренеприятная для АКПП вещь, поскольку вся его работа зависит от давле-

ния масла, а пробуксовка к тому же вызывает перегрев. Первый признак низкого уровня — хорошо слышимый гул гидротрансформатора, который начинает работать с существенной пробуксовкой. Впрочем, и превышение допустимого уровня также нежелательно: расширение масла вследствие нагревания может привести к переполнению и вспениванию. В этом случае масло теряет свои свойства, что может повлечь за собой выход агрегата из строя. Поэтому, следует заливать жидкость до указанной отметки, проехать 5—7 км, а затем проверить уровень жидкости.

После замены трансмиссионной жидкости рекомендуется проверить уровень с помощью щупа-масломера. Также уровень масла сильно меняется в зависимости от температуры, поэтому щуп имеет отметки, "hot" и "cold" — они указывают на уровень жидкости, когда масло в коробке прогрето и когда оно в коробке холодное. Эти отметки помогают точно определять уровень жидкости в АКПП.

При замене трансмиссионной жидкости необходимо заменить или промыть фильтр, представляющий собой металлическую сетку, заключенную в стальной корпус. Основной его задачей является очищение трансмиссионной жидкости от продуктов износа, например алюминиевая и латунная стружка, которая возникает в результате износа подшипников скольжения.

Ремонт АКПП — это сложное и дорогое удовольствие. Оно требует глубоких знаний по устройству коробки передач, поскольку АКПП обычно состоит из нескольких планетарных рядов, блокировочных муфт, тормозов и обгонных муфт и без знания этих систем и их совместной работы невозможно ремонтировать АКПП, и к тому же необходим опыт работы с АКПП. Сам ремонт АКПП сводится не столько к замене изношенных деталей, сколько к правильной регулировке зазоров между шестернями и другими деталями с последующей диагностикой АКПП. Производить ремонт АКПП следует практически в стерильных условиях. Попадание в АКПП незначительного количества песка или грязи приведет к быстрому выходу из строя коробки передач.

Переключение передач в АКПП происходит под давлением масла, в процессе участвуют клапаны, штуцеры, масляные шланги, и попавшая в масляные каналы грязь может серьезно повредить коробку. Важно помнить, что даже после мелкого ремонта АКПП нужна полная замена масла. Работу АКПП нужно проверить на повышенных нагрузках для определения качества ремонта.

Одним из наиболее часто требующих ремонта агрегатом АКПП является блок управления, который отвечает за определение моментов переключения передач и обеспечивает их качество.

Основными расходными материалами при ремонте являются сальники, прокладки, фрикционные диски, тормозная лента, стальные диски, фильтр АКПП, пружины, втулки и шайбы, стопорные кольца, регуляторы давления. Что касается главных деталей, таких как планетарный механизм, гидроблок, вал, здесь, как правило, есть возможность выбора — воспользоваться бывшими в использовании деталями или же установить абсолютно новые.

Таким образом, автоматическая коробка передач является достаточно сложным агрегатом и требует деликатного обращения. При малейшем пренебрежении указаний по использованию, она может выйти из строя. А ремонт АКПП это непростое и дорогое удовольствие, поэтому рекомендуется обращаться с АКПП достаточно осторожно. Перед началом движения следует нажать на педаль тормоза, перевести рычаг выбора диапазона (РВД) в нужную позицию, не нажимая при этом на педаль управления дроссельной заслонкой. После легкого толчка можно отпустить педаль тормоза и начать движение, воздействуя для этого на педаль управления дроссельной заслонкой. Категорически запрещается при движении вперед переводить РВД в положения "P" и "R". Не рекомендуется буксовка автомобиля с АКПП. Рекомендуется проводить техническое обслуживание коробки передач через каждые 15000 км для поддержания ее ресурса на оптимальном уровне.

Эксплуатация автомобилей с АКПП в России имеет свои особенности, и в первую очередь в зимнее время, так как на значительной территории (до 80 %) средняя температура января составляет –15°, а в некоторые периоды в ряде регионов температура держится на уровне — 20° ÷ 25°. И здесь очень желателен и даже необходим прогрев двигателя и, соответственно, коробки после пуска, а также плавное троганье с места и движение на пониженной передаче в течение некоторого времени.

УДК 629.3.027-048.24:006.9

И. В. Демьянушко, д-р техн. наук, проф., **В. В. Миронова**, ст. препод.,
Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)
E-mail: violettmir@gmail.com

СЕРТИФИКАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО КОЛЕСА НА УДАР

Работа посвящена экспериментальному исследованию автомобильного колеса на ударные воздействия в условиях сертификационных испытаний. Проведена тензометрия колеса при статической и ударной нагрузке.
Экспериментально полученный динамический коэффициент может быть использован при оценке поведения конструкции в условиях динамического нагружения.

Ключевые слова: *удар, литые колесные диски, тензометрия.*

Колеса автомобиля в процессе эксплуатации подвергаются различным статическим и динамическим нагрузкам, от которых зависит прочность, долговечность, надежность не только самой конструкции колеса, но и безопасность автомобиля в целом.

Настоящая работа посвящена развитию экспериментального исследования по определению уровня динамической нагруженности автомобильного колеса в режиме, моделирующем удар под углом 30°.

В легковых, а в последнее время и грузовых автомобилях и автобусах используются колеса из алюминиевых сплавов, полученные путем литья. Широкое применение литья определяется возможностью создания различных по дизайну литых колес с преимуществами простоты технологии изготовления и относительно низкой стоимостью [1, 2]. В то же время известно, что при литье свойства материала и прочность конструкции колес существенно зависят от конфигурации. Создание нового, часто экзотического дизайна колеса, требует подробного проектировочного анализа поведения каждого варианта разрабатываемой конструкции при различных эксплуатационных нагрузках и, в первую очередь, при внештатных ситуациях, связанных с наездом автомобиля на препятствие (ограждения, бордюры, попадание в яму), столкновение с другим автомобилем и пр. В перечисленных ситуациях колеса автомобиля вместе с шинами подвергаются ударным воздействиям. Динамические усилия в колесе при ударе существенно превышают статические и могут привести как к полному разрушению собственно колеса, так и к изменению его формы (биению) и появлению трещин. Расчетный проектировочный анализ литых колес проводится на действие статических нагрузок, он требует создания объемных моделей (3D), для чего сейчас используются программные комплексы метода конечных элементов, модели эти достаточно сложные, требуют существенных временных и вычислительных затрат. Вопросы прочности автомобильных колес при ударных воздействиях мало изучены, в первую очередь, это относится к поведению литых колес при ударе, которые возникают в различных аварийных ситуациях.

При проведении испытаний особое внимание уделяется анализу ударного нагружения по закраине колеса под углом в 30°, что вызвано статистическими исследованиями характерных аварий при наезде на препятствие. Проверка колеса испытаниями на косой удар, получившая наибольшее распространение, регламентирована стан-

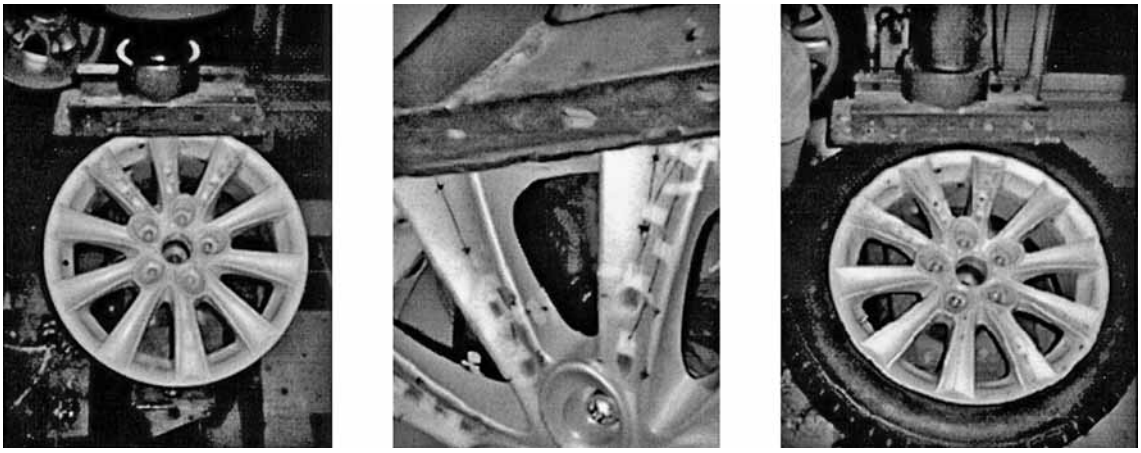


Рис. 1. Место приложения нагрузки

дартом SAE и впервые определила требования к колесам из легких сплавов для легковых автомобилей ГОСТ Р 50511—93 [3]. Стандартное испытание на косой удар имитирует наезд автомобиля массой 1000 кг, движущегося со скоростью 60 км/ч, колесом на неподвижное препятствие под углом 30°.

