ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ

Издается с мая 1930 года

Москва "Машиностроение"

УЧРЕДИТЕЛИ:
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ,
науки и технологий РФ,
ОАО "АВТОСЕЛЬХОЗМАШ-ХОЛДИНГ"

АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

№ 12 • декабрь • 2016

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 629.113

РАНЖИРОВАНИЕ ПРОБЛЕМ КАЧЕСТВА НОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Д-р техн. наук **КОЗЛОВСКИЙ В.Н.**,
кандидаты техн. наук **ПАНЮКОВ Д.И.**, **ЗАЯТРОВ А.В.**
Самарский ГТУ, Поволжский ГУ Сервиса, Тольяттинский ГУ
(8482 63-71-40)

В статье представлены результаты разработки и практической реализации комплексного инструмента ранжирования проблем качества новых автомобилей по результатам гарантийной эксплуатации.

Ключевые слова: *качество, надёжность, ремонтопригодность, удовлетворённость потребителей, автомобиль.*

Kozlovskiy V.N., Panyukov D.I., Zayatrov A.V.
RANKING OF THE PROBLEMS OF QUALITY NEW CARS

The article presents the results of development and practical implementation of an integrated tool for ranking problems the quality of new cars on the results of the maintenance.

Keywords: *quality, reliability, maintainability, customer satisfaction, car.*

Оценка эксплуатационно-экономической эффективности продукции автомобилестроения должна интегрировать критерии, связанные с основным показателем её качества — надёжностью в эксплуатации. Автопроизводитель в рамках корпоративной системы менеджмента качества должен разработать и реализовать информационно-аналитический комплекс ранжирования проблем на этапах проектирования производства и эксплуатации. Такой комплекс, с одной стороны, позволит оперативно вскрывать и решать текущие проблемы качества, а с другой — обеспечивать создание перспективного задела решённых проблем, который создаст фундамент для улучшения качества и конкурентоспособности продукции в будущие периоды [1].

Рассматривая современные высокотехнологичные продукты машиностроения, к числу которых относится автомобиль, можно выделить несколько проблемных вопросов, которые должны быть отражены при решении задачи, связанной с разработкой методологии ранжирования проблем надёжности. Во-первых, современный автомобиль состоит из десятков тысяч деталей, узлов и агрегатов, что требует формализации перечня отказов через стандартизированный кодификатор. Во-вторых, устранение отказов, возникших в сложном техническом объекте, должно быть нормировано с точки зрения трудоёмкости и затрат. В-третьих, компания-автопроизводитель, должна наладить системную практику получения данных о качестве продукции в процессе проектирования, производства и эксплуатации. Разрешение выделенных вопросов в современной практике осуществляется путём разработки корпоративных информационных систем, в которых в виде электронных каталогов заносятся соответствующие параметры. Наиболее сложным является решение третьей проблемы, поскольку в данном случае требуется организовать систему постоянного потока данных о проблемах качества продукции в действующем производстве и эксплуатации, который обеспечивает необходимый информационный объём для проведения мониторинга эффективности качества (рис. 1).

Разработка и реализация организационно-технических мероприятий, решающих выделенные пробле-

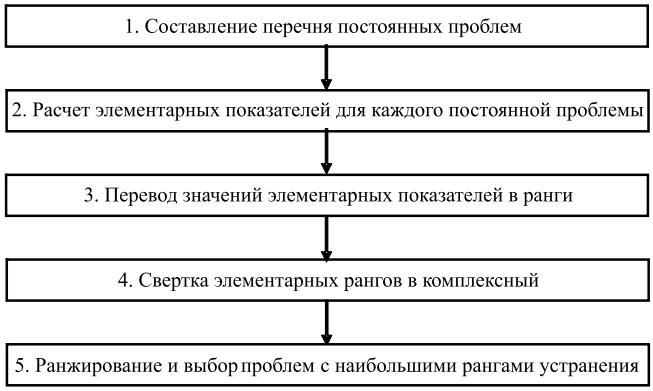


Рис. 1. Общая схема ранжирования проблем

мы, — это один из основных приоритетов компаний в деле создания и совершенствования корпоративной системы менеджмента качества. Именно на данном этапе встаёт актуальная задача, связанная с созданием и внедрением в практику инструментария управления данными, который обеспечивает быстроту и полноту вскрытия проблем надёжности продукции с позиций безотказности и ремонтопригодности. Целью данной работы является разработка инструмента ранжирования проблем качества и надёжности новых автомобилей в период гарантийной эксплуатации, с реализацией разработанных алгоритмов и программных комплексов, обеспечивающих эффективный процесс мониторинга надёжности, в практике крупного автопроизводителя.

Ранжирование проблем надёжности используется на подготовительном этапе процесса их решения с помощью известного метода 8D [1, 2] на специально выделенном, подготовительном этапе "Определение проблемы". Предпосылкой существования проблемы служит отказ техники в эксплуатации. Под проблемой понимается ситуация, при которой ожидаемый уровень выполнения определённой работы (норматив) не достигается, и причина невыполнения этого норматива неизвестна. Таким образом, проблема — это дефект, или несоответствие, или отказ, один из показателей которого (например, частота возникновения, значимость, изменение частоты возникновения) не укладывается в допустимые пределы по неизвестной причине. Ранжирование же служит своеобразным фильтром, позволяющим (ещё до начала процесса 8D) определить проблемы качества продукции, для которых необходимо инициировать процесс решения.

Ранжирование проблем производится с целью определения объектов для корректирующих действий. Задача ранжирования состоит в выборе из всего множества проблем готовых автомобилей определённого перечня, применение корректирующих действий к причинам возникновения которых является наиболее важным в рассматриваемый момент времени.

Проблемы качества и надёжности для ранжирования определяются из перечня постоянных (т.е. встречающихся в каждом из рассматриваемых месяцев) дефектов, несоответствий, отказов. Под таким перечнем подразумевается множество различных проблем (по сочетанию "код детали", "код дефекта" и "место дефекта"), проявившихся на автомобилях за анализируемый период времени. Для дальнейшего анализа (причин проблемы и планирования корректирующих действий) для каждого постоянного дефекта, несоответствия или отказа составляется перечень моделей или модификаций автомобилей, на которых он встречается, а также перечень подразделений, к которым относилась проблема за рассматриваемый период времени.

Каждая проблема в области надёжности характеризуется набором элементарных показателей: частотой возникновения (количеством дефектов на один выпущенный автомобиль); значимостью (затратами или трудоёмкостью устранения); трендом частоты возникновения. Для преобразования значений различных элементарных показателей проблемы в сопоставимые (безразмерные) единицы производится их перевод в ранги с помощью шкал. Ранг показателя проблемы представляет собой результат сопоставления значения элементарного показателя с его граничными значениями (например, минимальным и максимальным). После того как элементарные значения показателей проблемы переведены в соответствующие ранги, производится их свёртка в комплексный показатель — приоритетное число риска (ПЧР). Свёртка осуществляется по принципу, приведённому в руководстве по FMEA (ГОСТР 51814.2), т.е. ПЧР равно произведению элементарных рангов.

При выборе проблемы качества на предмет применения к их причинам корректирующих действий все постоянные дефекты, несоответствия или отказы ранжируются по убыванию ПЧР. В первую очередь следует рассматривать дефекты, занявшие "первые места" в полученном перечне.

Таким образом, алгоритм ранжирования проблем надёжности состоит из нескольких этапов (рис. 1).

Для ранжирования проблем качества используется метод, основанный на принципе, приведённом в руководстве по FMEA: каждому дефекту, несоответствию или отказу ставится в соответствие число — приоритетное число риска (ПЧР), характеризующее их по некоторым факторам (например, частоте его возникновения, значимости для потребителя, сложности устранения или обнаружения и т.п.). По полученным приоритетным числам риска производится ранжирование.

Предлагаемый аналитический инструмент, как и FMEA, основан на правиле теории вероятностей: вероятность наступления нескольких независимых событий одновременно вычисляется как произведение вероятностей наступления каждого из событий. Отличием являются шкалы измерения рангов. Применение разработанного порядка оправданно, так как использование шкал с минимальным значением нуль (как в случае если вероятность события изменяется от 0 до 1 или от 0 до 100 %) приводило бы к получению нулевого ранга в случае равенства нулю хотя бы одного из перемножаемых рангов.

Как показывает практика, ранжирование проблем надёжности только по одному признаку (например, массовости или затратам) не является эффективным. Проводить корректирующие действия необходимо как для массовых, но малозначительных, так и для более редких, но значимых (дорогостоящих) дефектов, несоответствий или отказов (рис. 2, 3).

Ранжирование проблем надёжности необходимо производить ежемесячно. Месяц, в который производится ранжирование, называется расчётным месяцем.

Следовательно, для определения приоритета устранения той или иной проблемы необходим комплексный показатель, включающий как минимум оценку массовости и оценку значимости (рис. 4).