В настоящее время в ряде стран ударное нагружение алюминиевых колес под этим углом является обязательным этапом сертификационных испытаний. Однако проведение испытаний является окончательным этапом создания колеса. В то же время при проектировании расчеты на удар не производятся, что приводит к существенным затратам на изменение конструкции (литейных форм, программ обработки и т. д.) после отрицательных результатов сертификационных испытаний на удар [4]. В связи с этим, очевидна необходимость исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) колеса при ударных нагрузках, анализ влияния шины и выявление соответствия между результатами статического и динамического (при ударе) НДС в колесах сложной литой конфигурации.

Экспериментальные исследования для колеса типа 7J S 16H2 проводились на испытательном стенде лаборатории кафедры строительной механики МАДИ. В соответствии с требованиями ГОСТ Р50511—93 [3], предъявляемыми к сертификационным испытаниям, нагрузка прикладывалась в критических точках бортовых закраин обода, по спице и между спицами напротив крепежного отверстия (рис. 1). Каждое колесо подвергается испытанию только один раз и считается, что колесо успешно прошло испытания, если нет разрушений закраины обода или спицы. Не допускается появление трещин. Пластические деформации в зоне контакта колеса с ударным элементом не считаются дефектом.

Деформации определялись тензометрированием как при статическом, так при динамическом нагружении колеса. Всего были исследованы четыре варианта испытаний в зависимости от наличия шины и места приложения нагрузки (табл. 1).

На рис. 2 показан стенд для сертификационных испытаний при косом ударе. В процессе испытаний колесо жестко закреплялось по поверхности неподвижного основания ударного стенда деталями штатного крепления с регламентируемым усилием затяжки 100 Н · м, под углом 30° к горизонтальной плоскости.

Ударное нагружение осуществлялось в результате падения с заданной высоты подрессоренного груза (твердое тело с цилиндрической пружиной) общей массой 10 000 Н. Высота падения ударного элемента определяется требованиями ГОСТа,

Таблица 1

Варианты испытаний

Колесо	Место приложения нагрузки	Номер испытаний
Без шины	По спице Между спицами	1 2
С шиной	Между спицами По спице	3 4

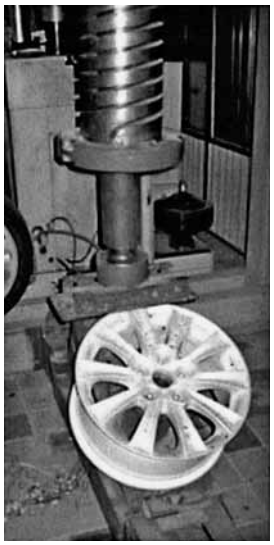


Рис. 2. Ударный стенд

предъявляемыми к нагрузке на колесо приударных сертификационных испытаниях, и составляла $H = 207$ мм, $H = KpFv = 207$ мм ($Kp = 0{,}03$ мм/Н — переходный коэффициент для легковых автомобилей, $Kp = 0{,}04$ мм/Н — для грузовых автомобилей, $Fv = 6900$ Н, максимальная вертикальная статическая нагрузка на колесо, согласно условиям стендовых испытаний по ГОСТ Р 50511—93 [3].

С целью приложения нагрузки напротив спицы или между спицами, колесо поворачивали относительно оси его закрепления.

Для измерения деформаций использовались 16 тензорезисторов типа КФ5П1-3-100-12 (база 3 мм, сопротивление 100 Ом, коэффициент тензочувствительности 2,14), в соответствии со схемой, приведенной на рис. 3. Выбор мест установки тензорезисторов был обусловлен близостью к зонам с наибольшими ожидаемыми деформациями, полученными на основе предварительного статического расчета [5].

При ударе по спице датчики наклеивались вдоль трех спиц, ближайших к месту приложения нагрузки. При ударе между спицами датчики наклеивались вдоль двух спиц. Все датчики устанавливались с внешней и внутренней стороны диска с шагом 2,5 мм.

Для измерения и регистрации информации, поступающей с тензорезисторов, в цифровом виде использовалась тензометрическая 16-канальная аппаратура LTR фирмы L-Card и персональный компьютер со специальной программой. Деформации регистрировались с частотой опроса тензометрических каналов 7680 Гц. Тензорезисторы подключали к аппаратуре LTR по схеме полумоста с использованием блока компенсационных тензорезисторов.

Испытания при статическом нагружении проводились для тех же зон, которые были заданы при динамическом нагружении. В процессе испытаний статическая нагрузка прикладывалась через площадку ударного элемента непосредственно к ободу колеса (с шиной и без шины). Значение статической силы медленно увеличивалось от 0 до 10 000 Н с одновременной записью деформаций.

Анализ результатов испытаний показал, что при статическом нагружении как по спице, так и между спицами, деформации в колесе с шиной и без шины практически совпадают.

Сравнение максимальных деформаций при статических и динамических испытаниях колеса без шины при нагружении по спице приведено в табл. 2.

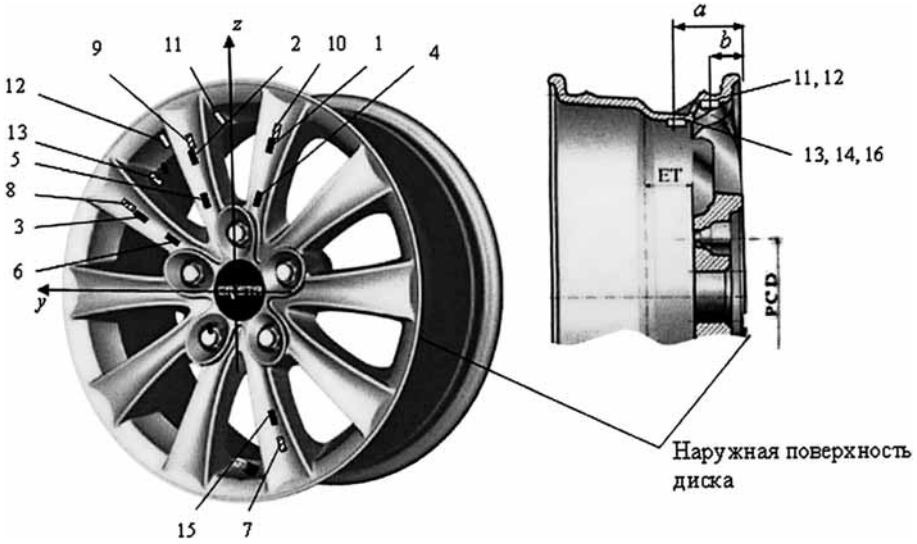


Рис. 3. Схема установки тензорезисторов

Таблица 2

Сравнение результатов по деформациям по спице

Транзистор №	Деформация при статической нагрузке	Деформация при ударе, эксперимент, $\times 10^5$	Коэффициент динамичности $K_д$
1	376	378,6	10,07
3	34,7	378,5	10,91
4	36,8	378,4	10,28
5	39,8	397,8	9,99
6	28,7	350,0	12,20
13	14,8	197,3	13,33
14	15,3	184,7	12,07
16	31,2	354,4	11,36
Усредненное значение $K_д = 11,28$			

Максимальные деформации в колесе при ударе возникают в районе середины спицы с лицевой стороны диска.

Путем сравнительного анализа деформаций, полученных при статическом нагружении колеса без шины и ударном нагружении колеса без шины (см. табл. 2) определялся усредненный коэффициент динамичности, который в среднем составил $K_д = 11$.

Исследования показали также, что наличие шины практически не влияет на средний динамический коэффициент.

Полученные экспериментальные значения деформации при статическом нагружении были сопоставлены с расчетными значениями деформаций при статической нагрузке, выявлена удовлетворительная сходимость результатов. Расчетное моделирование колес в условиях испытаний на удар рассмотрены в работе [5].

В результате исследования возможно прогнозирование поведения конструкции при ударе, с помощью экспериментально полученного динамического коэффициента и статического расчета, что позволяет не проводить дорогостоящие расчеты на удар для каждого промежуточного варианта дизайна колеса и сократить процесс доводки и затрат при проектировании колес.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Демьянушко, И. В.** Информационные технологии и создание автомобильных конструкций / И. В. Демьянушко, М. Н. Юдин // Автомобильная промышленность, № 9. — 2003. — С. 3—5.
2. **Демьянушко, И. В.** Литые алюминиевые колеса для легковых автомобилей: проектирование, изготовление дизайн / И. В. Демьянушко, Ю. К. Есеновский, А. М. Вахромеев // Автомобильная промышленность, М., 2002. — № 9. — С. 35—39.
3. **ГОСТ Р 50511—93.** Колеса из легких сплавов для пневматических шин.
4. **Демьянушко, И. В.** Колеса из легких сплавов — от эскиза до металла / И. В. Демьянушко // Автомобильная промышленность. — М., 1999. — № 7. — С. 9—10.
5. **Демьянушко, И. В.** Моделирование статического нагружения литого алюминиевого колесного диска с использованием МКЭ / Демьянушко И. В., Миронова В. В., Логинов Е. М. // Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям "IS & IT11". — М.: Физматлит, 2011. — Т. 1. — С. 475—480.

"Группа ГАЗ" подарила автобус ПАЗ детям города Павлово

Павловский автобусный завод "Группы ГАЗ" передал автобус ПАЗ-3204 физкультурно-оздоровительному комплексу (ФОК) "Звезда" города Павлово Горьковской области. Автобус будет обслуживать выездные мероприятия ФОКа для более чем 20 спортивных секций, в которых занимается почти полторы тысячи детей. В церемонии передачи автобуса принял участие глава администрации Павловского района Горьковской области Виктор Куренков.

Ключи от автобуса представителям физкультурно-оздоровительного комплекса передал Управляющий директор Павловского автобусного завода Андрей Владимирович Васильев: "Приятно делать такие подарки, особенно детям. Надеюсь, что подаренный ФОКу автобус станет серьезным подспорьем в развитии детского и юношеского спорта нашего города и поможет разрешить транспортные вопросы при организации участия юных павловчан в соревнованиях за пределами Павловского района".

Автобус малого класса ПАЗ-3204 для пригородного сообщения сочетает в себе комфорт и надежность. Автобус оборудован двигателем Cummins и механической коробкой передач ZF и соответствует нормам экологической безопасности "Евро-3". Машина дополнительно оснащена регулируемыми по углу наклона сиденьями с ремнями безопасности, цифровым тахографом, магнитолой.

(Пресс-служба "Группы ГАЗ")

УДК 621.355:621.43-57.001.4

С. А. Лебедев, канд. техн. наук, доц., Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище (военный институт),
В. С. Антипенко, канд. техн. наук, проф., МГТУ "МАМИ",
Д. И. Исаев, инж., НИИЦ АТ ФБУ 3 ЦНИИ МО РФ, г. Бронницы
E-mail: antipenkovs@mail.ru

НАТУРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСТАРТЕРНОГО ПУСКА ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ С КОМБИНИРОВАННЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ТОКА

Представлена сравнительная оценка трех альтернативных источников тока для систем электростартерного пуска двигателей военной техники. Приведен анализ натурных испытаний. Рассмотрена разработка комбинированного источника тока, включающего химический источник тока и накопитель энергии.

Ключевые слова: *аккумуляторная батарея, сравнительная оценка, основные параметры, накопитель энергии, система электрического пуска.*

Для проверки эффективности применения модульных комбинированных источников тока (КИТ) наряду с лабораторными испытаниями проводились натурные ресурсные испытания систем электростартерного пуска (СЭП) с различными источниками энергии на военной автомобильной технике (ВАТ) (рис. 1).

Модульный принцип построения источника тока с использованием батарей-модулей 6ТСТС-100А становится оптимальным решением задачи создания комбинированного источника тока для объектов ВАТ (рис. 2) с соблюдением жестких требований к габаритно-присоединительным размерам. Он позволяет снизить емкость аккумуляторных батарей, их массу и стоимость.

Преимущества молекулярных накопителей энергии (МНЭ) (малое внутреннее сопротивление и высокая удельная мощность) дают возможность использовать их в системах пуска в качестве промежуточных источников энергии, размещая их между батареями и стартером. Выделение энергии накопителями за короткий промежуток

Рис. 1. Проведение натурных испытаний систем электростартерного пуска с КИТ на военной автомобильной технике

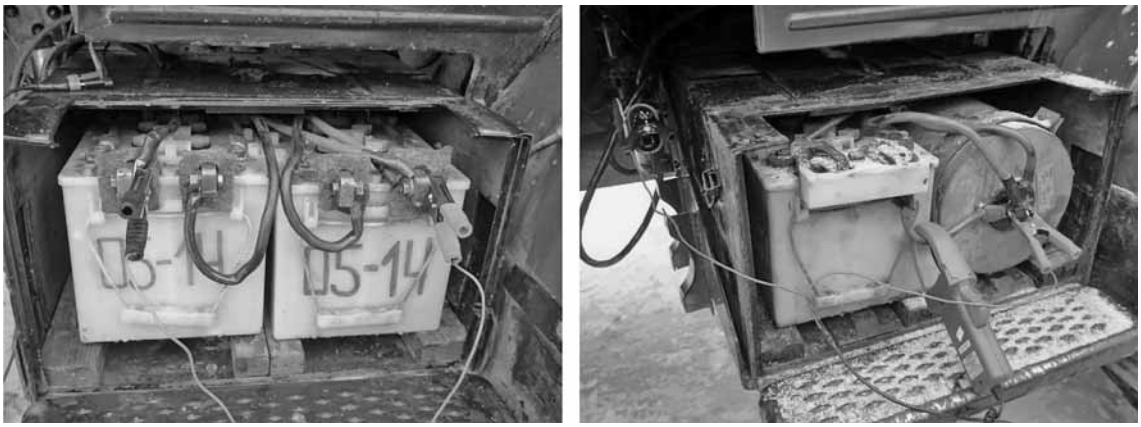


Рис. 2. Размещение модульного и модульного комбинированного источников тока в штатных аккумуляторных отсеках

времени позволяет развивать электростартеру значительную мощность, вращать коленчатый вал с большой пусковой частотой и тем самым повышать надежность пуска двигателей внутреннего сгорания (ДВС). А так как АБ разряжается на накопитель энергии в течение длительного по сравнению с продолжительностью процесса пуска ДВС времени, то ее емкость можно значительно уменьшить.

К преимуществам накопителей энергии в СЭП можно также отнести большой срок службы (несколько десятков тысяч часов). Они не требуют обслуживания, нетоксичны, условия пуска ДВС менее зависимы от состояния батарей и др.

Однако все сказанное о преимуществах системы пуска с модульными комбинированными источниками тока — лишь качественная ее оценка. Для получения полной картины были проведены сравнительные испытания трех систем электростартерного пуска с различными источниками энергии.

Натурные испытания СЭП с альтернативными источниками тока проводились на автомобилях Урал-4320-0010-31 с дизелями ЯМЗ-238М2-32 мощностью 151 кВт при температуре окружающего воздуха минус 10—12 °С. Один автомобиль был оснащен штатными аккумуляторными батареями 6СТ-190А. Второй — модульным источником тока, включающим четыре батареи-модуля 6ТСТС-100А. На третьем автомобиле была смонтирована разработанная система пуска с комбинированным источником тока, включающим две батареи-модуля 6ТСТС-100А и накопитель энергии МНЭ-210/28 (ЗАО "НПО "ТехноКор" г. Москва) (см. рис. 2).

Наибольший интерес представляло исследование работы комбинированного источника тока. На его работоспособность в целом оказывало влияние множество факторов:

— емкости аккумуляторных батарей и молекулярного накопителя энергии, как номинальные, так и фактические;

— степень заряженности аккумуляторных батарей и напряжение, до которого заряжается накопитель энергии перед пуском двигателя;

— срок службы и наработка, особенно аккумуляторных батарей;

— температура окружающей среды и т. д.