В качестве оценки массовости проявления проблем надёжности в предлагаемом методе рассматривается ранг возникновения или результат перевода в баллы

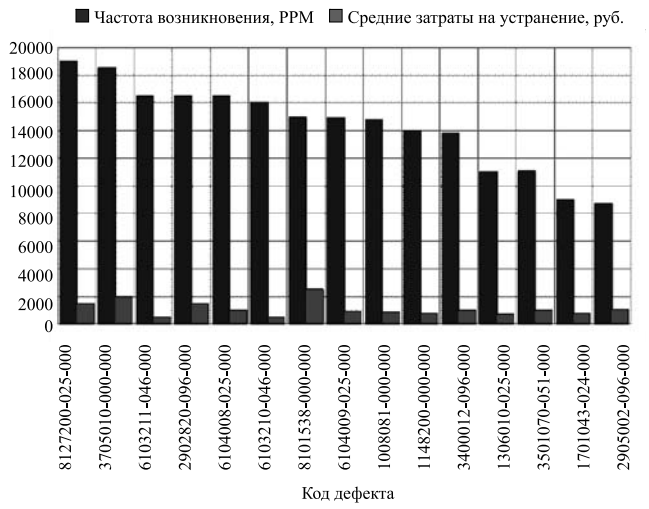


Рис. 2. Ранжирование проблем надёжности автомобилей в эксплуатации по частоте возникновения дефектов

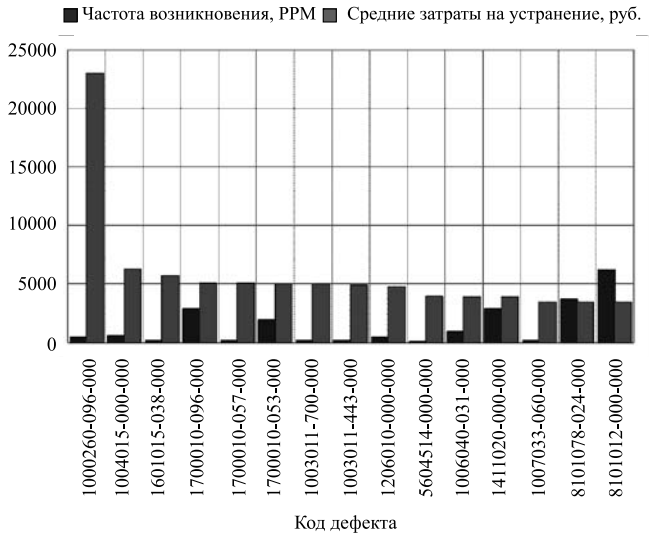


Рис. 3. Ранжирование проблем надёжности автомобилей в гарантийной эксплуатации по средним затратам на их устранение

частоты проявлений рассматриваемого дефекта, несоответствия или отказа на одном (выпущенном или проверенном) автомобиле.

В качестве оценки значимости рассматривается результат перевода в баллы средних затрат на устранение (или трудоёмкости устранения) одного проявления рассматриваемой проблемы. Значимость несоответствия определяется коэффициентом дефектности (по 50-балльной шкале).

Также в последнее время на первый план выходит задача наискорейшего обнаружения проблем, вероятность проявления которых на автомобиле растёт (рис. 5). Поэтому для выделения проблем надёжности, причины которых необходимо устранить в первую очередь, предлагается также учитывать тренд частоты возникновения или тенденции изменения (роста или снижения) вероятности проявления.

Проявление некоторых проблем подвержено влиянию сезонных факторов, таких как различная интенсивность эксплуатации автомобилей, различные задержки продаж автомобилей (разница между датами выпускам и продажи автомобиля) и т.п. Вероятность проявления таких дефектов изменяется периодически (или описывается гармонической функцией). Следовательно, оценивание тенденций изменения проблем будет значительно зависеть от периода года, в который проводится анализ.

Так, например, для временного ряда частоты проявления одного из дефектов линейные тренды, построенные по различным периодам года, значительно отличаются (рис. 6). Следовательно, результаты ран-

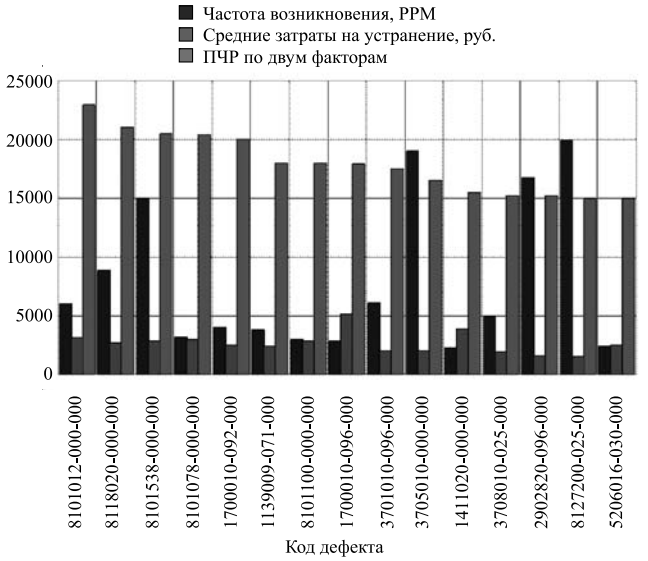


Рис. 4. Ранжирование проблем надёжности автомобилей по совокупности двух факторов: частоте возникновения и средним затратам на устранение

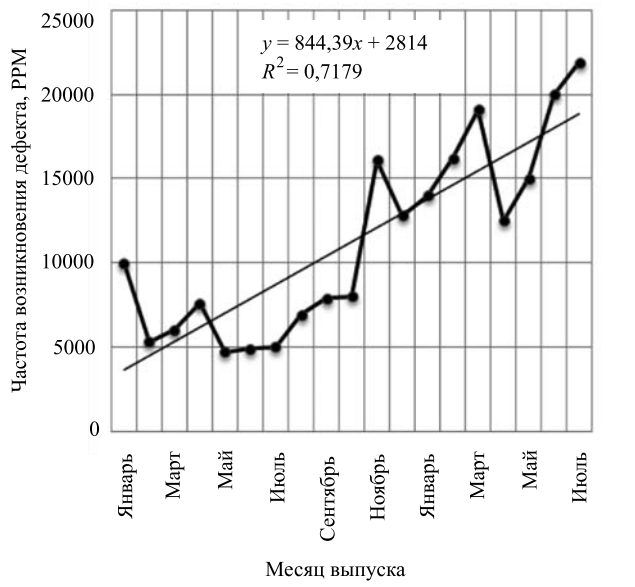


Рис. 5. Динамика частоты возникновения "растущей" проблемы надёжности по коду 8127200-025-000

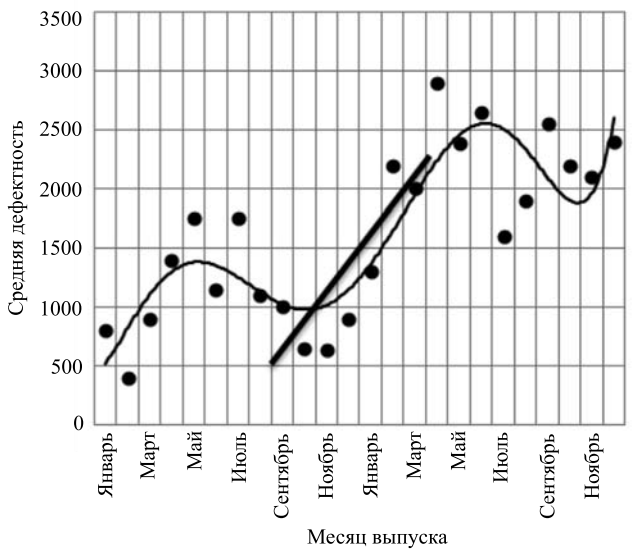


Рис. 6. Иллюстрация влияния сезонности (дефект 6105013-056-001)

жирования таких дефектов будут непостоянными от месяца к месяцу в течение года, что существенно затруднит планирование и анализ результативности (эффективности) корректирующих действий.

Для снижения влияния сезонных факторов на результаты ранжирования необходимо проанализировать наличие сезонной составляющей во временном ряде, описывающем поведение частоты проявления дефекта, и, в случае её значимости, провести коррекции с целью снижения влияния сезонности.

Выбор периода эксплуатации. Проблемы, выявляемые на предпродажной подготовке (ППП), внутренние производственные несоответствия проявляются (и фиксируются в специализированных базах данных) непосредственно после выпуска автомобиля (задержка между обнаружением дефекта и регистрацией информации о нём в базе данных составляет не более недели), поэтому для анализа таких проблем не требуется время. Каждый месяц можно рассматривать (анализировать и ранжировать) проблемы на автомобилях предыдущего месяца выпуска.

Для проявления проблем в период гарантийной эксплуатации требуется время, связанное как с длительностью поступления автомобиля к потребителю (доставка автомобиля до дилера, покупка), так и с началом и интенсивностью фактической эксплуатации (разной для различных потребителей). Таким образом, практика показывает, что получить наиболее полную информацию об эксплуатации автомобиля в гарантийный период возможно не ранее чем через 30 месяцев после его выпуска. При этом за шесть месяцев эксплуатации проявляется 70 % дефектов гарантийной эксплуатации (при одногодичной гарантии). Затраты на их устранение также составляют около 70 % общих затрат за период гарантийной эксплуатации.

Выбор длительности периода анализа определяется только исходя из целей ранжирования проблем. При этом не рекомендуется брать длительность периода анализа менее трёх месяцев, так как анализ таких линейных трендов не имеет смысла (через две точки можно провести только одну прямую).

С увеличением периода эксплуатации увеличивается полнота анализируемых данных (будет рассмотрено больше различных проблем, есть возможность учесть проблемы, которые проявляются в эксплуатации не сразу). Однако при увеличении периода эксплуатации рассматриваются всё более "старые" (больше отстоящие в прошлое от расчётного месяца) и, следовательно, не актуальные на момент анализа данные о дефектах.