На рис. 3 приведен график изменения силы стартерного тока при проворачивании коленча-

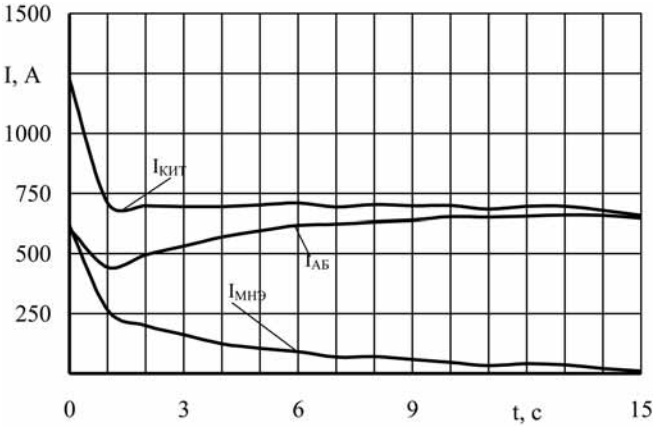


Рис. 3. Изменение силы тока комбинированного источника тока при проворачивании коленчатого вала дизеля ЯМЗ-238М2-32

того вала двигателя в течение 15 с от комбинированного источника тока. Пиковая нагрузка ложится на источник тока в течение первых 0,02—0,5 с. Как видно из графика, накопитель энергии в первые две секунды снижает нагрузку АБ в 1,5—2 раза. Следует отметить, что пуски двигателя осуществлялись в течение 0,5—1,5 с. Также обратим внимание на то, что все АБ перед испытаниями были протестированы и показали 100 %-ю заряженность. А проведенные ранее лабораторные исследования показали, что наибольший эффект достигается от использования накопителя энергии, когда АБ разряжены и самостоятельно произвести пуск не могут.

Как уже упоминалось, эффективность использования накопителей энергии зависит от напряжения, до которого он заряжен. В рассматриваемой системе электростартерного пуска с комбинированным источником тока, смонтированной на автомобиле Урал-4320-0010-31, накопитель энергии заряжается от АБ, поэтому напряжение на его клеммах равно напряжению батарей 24,5 В.

Чтобы сравнить, насколько можно повысить эффективность накопителя энергии, было выполнено три пуска двигателя только от накопителя МНЭ-210/28, заряженного до напряжений 24, 28 и 30 В, т. е. с имитацией трех возможных вариантов заряда накопителя энергии: от аккумуляторных батарей (24 В), от генераторной установки (28 В) и при использовании дополнительного преобразователя напряжения или внешнего зарядного устройства (30 В).

На рис. 4 показаны графики изменения силы тока МНЭ-210/28 при пуске двигателя. Как видно, максимальную "помощь" АБ может оказать накопитель энергии, заряженный до 30 В: пуск двигателя осуществляется за 0,62 с, а коленчатый вал вращается со средней частотой 83 мин$^{-1}$. Для сравнения при заряде накопителя энергии до 24 В пиковое значение силы тока меньше на 300 А, время пуска двигателя — 1,26 с, а средняя частота вращения коленчатого вала — 53 мин$^{-1}$.

Таким образом, для повышения эффективности использования накопителей энергии не обязательно увеличивать их емкость. Достаточно повысить напряжение заряда. Этот вывод очень интересен с практической точки зрения. Он означает, что на технике, находящейся на хранении с приведенными в рабочее состояние АБ или на технике малоинтенсивной эксплуатации, когда батареи могут оказаться разряженными до 50 % и ниже, накопитель энергии решает проблему ее боеготовности.

Не менее интересны с практической точки зрения и результаты сравнения комбинированного источника тока со штатными АБ (6СТ-190А) и модульным источником тока (6ТСТС-100А).

Так, если сравнить графики изменения силы стартерного тока (рис. 5), напряжения (рис. 6) и

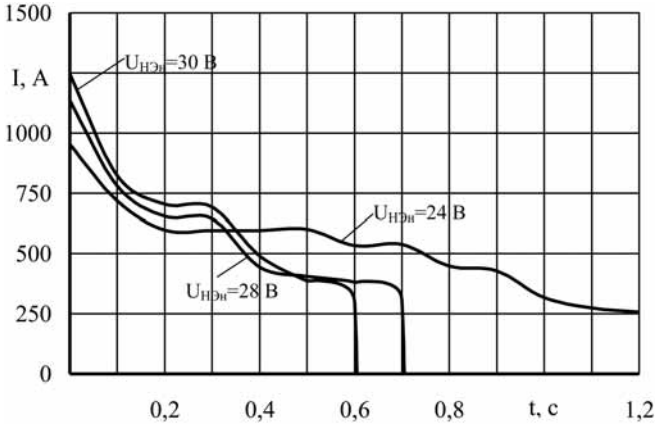


Рис. 4. Изменение силы тока МНЭ-210/28 при пуске дизеля ЯМЗ-238М2-32

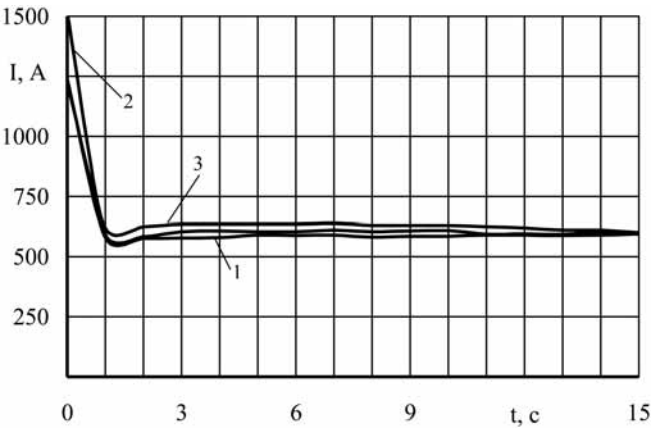


Рис. 5. Изменение силы стартерного тока при проворачивании коленчатого вала дизеля ЯМЗ-238М2-32 от различных источников тока:

1 — 6СТ-190А 2 шт.; *2* — 6ТСТС-100А 4 шт.; *3* — 6ТСТС-100А 2 шт. и МНЭ-210/28

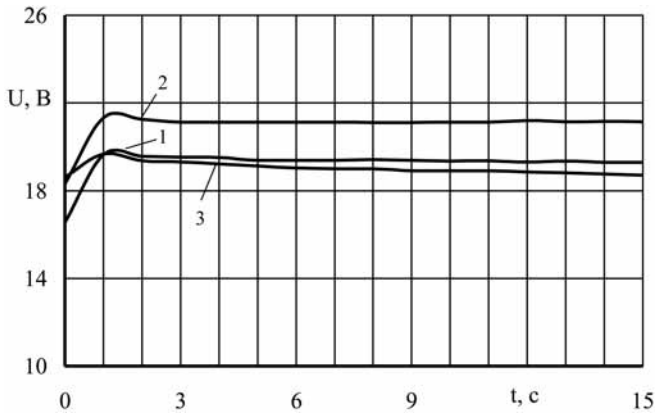


Рис. 6. Изменение напряжения при проворачивании коленчатого вала дизеля ЯМЗ-238М2-32 от различных источников тока:

1 — 6СТ-190А 2 шт.; *2* — 6ТСТС-100А 4 шт.; *3* — 6ТСТС-100А 2 шт. и МНЭ-210/28

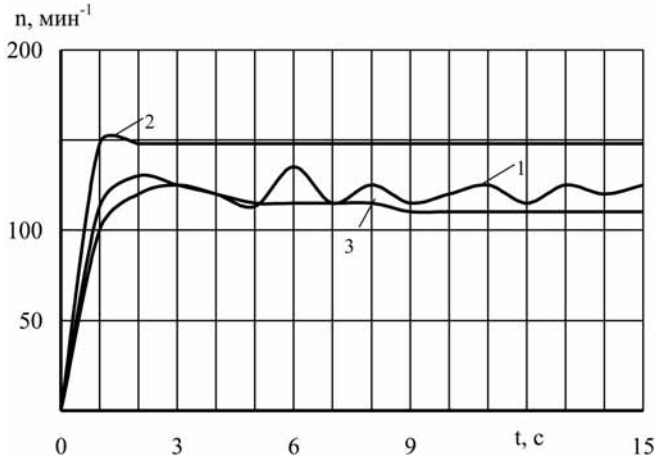


Рис. 7. Изменение частоты вращения при проворачивании коленчатого вала дизеля ЯМЗ-238М2-32 от различных источников тока:

1 — 6СТ-190А 2 шт.; *2* — 6ТСТС-100А 4 шт.; *3* — 6ТСТС-100А 2 шт. и МНЭ-210/28

частоты вращения коленчатого вала дизеля ЯМЗ-238М2-32 (рис. 7) при его проворачивании, то видно: максимальный ток (1500 А) в начальный момент проворачивания наблюдается в случае использования модульного источника (6ТСТС-100А), что объясняется высокими электрическими характеристиками батареи-модуля. В случае же двух других источников он равен 1200 А.

Если оценить работу батарей-модулей в составе комбинированного источника тока (см. рис. 3), то легко заметить, что батареи-модули в этот начальный момент отдают всего лишь 600 А (половину токовой нагрузки). Таким образом, использование накопителя энергии позволило не только уменьшить емкость аккумуляторных батарей в 2 раза, но и снизить токовые нагрузки на них при стартерных режимах разряда, что должно увеличить ресурс батарей-модулей и приблизить его к ресурсу накопителей энергии.

В результате того, что в начальный момент проворачивания коленчатого вала двигателя ток батарей-модулей в комбинированном источнике тока ниже, то и падение напряжения на них незначительное — до 18,61 В, тогда как у штатных батарей оно снижается до 16,54 В, у модульного источника — до 18,31 В (см. рис. 6). Поэтому повышается надежность срабатывания элементов систем электрооборудования, особенно критичных к перепадам напряжения. Однако при более длительном проворачивании коленчатого вала напряжение комбинированного источника тока постепенно уменьшается — сказывается меньшая суммарная емкость батарей.

Графики изменения частоты вращения коленчатого вала (см. рис. 7) показывают достаточно высокие значения, обеспечивающие надежный пуск дизеля ЯМЗ-238М2-32. Следует особо отметить равномерность и высокое значение — 150 мин$^{-1}$ частоты вращения при проворачивании коленчатого вала от модульного источника тока.

Испытания показали, что все три источника тока (аккумуляторные батареи 6СТ-190А, модульные батареи 6ТСТС-100А и комбинированный источник тока, состоящий из 6ТСТС-100А и МНЭ-210/28) соответствуют требованиям ОСТ 37.001.052 и ОСТ 37.001.066. Но применять их на объектах ВАТ следует в зависимости от условий эксплуатации: для техники малоинтенсивной эксплуатации или находящейся на боевом дежурстве целесообразно использовать модульные комбинированные источники тока; в тяжелых условиях эксплуатации, в районах с низкими температурами — модульный и комбинированный источники тока; в районах с умеренным климатом — аккумуляторные батареи 6СТ-190А. Однако для обеспечения унификации в перспективе необходим переход на батареи-модули 6ТСТС-100А и комбинированные источники тока.

УДК 662.6/.7

С. В. Юданов, Вольво (Гетеборг)
E-mail: chizov_nik@mail.ru

ВОПРОСЫ ПРОИЗВОДСТВА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ТОПЛИВ

В статье рассматриваются проблемы развития производственных мощностей по получению диметилэфира, метилового спирта и других альтернативных экологичных видов автомобильного топлива из биосырья.

Ключевые слова: *автомобильные топлива, экологичность, стоимость, биосырье, спрос, предложение.*

Данная статья основана на материалах работ Вольво (Гетеборг), направленных на определение лучшего, по стоимости и экологичности, автомобильного топлива на среднесрочную перспективу. Многолетние исследования и расчеты проводились для возможно более полного цикла производства и использования топлив, начиная с добычи исходного сырья и заканчивая использованием топлива в транспортных средствах с учетом достижимой ими экономичности, включая при этом все возможные для подсчета затраты и выделение CO_2, например стоимость траспортировки топлива и оборудования для этого, капиталовложения в постройку или переоборудование существующих заводов и заправок, ожидаемую стоимость транспортных средств и пр. Расчеты основывались, кроме прочих источников информации, на данных, получаемых при непосредственной разработке собственных конструкций грузовиков — за последние годы в Вольво созданы, с разной степе-

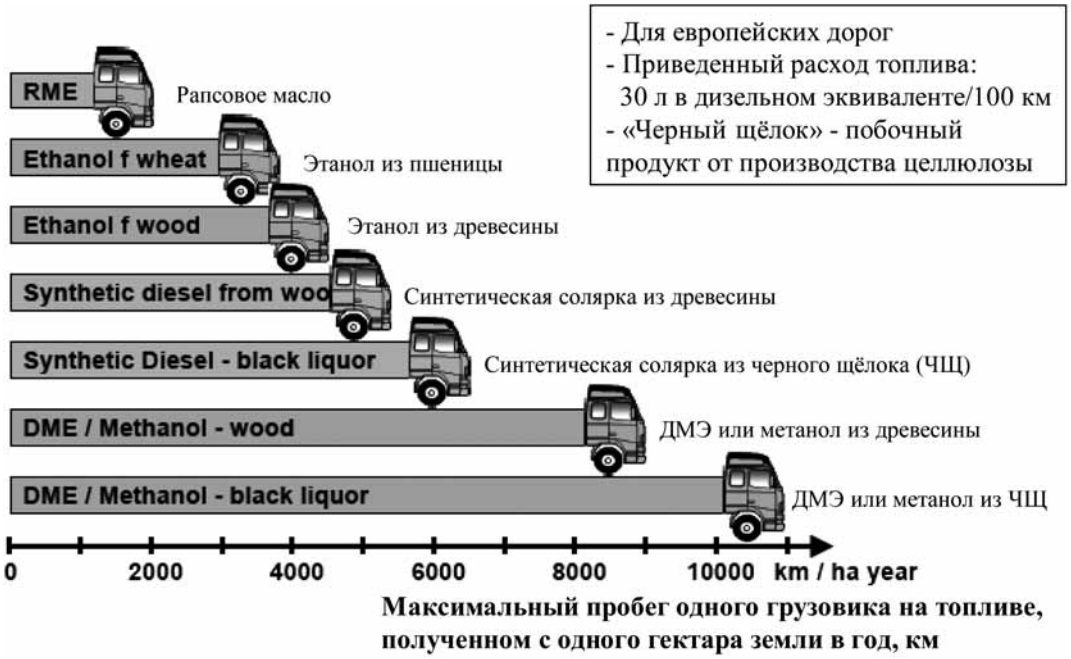


Рис. 1. Сравнительная оценка различных типов биосырья

Рис. 2. Сравнительная оценка различных топлив

нью проработки (начиная от единичных образцов и кончая комплексными полевыми испытаниями), не менее 7 типов грузовиков, работающих на 7 различных "экологичных" топливах или их смесях.

Список перспективных топлив с годами расширяется, технологии их производства продолжают совершенствоваться. В частности, получило интересное развитие производство диметилэфира (ДМЭ), когда была подтверждена высокая энергетическая эффективность и экологичность процесса газификации биосырья и легкость дальнейшего получения из синетического газа ДМЭ или метилового спирта. Также было установлено, что производство ДМЭ очень удобно размещать на целлюлозно-бумажных предприятиях, используя как биосырье побочный продукт производства целлюлозы — черный щелок, образующийся там в значительных количествах. Высокая эффективность землепользования при таком получении ДМЭ в сравнении с другими моторными топливами, также полученными из неископаемого сырья, количественно отображена на рис. 1. Сравнительные оценки большинства известных топлив, включая традиционные ископаемые, с точки зрения полной энергоемкости циклов их получения и использования на грузовом автотранспорте и сопутствующих суммарных выбросов CO_2, показали значительные преимущества ДМЭ из черного щелока, что проиллюстрировано рис. 2.

Таким образом, было определено, что это топливо теоретически имеет самый высокий потенциал среди рассмотренных альтернатив, выбор которых осуществлялся по принципу реальности коммерческого использования топлива на грузовом автотранспорте в среднесрочной перспективе. Такой принцип естественно отвечает интересам Вольво как компании, главной основой которой является производство грузовиков.