Для анализа проблем надёжности с целью применения к их причинам корректирующих действий нет необходимости исследовать их все. Достаточно взять только "постоянные", так как на них приходится 94,6 % всех проявлений и 92,2 % всех затрат на устранение проблем в гарантии.

Ранжирование проблем качества и надёжности автомобилей в период гарантийной эксплуатации. На каждую проблему, выявляемую и устраняемую в ходе предпродажной подготовки и гарантийной эксплуатации автомобиля, оформляется акт гарантийного обслуживания (АГО). Обработка базы данных АГО осуществляется с помощью информационной системы специализированной корпоративной информационной системы.

Для ранжирования отбираются проблемы, проявившиеся за шесть месяцев эксплуатации. При этом под периодом эксплуатации подразумевается количество полных месяцев, прошедших с даты продажи до даты предъявления дефекта на предприятие сервисно-сбытовой сети. Для автомобилей каждой модели составляется перечень всех эксплуатационных отказов согласно кодификатору. Для каждой проблемы надёжности автомобилей рассчитывается количество месяцев выпуска (из периода анализа) с проявлением соответствующей проблемы на автомобилях. Для дальнейшего рассмотрения отбираются только постоянные проблемы, т. е. те, которые проявляются на автомобилях каждого из шести рассматриваемых месяцев выпуска.

Для каждой i-й проблемы рассчитывается количество её проявлений на автомобилях, выпущенных в каждом месяце периода анализа влияния сезонности D_1^i, D_2^i, ..., D_N^i (N — количество месяцев периода анализа влияния сезонности).

Для каждой проблемы вычисляется частота возникновения в каждом месяце анализа по формуле 1 (табл. 1). Тренд частоты возникновения (с учётом его значимости) определяется по формуле 2. Ранг частоты возникновения проблемы ($R^i_{\text{возн}}$) — балльная оценка вероятности появления проблемы надёжности на выпущенном автомобиле — рассчитывается по формуле 3. Ранг значимости ($R^i_{\text{зн}}$) — балльная оценка затрат на устранение проблемы в гарантийной эксплуатации — рассчитывается по формуле 4. Ранг тренда ($R^i_{\text{тр}}$) — балльная оценка тенденций изменения дефектности во времени — рассчитывается по формуле 5. Приоритетное число риска проблемы (ПЧР) определяется по формуле 6.

Таблица 1

№	Формула	Примечания
1	$\bar{d}_n^i = \frac{D_n^i}{V_n} \cdot 10^6$	n — порядковый номер месяца анализа влияния сезонности ($n = \overline{1, N}$), V_n — количество автомобилей, выпущенных в каждом месяце
2	$tr^i = \frac{k^i}{b^i + k^i} \cdot (R^i)^2 \cdot 100\ \%$	b^i и k^i — коэффициенты линии тренда частоты возникновения дефекта, которые определяются по формулам, полученным по методу наименьших квадратов, R^i — коэффициент корреляции
3	$R^i_{\text{возн}} = \begin{cases} 10 - 9 \cdot \left\lvert 1 - \frac{\bar{d}^i}{\bar{d}^*} \right\rvert^s, & \bar{d}^i \leqslant \bar{d}^* \\ 10, & \bar{d}^i > \bar{d}^* \end{cases}$	$\bar{d}^*$ — граничное значение частоты возникновения проблемы, s — параметр функции перевода (при $s = 1$ функция перевода линейная, при $s = 2$ функция перевода квадратичная и т.д.)
4	$R^i_{\text{зн}} = \begin{cases} 10 - 9 \cdot \left\lvert 1 - \frac{\bar{z}^i}{\bar{z}^*} \right\rvert^s, & \bar{z}^i \leqslant \bar{z}^* \\ 10, & \bar{z}^i > \bar{z}^* \end{cases}$	$\bar{z}^*$ — граничное значение средних затрат на устранение одного проявления проблемы, s — параметр функции перевода
5	$R^i_{\text{зн}} = \begin{cases} 1, & tr_* < tr^i \\ 10 - 9 \cdot \left\lvert \frac{tr^* - tr^i}{tr^* - tr_*} \right\rvert^s, & tr_* \leqslant tr^i \leqslant tr^* \\ 10, & tr^i > tr^* \end{cases}$	tr_* и tr^* — нижнее и верхнее граничные значения трендов, s — параметр функции перевода
6	$ПЧР = R_{\text{возн}} \cdot R_{\text{зн}} \cdot R_{\text{тр}}$	—

Таблица 2

№	Код и наименование проблемы надёжности	Частота возникн.	Затраты	Тренд	Ранг возникн.	Ранг затр.	Ранг тренда	ПЧР
1	3701010-096-000 Шум при работе генератора	6253	1568	−0,03	9,8	7,3	5,5	395
2	1700010-092-000 Затруднено переключение передач	4125	2468	−4,03	8,9	8,9	4,6	366
3	8118020-000-000	8982	2076	−6,39	10,0	3,4	4,1	339
4	1411020-000-000	1998	3746	−0,19	6,3	9,8	5,5	338
5	8101538-000-000 Дефект заслонки управления отопителем	15 121	1960	−6,41	10,0	8,2	4,1	331
6	8101078-000-000 Дефект электродвигателя с вентилятором	3573	3191	−6,87	8,5	9,6	4,0	320
7	3705010-000-000	19 068	1370	−3,69	10,0	6,8	4,7	318
8	1008081-000-000	14 407	538	10,99	10,0	3,8	8,0	305
9	3701051-000-000	2664	1605	0,00	7,4	7,4	5,5	301
10	3701010-145-000	2518	1622	0,00	7,2	7,5	5,5	294

Ранжирование всех дефектов производится по убыванию значения ПЧР. Проблемы, имеющие наибольшее ПЧР, следует рассматривать для анализа их причин и планирования корректирующих действий, направленных на устранение наиболее значимых из этих причин.

В качестве примера в табл. 2 приведены результаты ранжирования проблем надёжности автомобилей одного из ведущих брендов.

Реализация разработанного инструмента ранжирования проблем качества на практике обеспечивает возможности для быстрого и объективного поиска наиболее важных проблем, что создает предпосылки для разработки и реализации глобальных корпоративных программ повышения конкурентоспособности продукции.

Литература

1. Годлевский В.Е., Юнак Г.Л. Менеджмент качества в автомобилестроении: монография / Под ред. Васильчука А.В. — Самара: ООО "Офорт"; ЗАО "Академический инжиниринговый центр", 2005. — 628 с.
2. Заятров А.В. Анализ и оценка взаимосвязей между традиционными показателями надёжности и показателями, используемыми ведущими производителями легковых автомобилей [Текст] / А.В. Заятров, В.Н. Козловский // Электроника и электрооборудование транспорта. — 2012. — № 1. — С. 41—43.

АВТОМОБИЛЬНЫЙ РЫНОК РОССИИ В ЯНВАРЕ—СЕНТЯБРЕ 2016 ГОДА

(По информации ОАО "АСМ-холдинг")

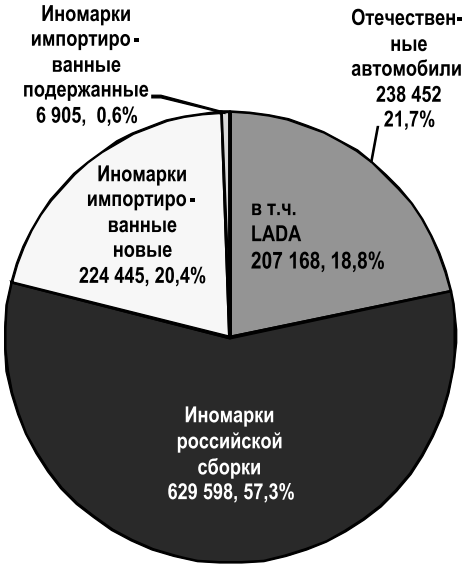
РЫНОК ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Оптовые продажи легковых автомобилей в январе—сентябре 2016 года сократились на 13,3 % по отношению к январю—сентябрю 2015 года и составили 953 тыс. единиц. Сравнение структуры рынка легковых автомобилей по их происхождению в январе—сентябре 2016 и 2015 годов выявляет сокращение абсолютных объёмов продаж во всех сегментах рынка, кроме незначительного роста импорта подержанных машин. В отношении занимаемых долей рынка можно отметить расширение занимаемых долей в сегментах зарубежных моделей российской сборки и подержанных машин при сужении рыночной доли в остальных сегментах.

Продажи отечественных автомобилей в январе—сентябре 2016 года снизились на 16,0 % до 200,3 тыс. ед., а их рыночная доля уменьшилась до 21,0 %. Оптовые продажи автомобилей ВАЗ в январе—сентябре 2016 года снизились на 9,9 %, а их доля выросла на 0,8 процентных пункта до 19,6 %. Зарубежные модели российской сборки занимают доминирующее положение на рынке легковых автомобилей, при этом их продажи снизились на 9,9 % до 567,3 тыс. ед., а их доля увеличилась с 57,3 до 59,6 %. Совокупная доля продаж автомобилей, собранных в России (отечественных и зарубежных моделей), увеличилась с 79,0 до 80,6 % в январе—сентябре 2016 года.

СТРУКТУРА РОССИЙСКОГО РЫНКА ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ПРОИСХОЖДЕНИЮ

Январь—сентябрь 2015 г.



Весь рынок — 1 099 400 ед. (100%)

Январь—сентябрь 2016 г.