На следующем этапе сравнительного анализа необходимо определить более конкретно экономические факторы, которые могут способствовать продвижению ДМЭ на рынок моторного топлива. Чтобы исключить влияние конъюнктурных факторов рынка, таких как, например влияние на розничную цену топлива соотношений спроса и предложения, производились опять же сравнительные расчеты по себестоимости, в частности, используя синтетическое дизельное топливо "Fischer-Tropsch". Последнее до недавнего времени считалось некоторыми крупными европейскими конкурентами Вольво одним из основных кандидатов на замену топлив на нефтяной основе. Рис. 3 показывает расчетную стоимость этого топлива в сравнении со стоимостью ДМЭ в

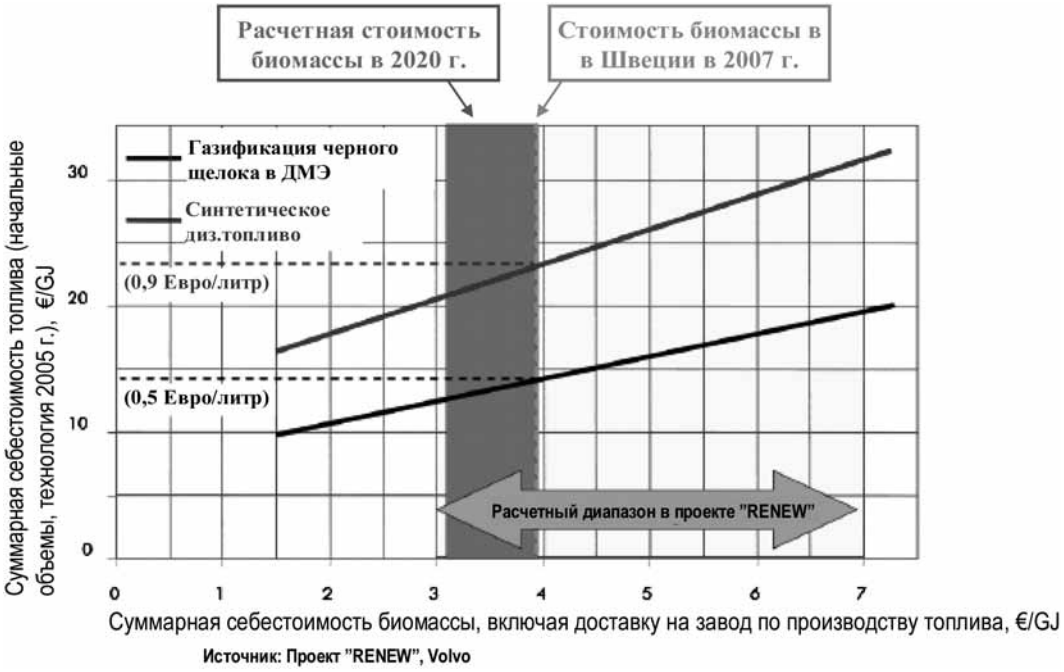


Рис. 3. Сравнительная себестоимость производства ДМЭ и синтетического дизельного топлива (Fischer-Tropsch Diesel)

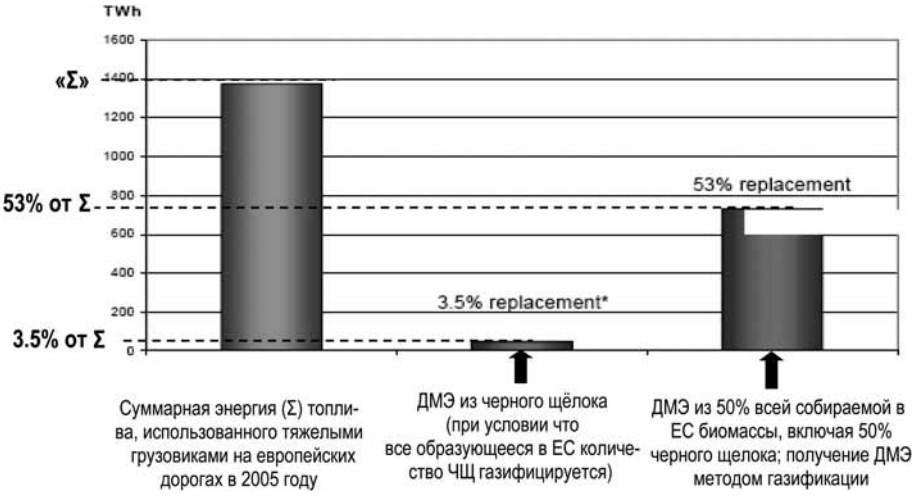


Рис. 4. Потенциал ДМЭ из биомассы как заменителя традиционного топлива тяжелых грузовиков в Европе к 2030 году

ожидаемом диапазоне цен на биомассу. Разница в пользу ДМЭ чрезвычайно существенна.

Несмотря на то, что в целом по Европе количество образующегося черного щелока относительно невелико, для некоторых скандинавских стран, имеющих значительные лесные ресурсы и/или развитое целлюлозно-бумажное производство, удельный вес ДМЭ из ЧЩ на рынке моторных топлив может быть очень значительным. Например, в Швеции ДМЭ, произведенный из собственного ЧЩ, мог бы обеспечить до 50 % потребности всего тяжелого (грузовики общей массой свыше 16 т.) автотранспорта в топливе.

Тем не менее, в целом по Европе энергоресурсы получаемой биомассы других видов настолько велики, что переработка половины ее в ДМЭ могла бы обеспечить примерно такое же (53 %) замещение диметилэфиром традиционных топлив (рис. 4). Любая биомасса может быть подвергнута высокоэффективной газификации с последующим получением ДМЭ, и в этом еще одно несомненное преимущество этого топлива.

УДК 629.113

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

ГРУЗОВИКИ RENAULT: 100 ЛЕТ НА ДОРОГАХ РОССИИ

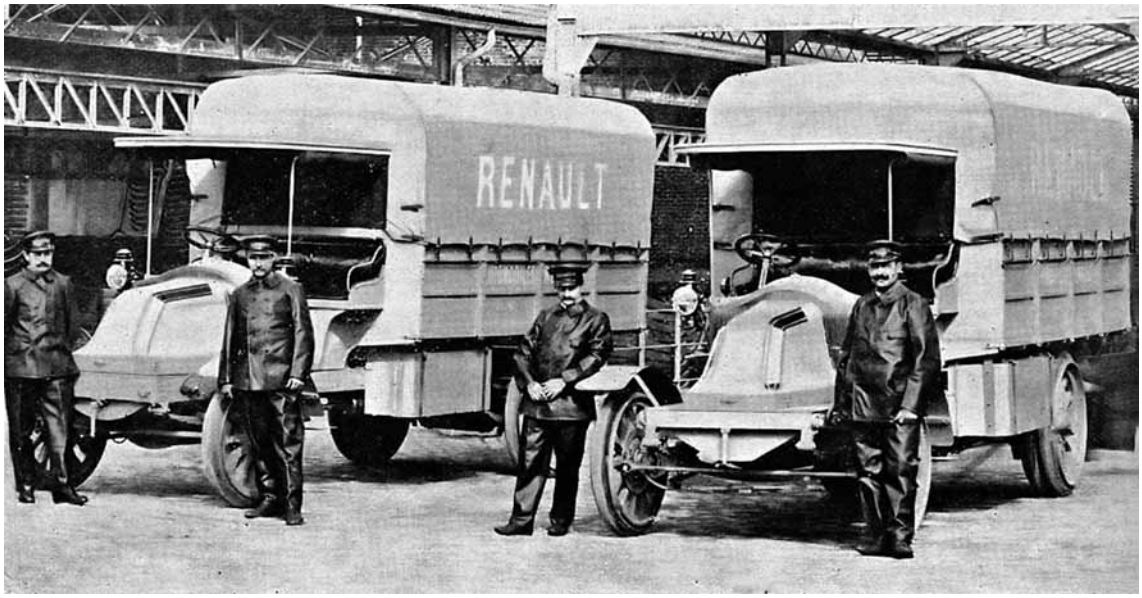
В нынешнем году компания "Рено Тракс Восток" отмечает вековой юбилей, связанный не только с замечательными результатами участия грузовых автомобилей Renault во всевозможных пробегах и ралли, но и с появлением этих автомобилей в России.

Ровно 100 лет назад грузовые автомобили Renault появились на российском рынке и с тех пор неизменно входят в группу лидеров. Пробег грузовых автомобилей, организованный военным министерством Российской Империи, собрал более пятидесяти автомобилей. Среди них было два армейских бортовых грузовика Renault серии "С" грузоподъемностью 1,5 и 3 т с двигателями мощностью 30 л.с., брезентовыми тентами. Выступали они в командах автомобилей полной массой от 3 до 5 т и свыше 5 т.

Старт был дан 19 сентября 1912 г. на Марсовом поле в Санкт-Петербурге. Стояла осень, состояние российских дорог нетрудно себе представить, и автомобилям пришлось состязаться в очень трудных условиях. В конкурсе участвовало 52 грузовых автомобиля: 15 — 1,5-тонных, 29 — 3-тонных и 8 — 4-тонных. Проведение конкурса обеспечивали 23 машины сопровождения, в том числе один санитарный автомобиль и одна автоцистерна.

Автомобили были разделены на две группы. В одну из них вошли 1,5-тонные и 3-тонные машины, в том числе Renault, в другую — 4-тонные. Первая группа прошла 2310 верст (3230 км) по маршруту Петербург—Москва—Малоярославец—Рославль—Брянск—Орел—Тула—Москва—Петербург. Автомобили второй группы двигались по несколько укороченному маршруту протяженностью 2042 версты (2558 км): Петербург — Москва — Серпухов — Тула — Орел — Москва — Петербург. Пробег окончился 12 октября 1912 г. Соревнование помогало отобрать, выявить наиболее пригодные к условиям эксплуатации практически при полном бездорожье. Но куда важнее было отобрать неприхотливую и выносливую технику для армии, и здесь машины Renault показали себя с лучшей стороны, намного опередив конкурентов. По данным компании Renault, средняя скорость полуторатонного автомобиля составила 22 км/ч, а трехтонного — 25 км/ч. Учредители и организаторы конкурса отметили их высокую проходимость на отечественных дорогах. Это были единственные не только в пробеге, но и серийно выпускавшиеся грузовые автомобили с карданной передачей. А наличие в конструкции автомобилей двухскоростных редукторов заднего моста значительно повышало их проходимость и выносливость.

Знакомство с грузовыми автомобилями Renault продолжилось на IV Международной автомобильной выставке, прошедшей в Михайловском дворце в Санкт-Петербурге в мае 1913 г. Открытие выставки состоялось 19 мая в присутствии Императора Николая II. На выставке были представлены автомобили, кузова и двигатели 159 фирм, из которых 22 — французских. На стенде Renault было представлено сразу шесть легковых автомобилей и два грузовика. Стенд французской компании посетил Николай II, который с интересом ознакомился с представленными моделями. Говоря об экспозиции легковых автомобилей, отметим только одну модель — лимузин-ландоле 40 CV с двигателем мощностью 40 л.с. и комфортабельным салоном. Огромная машина (база почти 4 м, масса больше тонны) предназначалась для самого Николая II. Особый интерес представляли два грузовых автомобиля: небольшой однотонный



Два грузовика Renault — однотонный с разводной фурой (слева) и армейская машина ДА грузоподъемностью 2,5 т

развозный фургон и армейский грузовик DA грузоподъемностью 2,5 т. Именно он вызвал наибольший интерес у военных. Они не только наградили автомобиль Почетным дипломом, но и заказали 260 машин для русской армии. Свой диплом вручило Министерство путей сообщений России.

Были проведены переговоры о поставках в российскую армию 3000 грузовых автомобилей Renault, но начавшаяся Первая мировая война помешала этим планам. Тем не менее, было приобретено несколько сотен автомобилей, шасси и 30 бронеавтомобилей Renault.

Отмечая 100-летие выхода на российский рынок грузовых автомобилей Renault, компания "Рено Тракс Восток" планирует провести ряд специальных мероприятий для клиентов и представителей прессы.

На "КАМАЗ" стартовал новый проект

На автомобильном заводе ОАО "КАМАЗ" стартовал новый проект в рамках производственной системы "КАМАЗ".

Основная цель проекта — снижение времени реагирования на сбои в работе главного сборочного конвейера (ГСК). Ее достижение станет возможным благодаря изменению действующей системы визуализациии и оповещения ответственных исполнителей о сбоях в работе ГСК-1.

Внедрение проекта позволит решить на главном сборочном конвейере сразу несколько задач: отладить работающую систему визуализации, разработать и внедрить процедуры работы с ней персонала. В рамках проекта должна произойти интеграция системы с действующей процедурой эскалации. Кроме того, персонал компании пройдет необходимое обучение.

Реализация проекта, разбитая по времени на четыре этапа, рассчитана на один год. Расчеты показывают, что за счет снижения времени простоя ГСК проект даст экономический эффект в 14,7 млн руб.

(Департамент по связям с общественностью ОАО "КАМАЗ")

УДК 629.113

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

БЛИЦ-ТЕСТ САМОСВАЛА RENAULT KERAX

Редакционному тесту подвергся самосвал Renault Kerax с колесной формулой 8 × 4, собранный на автозаводе в г. Калуге, и представленный ООО "Рено Тракс Восток".

С виду самосвал Renault Kerax заметно отличается от своих собратьев, которые производятся компаниями так называемой "Большой Семерки". Бросается в глаза оригинальность дизайна и конструкции кабины. Пластиковый бампер, по замыслу специалистов Renault Trucks, является отдельным самостоятельным элементом. В нем воедино собраны и удобные ступеньки для посадки в кабину, и сегмент для буксировки грузовика с мощным стопорным пальцем, и откидная ступенька для облегчения обслуживания ветрового стекла и стеклоочистителей. Оригинально решена конструкция блок-фар, точнее технология их обслуживания. Для того, чтобы заменить лампы в блок-фаре, достаточно пальцем нажать на собачку-клавишу замка и отвести весь блок в сторону. При этом открывается совершенно полный доступ ко всем световым элементам: меняй и ремонтируй что надо. И совершенно не обязательно лезть с отвертками под грязный бампер или поднимать кабину. Все гениальное просто. Другое дело в долговечности данной конструкции блок-фар — самосвал все-таки...

Садиться в кабину очень удобно. Этому помогают глубокие ступеньки. Дверь открывается под углом 90°, открывая нараспашку большой дверной проем с надежными поручнями.

В базовую комплектацию входят такие элементы эргономики, как регулируемая по углу наклона и по высоте рулевая колонка, анатомическое кресло на пневмоподвеске с многочисленными возможностями регулировки, а также полный электропакет. Все это делает рабочее место водителя очень комфортабельным. Во всяком случае, при больших физических и психологических нагрузках, характерных для эксплуатации самосвала, работоспособность водителя останется на высоком уровне. К этому можно добавить и хорошие климатические условия в кабине в зимнее время и в летнюю жару, поскольку отлично работает система климат-контроля. Не вызывает никаких нареканий панель приборов: хороший удобный дизайн и, самое главное, она весьма функциональна.

Отдельного внимания заслуживает комбинация приборов. По желанию заказчика она может быть выполнена в нескольких вариантах: с электронным спидометром на ЖК-дисплее или в привычном стрелочно-цифровом исполнении. И в том, и в другом случае комбинация приборов компактна и хорошо читается. Естественно, автомобиль укомплектован электронным тахографом — это требование времени.

Рис. 1. Самосвал Renault Kerax

Рис. 2. В кабине вполне удобно и комфортно

Рис. 3. Renault Kerax с самосвальным кузовом Kipper

Поднимается кабина стандартным способом с помощью гидроподъемника. При этом открывается свободный доступ к силовому агрегату и его системам.

Что касается кузова, то здесь особых новшеств не заметно. Самосвальная платформа производства компании Kipper с автоматическими замками заднего борта приводится в действие одним телескопическим гидроцилиндром. Можно лишь только напомнить, что устойчивость самосвала при поднятом кузове на четырехосном шасси заметно выше, нежели у самосвала на трехосном шасси.

Стоит отметить удобство работы с тестируемым самосвалом, в отличие от машин отечественной разработки. Все что расположено снаружи (топливный фильтр, насос, запасное колесо, кузовная раскладывающаяся лестница) доступно для обслуживания и использования.

Так получилось, что тестировать самосвал Renault Kerax нам довелось только в снаряженном состоянии. Поэтому говорить о том, как бы он себя повел во время движения при полной массе, не приходится. Но в любом случае управлять этой машиной очень легко, чему способствует отличный гидроусилитель руля. У самосвала четыре управляемых колеса. Конечно, маневренность у такого автомобиля хуже (радиус поворота 10,61 м), чем у трехоски, но "чувство руля" — хорошее, и на дорожных неровностях руль из рук не выбивало.