Весь рынок — 953 001 ед. (100%) (–13,3%)

Продажи импортированных новых иномарок сократились на 23,0 % до 172,9 тыс. ед., а их доля на рынке убавилась с 20,4 % в январе—сентябре 2015 года до 18,1 % по итогам января—сентября 2016 года. Ввоз подержанных машин импортёрами не играет сколько-нибудь заметной роли на рынке.

Для справки:

1. По данным Ассоциации Европейского Бизнеса, совокупный объём дилерских продаж новых легковых и лёгких коммерческих автомобилей в России в январе—сентябре 2016 года составил 1 020 932 ед., что на 14,4 % меньше, чем в январе—сентябре 2015 года (1 193 244 ед.);

2. Импорт легковых автомобилей физическими лицами, не принимаемый в расчёт рынка, составил в январе—сентябре 2016 года 12 259 ед. против 25 127 ед. годом ранее; из них на подержанные автомобили пришлось 11 212 ед. и 23 056 ед. соответственно.

РЫНОК ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ, ВКЛЮЧАЯ МАЛОТОННАЖНЫЕ

СТРУКТУРА РОССИЙСКОГО РЫНКА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ ПО ПРОИСХОЖДЕНИЮ

Январь—сентябрь 2015 г.

Весь рынок — 92 138 ед. (100%)

Январь—сентябрь 2016 г.

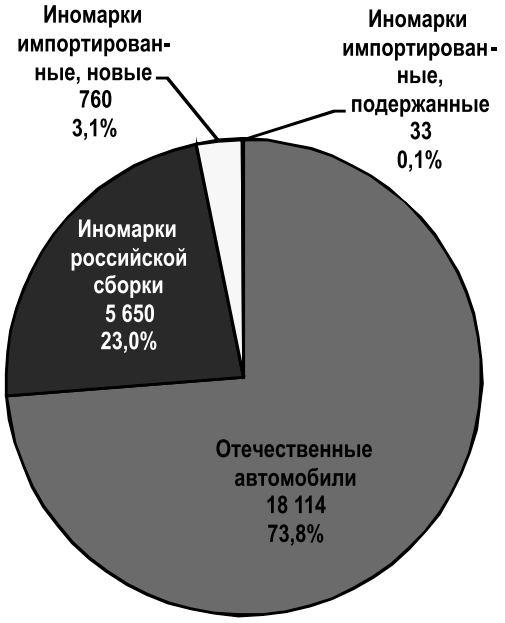
Весь рынок — 99 767 ед. (100%) (+8,3%)

Для справки: импорт грузовых автомобилей физическими лицами за девять месяцев 2016 г. составил всего 497 ед., из них 267 ед. новые (девять месяцев 2015 года — 1085 ед., из них 579 ед. новые), эти автомобили не включены в расчёт рынка.

РЫНОК АВТОБУСОВ, ВКЛЮЧАЯ МИКРОАВТОБУСЫ

СТРУКТУРА РОССИЙСКОГО РЫНКА АВТОБУСОВ ПО ПРОИСХОЖДЕНИЮ

Январь—сентябрь 2015 г.



Весь рынок — 24 557 ед. (100%)

Январь—сентябрь 2016 г.

Весь рынок — 25 961 ед. (100%) (+5,7%)

Для справки: импорт новых автобусов физическими лицами за девять месяцев 2016 г. — 447 ед. (девять месяцев 2015 г. — 445 ед.), эти автобусы не включены в расчёт рынка.

УДК 621.436

ПРИРОДНЫЙ ГАЗ КАК НАИБОЛЕЕ ВЫГОДНОЕ МОТОРНОЕ ТОПЛИВО

Д-р техн. наук **МАРКОВ В.А.**,
кандидаты техн. наук **ПОЗДНЯКОВ Е.Ф.** и **ШАТРОВ В.И.**
МГТУ имени Н.Э. Баумана (917.584-49-54)

Показаны преимущества использования природного газа в качестве моторного топлива. Проведён анализ проблем, возникающих при адаптации дизельных двигателей к работе на природном газе. Описана дизель-генераторная установка, работающая на природном газе с запальной дозой дизельного топлива. Проведены экспериментальные исследования этой дизель-генераторной установки. При переводе исследуемого двигателя с дизельного цикла на газодизельный отмечено улучшение его экологических показателей.

Ключевые слова: *дизельный двигатель, газодизельный двигатель, природный газ, запальная доза дизельного топлива, дизель-генераторная установка, экологические показатели.*

Markov V.A., Pozdn'yakov E.F., Shatrov V.I.
USING NATURAL GAS AS MOTOR FUEL

Advantages of using natural gas as motor fuel are shown. Analysis of problems occurring by adapting diesel engines functioning on natural gas is carried out. A diesel generator set powered by natural gas with a pilot dose of diesel fuel is described. Experimental studies of this diesel generator set are carried out. When converting the investigated diesel engine from a diesel cycle to a gas diesel cycle, improvement of its ecological indicators is stated.

Keywords: *diesel engine, gas diesel engine, natural gas, pilot dose of diesel fuel, diesel generator set, ecological indicators.*

Альтернативные моторные топлива (природный и нефтяной газы, синтетические топлива, получаемые из природного газа, угля и других углеводородных ресурсов, биодизельное топливо, биоэтанол, биогаз, водород) находят всё более широкое применение на транспортной, сельскохозяйственной и специальной технике. Например, в странах ЕС к 2020 г. планируется перевести на них ~25 % автомобильного парка. Причём наиболее перспективным из них остается природный газ. И тому есть много причин. Во-первых, его разведанных запасов должно хватить, по расчётам специалистов, как минимум на 70 лет; во-вторых, практически все страны уже имеют неплохо отлаженные сети его транспортировки по газопроводам; в-третьих, он позволяет с гораздо меньшими затратами труда, времени и денег выполнять всё более ужесточающиеся требования к токсичности отработавших газов ДВС; в-четвертых, с экологической точки зрения он эффективен как в бензиновых двигателях, так и в дизелях. Причём особенно именно во втором случае, т.е. на дизельных АТС, для которых, как известно, характерны в силу их большой мощности очень большие массы таких выбросов. Дело в том, что используемые в двигателях газовые топлива — природный газ (метан) и сжиженный нефтяной газ (пропан и его смеси с бутаном) — при нормальных условиях находятся в газообразном состоянии. Поэтому при работе ДВС на этих топливах отмечается существенное улучшение процесса смесеобразования, поскольку топливо и окислитель (воздух) находятся в одном агрегатном состоянии, а значит, топливовоздушная смесь сразу же оказывается гомогенной, а следовательно, происходит её более полное сгорание, чем в случае смеси воздуха с жидким топливом. Кроме того, распределение значений коэффициента избытка воздуха α по объёму камеры сгорания получается более равномерным, что исключает появление локальных зон с низким α и высокими температурами сгорания, являющихся, как известно, основным источником образования оксидов азота. В итоге, скажем, у дизеля, работающего на газовом топливе, содержание этого одного из самых вредных веществ в отработавших газах получается в 2—2,5 раза ниже, чем при работе на дизельном топливе. В-пятых, газообразные топлива не содержат высокомолекулярных углеводородов, в том числе и канцерогенных ароматических, склонных к образованию сажевых частиц в цилиндрах, поэтому при работе на них отмечается практически полное отсутствие дымности выхлопа, а также очень незначительное содержание одного из наиболее токсичных выбросов — канцерогенного бенз(*а*)пирена.

Правда, в отношении монооксида углерода и легких несгоревших углеводородов картина не столь яркая: при переводе дизеля на природный газ их выброс получается примерно таким, как у бензинового двигателя, а при переводе на сжатый нефтяной газ выброс несгоревших углеводородов становится даже больше, чем у бензинового двигателя.

Таким образом, с экологической точки зрения природный газ (метан) и нефтяной газ (пропан-бутановые смеси) являются более чистыми моторными топливами, чем традиционные жидкие топлива — бензин и дизельное топливо. Особенно по выбросам сажи, бенз(*а*)пирена и оксидов азота. А что касается пари "природный/нефтяной газы", то здесь выигрывает именно газ природный. Во-первых, его значительно больше; во-вторых, Постановление № 31 Правительства РФ от 15 января 1993 г. установило, что стоимость 1 м^3 этого газа при его использовании в качестве моторного топлива не должна превышать 50 % стоимости 1 кг бензина А-76 (при примерно одинаковом энергосодержании этих количеств газового и жидкого топлива). Это делает привлекательным использование природного газа для городского автотранспорта, а также для производства электроэнергии на дизель-генераторных установках, в которых в качестве привода используются автотракторные двигатели.

Экономический интерес представляет и то, что газовые двигатели обычно создаются на базе серийно выпускаемых двигателей, работающих на жидком топливе — такое конвертирование практически не удорожает АТС.

Таковы общие закономерности. Они довольно подробно описаны во многих публикациях. Однако в этих

публикациях крайне мало говорится о зависимости данных закономерностей от режимов работы ДВС и прежде всего — его нагрузки, что значительно снижает их научную и практическую ценность.

Чтобы заполнить данный пробел, авторы решили провести серию экспериментальных исследований, объектом которых стал широко применяемый у нас дизель Д-243 (4 Ч 11/12,5) производства Минского моторного завода, конвертированный на природный газ, который воспламеняется от запальной дозы дизельного топлива. Эксперименты проводились на созданном для этой цели стенде, основу которого составила серийно выпускаемая ММЗ дизель-генераторная установка, вырабатывающая переменный электрический ток, на которую вместо штатного ТНВД было установлено ТНВД с двумя регуляторами подачи газа и запального дизельного топлива, и впускная система с газовоздушным смесителем. При этом основными элементами доработанного ТНВД были как серийные корпус ТНВД, плунжерные пары, механический регулятор, так и новые рычаг переключения режимов работы двигателя "дизель—газодизель", двухступенчатый газовый редуктор, газовый электромагнитный клапан, коллектор каналов разгрузочной камеры газового редуктора, экономайзер газового редуктора, вакуумный корректор, всережимный газодизельный регулятор, дозатор газа, вакуумный корректор запальной дозы дизельного топлива, рычаг ограничителя этой дозы.