Техническая характеристика самосвала Renault Kerax 440.42 8×4 HD

Длина/ширина/высота, мм	10216/3239/2500
База, мм	4495 + 1370
Полная масса, кг	42 000
Грузоподъемность, кг	30 974
Снаряженная масса, кг	11 053
Двигатель	DXi11
Мощность, кВт(л.с.)	321(440)/1900
Крутящий момент, Нм	2000/11500
Число цилиндров	6 в ряд
Топливо	Дизельное
Экологическая норма	Евро 3
Рабочий объем, л	10,8
Коробка передач	ZF 16 S 2230 TO
Число передач	16
Коробка отбора мощности	S84 C
Передаточное отношение главной передачи	1,35
Шины	G.385/65 MSS + + 315/80R22.5MSD2
Радиус поворота, мм	10 610
Емкость топливного бака, л	365

Вообще, тестируемый Renault Kerax в движении вел себя очень солидно. Плавный, но очень уверенный разгон. Двигатель работает тихо, без надрывов и сбоев. Так и хочется по отношению к двигателю опять применить слово "мягко". Но чувствовалась и приличная его мощность.

Подвески, особенно задняя, тоже заслуживают похвалы. Никаких стуков на поворотах и больших колдобинах. Конечно на бездорожье не разгонишься, но и тех скоростных режимов, на которых тестировался самосвал, было вполне достаточно, чтобы ощутить ту "золотую середину", которую нашли специалисты Renault, создавая шасси автомобиля.

Ничего плохого нельзя сказать и о трансмиссии франко-российского самосвала: передачи включались четко, сцепление мягкое, но эффективное.

В общем, самосвал Renault Kerax калужского производства нам очень понравился.

Конечно французы не были бы французами, если не привнесли бы в дизайн своего грузовика некоторый шарм, которым являются солнцезащитный козырек над ветровым стеклом и клаксоны для подачи звукового сигнала на крыше кабины.

ABSCTRACTS OF ARTICLES

2 *Ljandenbursky V. V., Fedoskov A. V., Bararajkin A. V.* The analysis and prospects of development of systems of the traction electric drive of vehicles
The basic restriction at operation of electromobiles is small run and considerable time of gymnastics of the storage battery. Workings out on this point in question as in our country, and abroad, are conducted in directions of creation of pure electromobiles, pure, the hybrid and combined schemes. In offered association of the storage battery and a flywheel will allow to lower its weight, to increase a course stock, to reduce weight of the accumulator of energy. Application of contactless supply of electricity will lead to increase in reliability of work of a drive, to decrease in noise of work of a drive.
Keywords: an electromobile, the storage battery, a flywheel, the energy accumulator

4 *Gadelshin T. K., Petrov V. K., Gadelshin D. T.* The modulno-unified designs of cars
In work the modularization and unification in designs of cars is offered. Modules are basic units of cars. Unification is offered for parameters of knots of connection and interface of these modules.
Keywords: unification, the module, parameters, knots

8 *Kochurov A. A.* To the question of the theoretical substantiation of dependence ЭДС of the lead accumulator from electrolit volume
Results of experimental researches of influence of volume of electrolit in the lead acid accumulator on size of its electromotive power are presented, and also the theoretical substantiation is given the given phenomenon based on existing representations about formation of electrode potentials and ЭДС in chemical sources of a current.
Keywords: akkumulator, electrolit volume, an electromotive power

12 *Buyanov A. C.* Calculation of the instrument for a cold calibration of teeths of pinion gears sprockets of automobile transmissions
Algorithm of geometrical calculation of the tool is developed for cold gauging of toothed wheels of automobile transmissions based on the engagement theory.
Keywords: a ttransmission, surface plastic deformation; a cold; a tooth gear; the module; a profile

15 *Lebedev S. A., Antipenko V. S., Isaev D. I.* Military-technical estimation of efficiency applications of modular sources of the current in armed forces
Efficiency of modular system of the start-up providing reliability and profitability of maintenance of military technology in field conditions is shown.
Keywords: current sources, storage batteries, planned maintenance

18 *Vasyliev V. A.*, Kasyanov S. K. Maintenance of queer dump trucks
The authors consider comparative possibilities of using of mining dump trucks BelAZ and Caterpillar in mining. Also the authors consider possibilities of maintenance and repair of these trucks.
Keywords: mining, dump trucks, service maintenance, spare parts, maintenance and repair system

20 *Zenchenko V. A., Rementsov A. N., Pavlov A. V., Sotskov A. V.* Justification of a choice of set of indicators for an assessment of traffic of vehicles
The question of the preliminary analysis and choice of indicators of an assessment of traffic of movement of vehicles depending on the road situation defined by intensity and density of transport streams, speeds of movement and structure of vehicles is considered. On the basis of the analysis the integrated indicator allowing in a complex to consider a set of factors, influencing a traffic of movement of vehicles, with the subsequent identification of ways of increase of efficiency of movement is offered.
Keywords: vehicle, transport stream, intensity of movement, density of a transport stream, speed of movement, movement time, integrated indicator of complexity of movement

23 *Anishenko A. N., Oka Min, Maximov V. A., Sidelnikov G. V.* Increase of tire life of urban buses in state unitary enterprise "Mosgortrans"
The article considers the factors that affect the tire life of urban buses in the state unitary enterprise "Mosgortrans".
Keywords: automobile tires, classification, technological factors

25 *Rementsov A. N., Zenchenko V. A., Fetisov P. B.* Management of spare parts supply for Scania automobiles
Inventory management of spare parts for Scania automobiles.
This article represents aspects of logistical support of auto transport enterprises that maintain efficient condition of vehicles based on management of spare part supply and rational organization of the of storage facilities

27 *Makarov A. K.* Fuel element — a traction energy source of an electromobile
There were reviewed aufbau principles of power-suupply system inclusing hydrogen generator (reformer), fuel cell and pulse voltage converter.
Keywords: fuel cell, reformer, membrane, power supply system, control system

30 *Rementsov A. N., Mishra A.* Automatic gearboxes — problems of maintenance and repair
This article considers features of maintenance and repair of automatic gear boxes of passengers cars.
Keywords: automatic transmission, supply of spare parts, failures, defects, repair

33 *Demiyanushko I. V., Mirinova V. V.* Certification impact testing of automotive wheels
This study was applied to simulate the impact behavior caused by a dynamic loading of vehicle wheels by impact testing of various types wheels according to the scheme of certification tests with static and dynamic strain measurement for definition of deformation fields and impact stresses. Experimentally obtained dynamic coefficient can be used to conduct the assessment design in terms of dynamic loading.
Keywords: impact, light alloy wheels, strain measurement

37 *Lebedev S. A., Antipenko V. S., Isaev D. I.* Natural tests of systems elektrostarternogo start-up of military technology with the combined sources of the current
The comparative estimation three alternative sources of the current will presented for systems of the electric starting the engines of the military machines. The broughted analysis of the machine test. It is specified on increasing of the interest to development of the multifunction source of the current, including chemical source of the current and drive to energy. The presented material useful specialist when designing and choice of the source of the electric current.
Keywords: storage battery, comparative estimation, main parameters, drive to energy, system of the electric starting

41 *Yudanov S. V.* Volvo (Goteborg) Aspects of alternative motor fuel production
This article considers problems of development of production capacities for obtaining dimethyl ether, methyl spirit and other eco-friendly fuels derived from biological raw materials.
Keywords: automobile fuels, ecological, cost, raw materials, demand, supply

44 *Savchenko A. S.* Trucks Renault: 100 years on Russian roads
This year, the company "Renault Trucks Vostok" says its centenary, is associated not only with the remarkable results of the participation of trucks Renault in all kinds of runs and raids, but with the advent of vehicles in Russia

46 *Savchenko A. S.* Blitz-test truck Renault Kerax
Editorial test truck Renault Kerax with axle 8 × 4, assembled at the factory in Kaluga, and presented by ООО "Renailt Trucks Vostok"

Художественный редактор *Т. Н. Галицына.* Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Л. И. Сажина*

Сдано в набор 23.03.2012. Подписано в печать 24.04.2012. Формат 60 × 88 1/8. Усл. печ. л. 5.88. Уч.-изд. л. 6,46.

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