Вторая часть дизель-генераторной установки, устанавливаемой на стенд, не дорабатывалась. Это электрический генератор переменного тока типа *ECO-ECP* итальянской фирмы "Рина". Вырабатываемая им электроэнергия потреблялась тремя тепловентиляторами, максимальная мощность каждого из которых составляет 12 кВт, а минимальная — 6 кВт. Благодаря этому на стенде можно было реализовать шесть (0, 6, 12, 18, 24, 30 и 34 кВт) нагрузочных режимов.

При экспериментах, как обычно в таких случаях, измерялась эффективная мощность N_e двигателя и частота n вращения его коленчатого вала, расходы воздуха ($G_в$), жидкого ($G_т$) и газообразного ($G_г$) топлива в исследуемом дизеле, а также некоторые дополнительные параметры, необходимые для вычисления показателей топливной его экономичности, дымности и токсичности отработавших газов и т.д. Делалось это с помощью хорошо известных измерительных приборов и устройств. Например, дымность отработавших газов измерялась с помощью дымомера "Инфракар Д1.01", выпускаемого московским "Западприбором", концентрации нормируемых токсичных компонентов (оксидов азота, монооксида углерода и лёгких несгоревших углеводородов) — его же газоанализатором "Инфракар 5М-3.01".

Стенд позволял проводить исследования дизеля на режимах предельной регуляторной характеристики, формируемой регулятором при частоте вращения коленчатого вала n = 1500 мин$^{-1}$, которые являются штатными режимами данной дизель-генераторной установки.

При этом наклон характеристики (т.е. степень её неравномерности) был равен 3,7 % при одном и том же угле θ опережения впрыскивания, равном 13° п.к.в. Указанный наклон регуляторной характеристики при частоте n вращения коленчатого вала на режиме полной нагрузки (N_e = 36 кВт), т.е. примерно 1500 мин$^{-1}$, определяет и частоту вращения на режиме холостого хода (N_e = 0 кВт) — 1550 мин$^{-1}$.

Испытания проводились при двух вариантах работы — чисто дизельном (только на дизельном топливе) и газодизельном циклах.

(*Продолжение следует.*)

УДК 621.436.01

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ И ТОКСИЧНОСТИ ВЫБРОСОВ ДИЗЕЛЯ, РЕГУЛИРУЕМОГО ИЗМЕНЕНИЕМ РАБОЧЕГО ОБЪЁМА НА РЕЖИМАХ МАЛЫХ НАГРУЗОК

Д-р техн. наук **ПАТРАХАЛЬЦЕВ Н.Н.**,
канд. техн. наук **ОЩЕПКОВ П.П., БЕХДЖУЙАН ХОССЕЙН**
РУДН (8-915-278-54-06)

Приводятся результаты расчётно-экспериментального исследования возможностей повышения экономических и экологических показателей работы автомобильного дизеля в условиях малых нагрузок и холостых ходов.

Ключевые слова: *дизель, режимы малых нагрузок, экономичность, экологичность режимов малых нагрузок, отключение цилиндров или циклов, изменение, регулирование рабочего объёма двигателя.*

Patrakhaltsev N.N., Oschepkov P.P., Behjouyan Hosseyn (Iran)
THE ESTIMATION OF INDICES OF ECONOMY AND TOXICITY OF ESCAPE GASES OF DIESEL WITH VARIABLE DISPLACEMENT ON LOW LOAD REGIMES

There presented some opportunities in arising of economy and decreasing of toxicity of vehicular engines in conditions of exploitation, which for long time are working on low loads and idle.

Keywords: *diesel, regimes of low loads, fuel economy, toxicity, smoky of escape gases.*

Автомобильный ДВС в нынешних условиях эксплуатации, особенно в городских транспортных потоках, весьма значительную часть времени работает на режимах малых нагрузок и холостых ходов, т. е. при низких коэффициентах нагрузки. Из-за этого существенно возрастают его удельные эффективные, часовые и путевые расходы топлива, а также токсичность его отработавших газов. Кроме того, увеличивается скорость нагарообразования на поверхностях камеры сгорания и деталях ГРМ, что ещё больше усугубляет положение с его экономическими и экологическими показателями и надёжностью. Но в последние годы специалисты и производители автомобильной техники стали всё больше уделять внимание ДВС, работающим с отключением цилиндров. В связи с этим у авторов данной статьи возник вопрос: а не решает ли эту проблему отключение цилиндров?

Чтобы ответить на него, авторы провели специальное расчётное исследование, объектом которого был взят дизель автомобиля "Фольксваген Гольф". И взят по следующим соображениям. Во-первых, фирма не делает секрета из характеристик своих изделий; во-

вторых, данный автомобиль — дизельный, а дизель, как известно, при работе выбрасывает практически все нормируемые вредные вещества. Главным, заставившим проводить исследования, был следующий факт: о степени влияния отключения цилиндров на удельные и суммарные расходы топлива, содержание токсичных компонентов в отработавших газах и их дымность материалов опубликовано много. Тем не менее производители ДВС не хотят рисковать: эти материалы их не очень-то убеждают. А вот если окажется, что отключение цилиндров решает в какой-то мере проблему расхода топлива и чистоты городской атмосферы, то их интерес, безусловно, возрастёт.

При исследовании авторы использовали универсальные (многопараметровые) характеристики дизелей, содержащие параметрические кривые постоянных удельных эффективных расходов g_e топлива, объёмных концентраций C_i или удельных выбросов e_i вредных веществ, в том числе оксидов азота (C_{NOx} и e_{NOx}), монооксида углерода (C_{CO} и e_{CO}), углеводородов (C_{CH} и e_{CH}) и сажи (C_C и e_C) в функции среднего эффективного давления P_e (или эффективного крутящего момента M_e) и частоты n вращения коленчатого вала. Но видоизмененные. Дело в том, что среднее эффективное давление P_e по своему физическому смыслу может относиться либо к одному цилиндру, либо ко всему двигателю при его работе на всех цилиндрах. При отключении части цилиндров его, строго говоря, применять нельзя. То же самое можно сказать и в отношении M_e, так как все сравнения показателей полноразмерного двигателя и двигателя с отключением цилиндров происходят в условиях, когда развиваемые двигателем моменты M_e в обоих случаях одинаковы.

Известен и еще один показатель: удельная мощность двигателя. Он представляет собой отношение развиваемой мощности к рабочему объёму iV_h полноразмерного двигателя (N_e/iV_h) или его активному рабочему объёму zV_h, (N_e/zV_h), где I и z — число активных цилиндров в первом и втором случаях. Однако и он в качестве ординаты многопараметровой характеристики применим лишь для случаев жёсткой связи мощности с частотой вращения коленчатого вала, что для автомобильного дизеля характерно.

Но выход из данного положения есть. И он состоит в следующем. При сравнении полноразмерного двигателя с двигателем, у которого часть цилиндров отключены, фактически регулируемым параметром является активный рабочий объём, а сравнения показателей работы проводятся при одном условии: оба варианта двигателя выполняют одинаковую полную работу ($L_{полн}$) при одинаковой частоте вращения коленчатого вала. Поэтому в качестве ординаты многопараметровой характеристики можно и следует принять удельную работу $L_{уд}$, выполняемую двигателем. Такой подход вполне рационален: в случаях когда данная характеристика задана в координатах p_e — n, доработка универсальной характеристики для полноразмерного двигателя осуществляется по формуле № 1 (см. таблицу), а для двигателя с частью отключённых цилиндров — по формуле № 2. В случаях же, когда характеристика задана в координатах M_e — n, значение $L_{полн}$ дает формула № 3. То есть замена ординаты p_e или M_e на $L_{уд}$ на имеющейся, обычно полученной экспериментально многопараметровой характеристике особого труда не составляет. Если, конечно, принять, что абсолютные значения механических потерь в полноразмерном варианте двигателя и вариантах с отключаемыми цилиндрами не зависят от нагрузки, а зависят только от частоты вращения коленчатого вала [1].

Именно таким подходом воспользовались авторы, занявшись исследованием рассматриваемой проблемы. При этом в качестве объекта исследования был взят, повторяем, четырехцилиндровый дизель автомобиля "Гольф" фирмы "Фольксваген" [2], имеющий следующие характеристики: $N_{e.ном}$ = 36,6 кВт (500 л. с.), $M_{e.ном}$ = 69,9 Н · м при $n_{ном}$ = 5000 мин$^{-1}$, D/S = = 7,65/8,15, iV_h = 1,5 л.

Универсальная (многопараметровая) характеристика этого дизеля по удельному расходу топлива, снабжённая в соответствии с предлагаемой авторами методикой, ординатой удельной работы $L_{уд}$, приведена на рис. 1. На нём, кроме того, показана также опубликованная фирмой характеристика $M_c = f(n)$ установившихся режимов нагрузки полноразмерного двигателя при движении автомобиля на четвёртой передаче с разными постоянными скоростями. Она представляет собой изменение момента M_e сопротивления, приведённого к валу отбора мощности дизеля, и тоже перестроена с ординаты M_e на ординату $L_{уд}$. На ней же нанесены характеристики той же нагрузки двигателя, но с частью $z = 3$ и $z = 2$ отключённых цилиндров при выполнении тех же режимов движения. Показаны на этом рисунке (жирные линии) и характеристики — ре-

№	Формула	Примечание
1	$L_{полн} = 500 p_e iV_h$ $L_{уд} = 500 p_e$	p_e — среднее эффективное давление, V_h — рабочий объём цилиндра, i и z — полное число цилиндров двигателя и число активных цилиндров
2	$L_{уд} = 500 p_e iV_h/(zV_h)$	
3	$L_{уд} = 2\pi M_e$	M_e — эффективный крутящий момент
4	$\Delta g_e = ((g_{e.i} - g_{e.z})/g_{e.i}) \cdot 100$ %	$g_{e.i}$ и $g_{e.z}$ — удельные эффективные расходы топлива полноразмерным дизелем и дизелем с числом активных цилиндров z

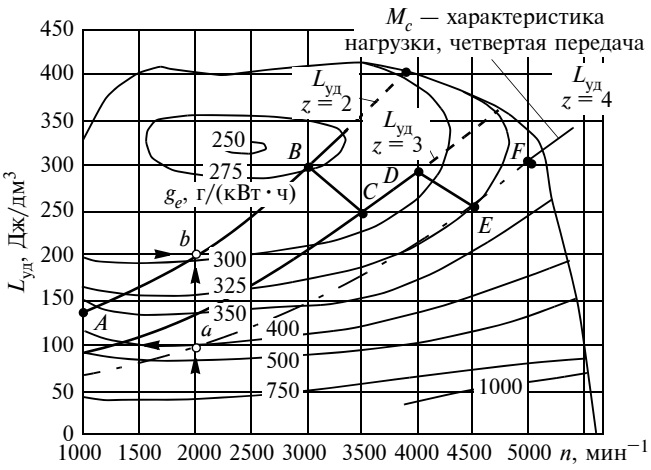


Рис. 1. Универсальная (многопараметровая) характеристика дизеля по удельному расходу топлива (g_e), снабжённая ординатой удельной работы ($L_{уд}$)

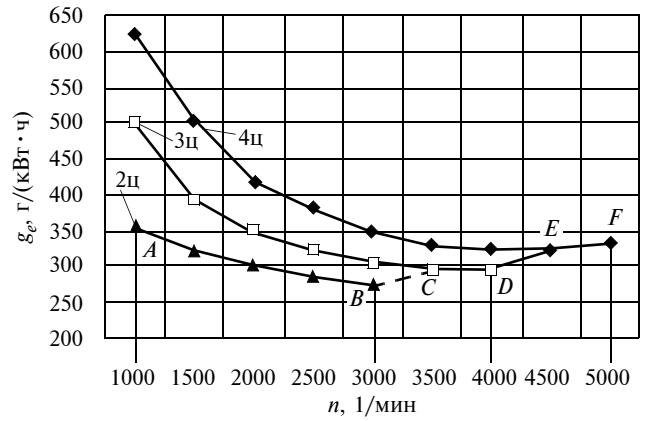


Рис. 2. Зависимость удельного эффективного расхода топлива (g_e) дизеля от частоты вращения коленчатого вала, алгоритма нагружения (на двух, трёх, четырёх цилиндрах) и регулирования изменением рабочего объёма (A—B—C—D—E—F)

комендации регулирования дизеля отключением части цилиндров (при шаге изменения частоты вращения коленчатого вала, равном 500 мин$^{-1}$).

Из рисунка следует, что при реализации установившихся режимов движения с нагрузкой $M_c = f(n)$ полноразмерным двигателем (его мощность изменяется от 1,7 до 37,5 кВт) возможность повысить его топливную экономичность, отключая часть его цилиндров, имеется. При этом на участке *A—B* целесообразно работать на двух цилиндрах, на участке *B—C* необходимо включать третий цилиндр (z = 3) и работать на них на участке (*C—D*), т.е. до ~4000 мин$^{-1}$, а в начале участка *D—E* включать четвёртый цилиндр, т.е. переходить на полноразмерный вариант дизеля, работающего по характеристике *E—F* до 5000 мин$^{-1}$.

Таким образом, можно говорить о регулировании дизеля реализацией разных алгоритмов регулирования, зависящих от уровня малой нагрузки — на всех четырёх цилиндрах (4ц), на трёх (3z) и четырёх (4z), и на двух (2z).

На рис. 1 показан также пример определения величин g_e. Допустим, что полноразмерный дизель работает с малой нагрузкой M_e = ~24 Н · м, составляющей ~34 % номинального её значения при n = 2000 мин$^{-1}$. При этом выполняемая им удельная работа $L_{уд}$ составляет 100 Дж/дм^3 (точка "*a*") и g_e = 400 г/(кВт · ч). При отключении двух цилиндров и том же нагрузочном режиме удельная работа составит ~200 Дж/дм^3, а g_e снизится до 300 г/(кВт · ч) (точка "*b*"), т.е. уменьшится на 25 %.

Влияние отключения цилиндров на экономичность реализуемых режимов иллюстрируют рис. 2 и 3: на первом из них показано подсчитанное по формуле № 4 изменение удельных эффективных расходов g_e топлива при работе дизеля на тех же скоростных и нагрузочных режимах, что и полноразмерный его вариант, на втором — изменение часовых расходов $G_т$ топлива при работе в тех же условиях.

Как видим, относительные снижения удельных эффективных расходов топлива при работе на тех же нагрузочных режимах, что и полноразмерный дизель, в случае работы на двух цилиндрах при частотах вращения коленчатого вала 1000...3000 мин$^{-1}$ достигают 22...42 %, а на трёх цилиндрах — при n = 1000...4000 мин$^{-1}$ — 10...20 %. Однако при более высоких частотах вращения и заданных выше режимах нагружения выигрыша (экономии) в расходе топлива нет, так как дизель на этих режимах может работать только на всех четырёх цилиндрах. Что же касается часового расхода в этих условиях, то здесь картина такая. При реализации режимов нагружения $M_c = f(n)$ на полноразмерном дизеле его средний часовой расход топлива составил 5,15 кг/ч, при работе по алгоритму 3ц-4ц он оказывается равным 4,85 кг/ч, а при реализации алгоритма 2ц-3ц-4ц — 4,7 кг/ч. То есть второй экономичнее первого на 5,9 %, а третий − на 8,8 %. Но при этом следует учитывать то обстоятельство, что значения Δg_e подсчитывались по формуле № 4, расчет по которой справедлив лишь для случаев идеального протекания процессов отключения — включения

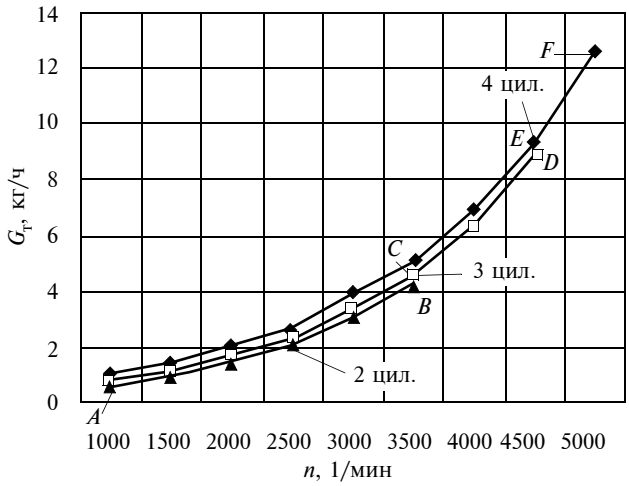


Рис. 3. Зависимость часового расхода топлива дизелем от частоты вращения коленчатого вала, алгоритма нагружения (на двух, трёх, четырёх цилиндрах) и регулирования изменением рабочего объёма (A—B—C—D—E—F)

цилиндров, т.е. при мгновенном протекании этих процессов и отсутствии каких-либо ограничений на проведение такого регулирования. Сравнение же с опубликованными фирмой "Фольксваген" экспериментальными данными показывает, что расчётные значения g_e и $G_т$ реально должны быть уменьшены на 10...20 %. Это означает, что отключением части цилиндров получить большую экономию топлива при больших нагрузках невозможно.

(*Продолжение следует.*)

Литература

1. Регулирование дизеля изменением его рабочего объёма / Н.Н. Патрахальцев, С.В. Страшнов, И.С. Мельник, Б.А. Корнев // Тракторы и сельхозмашины. — 2012. − № 1. — С. 19—22.
2. Мельник И.С. Регулирование транспортных дизелей изменением их рабочих объёмов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. 05.04.02. Москва. — 2013. — 18 с.
3. Hofbauer Peter. Der Dieselmotor fur das Kompaktaute VW Golf. Teil 2. (Дизель для легкового автомобиля *VW Golf*). Часть 2. // MTZ. — 1977. — 38. − № 7—8. — С. 301—306.
4. Кульчицкий А.Р. Токсичность патомобильных и тракторных двигателей: Учебное пособие для высшей школы. — 2-е изд., испр. и доп. — Академический Проект. — 2004. — 400 с.

УДК 681.11.031.12, 62-573.2

СУПЕРКОНДЕНСАТОРНЫЕ СИСТЕМЫ ПУСКА ДВС

ХОРТОВ В.П., СКВОРЦОВ А.А., ЗУЕВ С.М., ВОРОЖЕЙКИН В.В.

Университет машиностроения (МАМИ)

skvortsovAA2009@yandex.ru

В работе рассмотрены возможности применения суперконденсаторов в системах пуска двигателя внутреннего сгорания. Рассчитаны характеристики совместной работы аккумулятора и суперконденсатора. Даны рекомендации по количественному соотношению ёмкостей и энергий аккумуляторов автомобильных пусковых систем и применяемых в них суперконденсаторов.

Ключевые слова: *двигатель внутреннего сгорания, пуск, аккумулятор, суперконденсатор, энергия, электроёмкость.*

Khortov V.P., Skvortsov A.A., Zuev S.M., Vorozeykin V.V.

SYSTEMS START THE ENGINE WITH SUPERCAPACITORS

The paper discusses possible applications of supercapacitors in systems of start of the internal combustion engine. The calculated characteristics of the joint of the battery and supercapacitor. Recommendations on the quantitative ratio of the capacities and energies of automotive batteries, starting systems and use them in supercapacitors.

Keywords: *internal combustion engine, the start battery, supercapacitor, energy, capacity.*

Общеизвестно, что пуск любого ДВС в условиях низких температур крайне затруднен. Так, по данным Министерства обороны РФ при температуре −40 °С до 40 % двигателей имеют проблемы с пуском. Причины этого очевидны: повышенная вязкость моторных масел, ухудшение воспламеняемости топлив и т.д. Положение усугубляется тем, что современные кислотные свинцовые аккумуляторные батареи при снижении температуры существенно увеличивают своё внутреннее сопротивление. Например, при падении температуры с +25 до −25 °С оно увеличивается почти в 3 раза.

Поэтому на транспортных средствах приходится устанавливать чудовищные по массе и энергии аккумуляторные батареи (к примеру, батарея 6СТ-190 имеет массу 60 кг и энергию 24 МДж, хотя для пуска ДВС машины, оборудованной такой батареей, требуется 0,1 % этой энергии), которые проблему до конца всё равно не решают.

В последнее время всё чаще появляются сообщения о применении суперконденсаторов в системах пуска ДВС параллельно с аккумуляторными батареями. Действительно, если батарея не может отдать накопленную энергию с необходимой мощностью, то конденсаторы способны её отдать почти мгновенно. Однако разберемся подробно в процессах, происходящих в таких гибридных системах высокой мощности "суперконденсатор—аккумуляторная батарея".

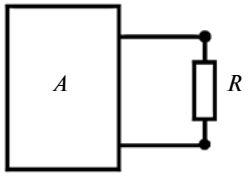


Рис. 1. Схема классического двухполюсника:
A — обобщённая электрическая схема; *R* — выделенная электрическая ветвь

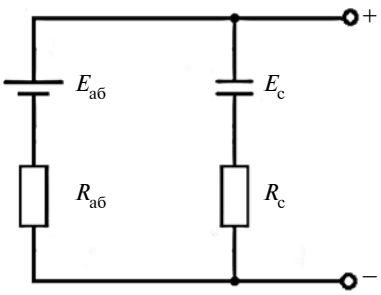


Рис. 2. Базовая электрическая схема аккумуляторной батареи и присоединенного к ней суперконденсатора

В любой электрической схеме всегда можно мысленно выделить какую-нибудь одну ветвь, а остальную часть схемы, независимо от её структуры и сложности, изобразить в виде некоторого прямоугольника (рис. 1). По отношению к выделенной цепи, содержащей сопротивление *R*, вся схема, обозначенная прямоугольником, представляет собой так называемый двухполюсник. (При наличии источника ЭДС в двухполюснике, он называется "активным", и в прямоугольнике ставится буква "А", а без ЭДС — "пассивным" и ставится буква "П".) Базовая электрическая схема аккумуляторной батареи и присоединённого к ней суперконденсатора представлена на рис. 2. А её эквивалентная схема — на рис. 3. Часто вместо двухполюсника изображают эквивалентную схему ЭДС, которая называется "схема Гельмгольца—Тевенена". Рассмотрим, как передается энергия от активного двухполюсника к нагрузке.

Из теоретических основ электротехники известно, что если нагрузка *R* подключена к активному двухполюснику, то через нее пойдет ток, соответствующий формуле 1 (табл. 1). В этой нагрузке будет выделяться мощность, соответствую-

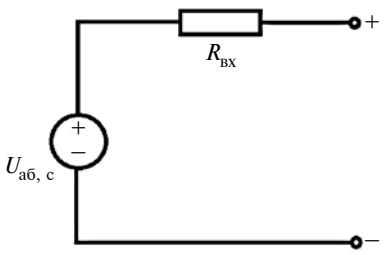


Рис. 3. Эквивалентная схема (Гельмгольца—Тевенина) базовой электрической схемы аккумуляторной батареи и присоединенного к ней суперконденсатора

щая формуле 2. Определим, каково должно быть соотношение между сопротивлением нагрузки R и входным сопротивлением двухполюсника $R_{вх}$, чтобы в нагрузке выделялась максимальная мощность. Для этого найдём первую производную P по R и приравняем её нулю (формула 3). Отсюда следует: максимальную мощность двухполюсник может отдавать только при равенстве входного сопротивления двухполюсника и нагрузки (формула 4).

Если найти вторую производную $\frac{d^2P}{dR^2}$, то можно увидеть, что она отрицательна и что выражение (4) соответствует максимуму функции $P = f(R)$. Подставив выражение (4) в формулу (2), получаем максимальную мощность, которую можно получить от двухполюсника в нагрузке (формула 5). В то же время мощность в выражении (2) — полезная, а полная мощность, выделяемая двухполюсником $P_п$, определяется уравнением 6. Тогда коэффициент полезного действия η определяется по формуле 7. При $R = R_{вх}$ получаем $\eta = 0{,}5$.

Таким образом, надёжный пуск ДВС во всем диапазоне рекомендованных температур при эксплуатации автотракторной техники в основном сводится к согласованию нагрузок, т.е. выходного сопротивления двухполюсника (в нашем случае сопротивления аккумуляторной батареи либо аккумуляторной батареи, соединенной параллельно с суперконденсатором и сопротивлением нагрузки, т.е. с электростартером).

Если сопротивление обмотки электростартера при изменении наружной температуры практически не изменяется, то, как уже выше отмечалось, внутреннее сопротивление аккумуляторной батареи может существенно увеличиться. В табл. 2 представлены сопротивления некоторых электростартеров и аккумуляторных батарей при положительных и отрицательных температурах. Как видим, все системы пуска, применяемые в настоящее время, не соответствуют условию отдачи максимальной мощности при низких температурах, так как сопротивление аккумуляторных батарей в 2—3 раза выше согласованного по стартеру. И поэтому пуск не приходится считать надёжным.

По данным японских специалистов, потребности двигателя в энергии для пуска при низких температурах увеличиваются втрое. В то же время энергия, отдаваемая аккумуляторной батареей, при снижении температуры из-за повышения вязкости электролита также снижается примерно в 3 раза. Кроме того, при разряде батареи большими токами из-за физико-химических проблем аккумулятор также снижает свою отдачу почти в 3 раза. В итоге получается, что при низких температурах, по сравнению с положительными, надёжность пуска снижается в 27 раз. Именно поэтому на транспортные средства и устанавливают-

Таблица 1

№	Формула	Примечания
1	$I = \frac{U_{аб}}{R + R_{вх}}$	$U_{аб}$ — ЭДС в двухполюснике, В; $R_{вх}$ — внутреннее сопротивление двухполюсника, Ом; R — сопротивление нагрузки, Ом
2	$P = I^2R = \frac{U_{аб}^2}{(R + R_{вх})^2} R$	—
3	$\frac{dP}{dR} = \frac{(R + R_{вх})^2 - 2R(R + R_{вх})}{(R + R_{вх})^4}$	—
4	$R = R_{вх}$	—
5	$P_{max} = \frac{U_{аб}^2}{4R_{вх}}$	—
6	$P_п = U_{аб}I = \frac{U_{аб}^2}{R_{вх} + R}$	—
7	$\eta = \frac{P}{P_п} = \frac{R}{R + R_{вх}}$	—
8	$C = (S/d)\varepsilon\varepsilon_0$	S — площадь слоя, м^2; d — толщина диэлектрика, м; ε — диэлектрическая проницаемость электролита, ε_0 — диэлектрическая проницаемость в вакууме
9	$R_{аб} = \frac{U}{10C_{аб}}$	U — напряжение аккумуляторной батареи, В; $C_{аб}$ — емкость аккумуляторной батареи, А · ч
10	$R_{вн} = \frac{U}{10C_c}$	U — напряжение конденсатора, В; C_c — емкость конденсатора, Ф
11	$R_{стартера} = \frac{R_б + R_с}{R_б R_с}$	—
12	$\frac{U}{10C_{аб}} = \frac{U}{10C_c}$	—
13	$R_{общ} = \frac{R_б R_с}{R_б + R_с}$	—

ся аккумуляторы с очень большой энергией.

На первый взгляд, проблема пуска ДВС решается довольно просто, особенно в связи с вышеизложенными выводами: подключай к аккумулятору конденсатор, и надёжный пуск обеспечен, поскольку внутреннее сопротивление такого гибридного источника может быть легко согласовано с нагрузкой. Однако конденсатор должен обладать ещё и некоторой энергией, чтобы совместно с батареей питать электростартер во время пуска. Эта энергия значительна и составляет тысячи джоулей, так как электростартер большой мощности работает в процессе пуска до 10, а в дизелях до 15 секунд за одну попытку.

По количеству накопленной энергии на единицу массы конденсатор характеризуется понятием удельной энергоёмкости (Дж/г). Как известно, все конденсаторы состоят из двух электродов, разделённых диэлектриком. В зависимости от типа диэлектрика они и носят свои названия, например "бумажные", "слюдяные", "воздушные", "плёночные" и т.д. Однако энергоёмкость всех "традиционных" конденсаторов настолько мала (0,01—0,1 Дж/г), что они не пригодны для использования в системах пуска: масса их превысила бы массу нескольких аккумуляторных батарей. Для системы пуска

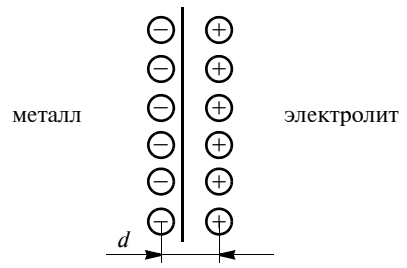


Рис. 4. Двойной электрический слой суперконденсатора

годятся только "молекулярные" — суперконденсаторы.

Принцип работы суперконденсаторов основан на использовании двойного электрического слоя, образующегося при взаимном контакте электрических слоев материалов с разным типом проводимости. Открытый ещё в 1879 г. Гельмгольцем двойной электрический слой долго не находил применения из-за того, что существует до напряжения 0,8 В и реализовать технологически этот эффект довольно сложно, да в этом и не было необходимости. В настоящее время в связи с развитием низковольтной полупроводниковой техники, интерес к этой идее чрезвычайно возрос, и суперконденсаторы начинают выпускаться серийно уже несколькими известными фирмами (южнокорейской "Нескап", американской "Максвелл", российскими "Элеконд" и "Титан Пауэр Солюшн").

Основная особенность суперконденсатора состоит в том, что в нем отсутствует диэлектрик, а двойной электрический слой формируется за счёт сил взаимного притяжения электронов в металле и ионов в электролите между собой, образуя как бы две разнозаряженные обкладки конденсатора (рис. 4).

Как известно, ёмкость конденсатора определяется формулой 8. Так как расстояние между слоями в данном случае соизмеримо с размерами молекул (поэтому их и называют "молекулярными"), ёмкость таких конденсаторов оказалась очень большой (за что они получили свое второе название — "суперконденсаторы"). Эти конденсаторы обладают удельной энергией до 10 Дж/г, что собственно и позволяет применять их в системах пуска ДВС, в ряде случаев заменяя аккумуляторную батарею либо обеспечивая снижение их массы. (Сравнительные характеристики свинцово-кислотных батарей, суперконденсаторов и обычных конденсаторов приведены в табл. 3.) Основные преимущества использования суперконденсаторов следующие: способность 100 % поддержания нагрузки при отключениях напряжения; быстрый заряд/разряд; широкий диапазон рабочих температур (−70÷+70 °С); большой (более 10 лет) срок службы, до миллиона циклов "заряд—разряд"; удар-

Таблица 2

Тип стартера	Номинальная мощность, кВт	Номинальный ток, А	Сопротивление стартера, Ом	Внутреннее сопротивление батареи, Ом, при температуре		Ёмкость батареи, А · ч
				+20 °С	−20 °С	
26.3708	1,15	240	0,0189	0,00833	0,02499	55
СТ221	1,3	260	0,0139	0,00920	0,0276	55
29.3708	1,37	288	0,0133	0,00820	0,0246	55
23.3708	1,62	320	0,0099	0,00827	0,02481	55
СТ230К	1,66	320	0,0118	0,00672	0,02016	90
СТ142	8,1	900	0,0078	0,00578	0,01734	190
25.3708	9,0	900	0,00767	0,00578	0,01734	190
24.3708	3,9	800	0,00388	0,00319	0,00957	215
P-R 9E32	1,32	280	0,0123	0,00814	0,02442	55
"Лукас"	1,2	250	0,0145	0,01	0,03	60
P-R D15E30	11,2	1070	0,0064	0,00672	0,02016	190

ная и вибрационная устойчивость; низкие массогабаритные показатели; отсутствие проблем с утилизацией; отсутствие затрат на обслуживание.

Эти свойства позволили суперконденсаторам занять нишу в транспортной энергетике между аккумуляторами и электролитическими конденсаторами (рис. 5).

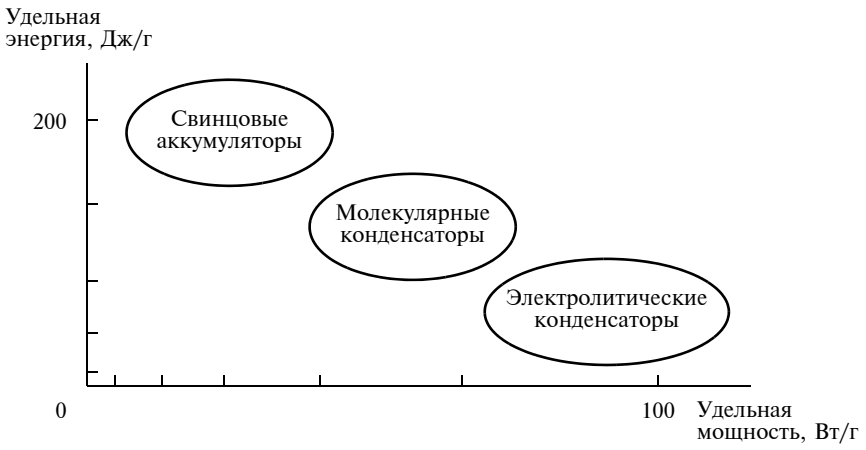


Рис. 5. Область применения молекулярных конденсаторов в качестве накопителей энергии

В настоящее время в кругах специалистов по электрическому и электронному оборудованию автомобилей ведутся большие исследовательские работы по оптимизации систем пуска с суперкондесаторами, т.е. поиску разумного баланса между ёмкостью аккумуляторной батареи и ёмкостью суперконденсатора для его параллельного подключения. В лаборатории кафедры "Энергетическая и транспортная электроника" Московского политехнического университета проведены аналитические расчёты, позволяющие упростить методы подбора суперконденсаторов для систем пуска ДВС. Эти расчёты позволили вывести эмпирические формулы для расчётов внутреннего сопротивления свинцовых аккуммуляторных батарей при низких температурах.

Анализ табл. 2 показывает, что среднее внутреннее сопротивление аккумуляторных свинцовых кислотных батарей при температуре −20 °С можно рассчитывать по эмпирической формуле 9 (см. табл. 1), а сопротивление электростартера составляет при низких температурах как минимум величину, в два раза меньшую, чем сопротивление аккумуляторной батареи. Для согласования нагрузок в системах пуска ДВС необходимо присоединить конденсатор с внутренним сопротивлением, равным сопротивлению аккумуляторной батареи при низких температурах. Анализ всех существующих суперконденсаторов показал, что их внутреннее сопротивление при снижении температуры до −20 °С несколько отличается от сопротивления при положительных температурах и при 12 В соответствует эмпирической формуле 10. Следовательно, при полном согласовании нагрузок в системе пуска для получения её максимальной мощности $R_{нагр}$ должна равняться $R_{ист}$. В нашем случае, так как сопротивление батареи $R_б$ и сопротивление конденсатора $R_с$ соединены параллельно, справедливо уравнение 11. В этом случае мы выбираем для согласования нагрузки сопротивление батареи, равное сопротивлению стартера, и тогда, приравняв формулы (9) и (10), получаем формулу 12, откуда видно, что $C_с = C_б$.

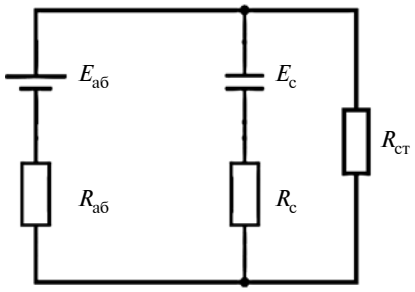


Рис. 6. Базовая электрическая схема двухполюсника с присоединённой нагрузкой $R_{ст}$

Другими словами, в 12-вольтовых бортовых системах пуска ёмкость конденсатора для надёжного пуска при низких температурах в фарадах должна быть равна ёмкости аккумуляторной батареи в А · ч. В бортовых системах на 24 В ёмкость конденсатора в фарадах равна половине ёмкости аккумуляторной батареи в ампер-часах. Таким образом, согласование нагрузки системы пуска ДВС будет соблюдено. Схема простейшей такой системы представлена на рис. 6. Учитывая, что внутренние сопротивления аккумулятора и конденсатора включены параллельно, их общее сопротивление даёт формула 13.

В лаборатории кафедры "Энергетической и транспортной электроники" Московского политехнического университета совместно с фирмой "Титан Пауэр Солюшн" проведены эксперименты по исследованию процесса пуска с использо-

Таблица 3

Параметр	Значения параметров для накопителей энергии		
	Свинцово-кислотная аккумуляторная батарея	Суперконденсатор	Обычный конденсатор
Время заряда	1—5 ч	0,3—30 с	10^{-3}—10^{-6} с
Время разряда	0,3—3 ч	0,3—30 с	10^{-3}—10^{-6} с
Энергия, Вт · ч/кг	10—100	1—10	<0,1
Число циклов "заряд—разряд"	1000	>500 000	>500 000
Удельная мощность, Вт/кг	<1000	<10 000	<100 000
Эффективность заряда—разряда	0,7—0,85	0,85—0,98	>0,95
Ёмкость, Ф		До 6000	До 1

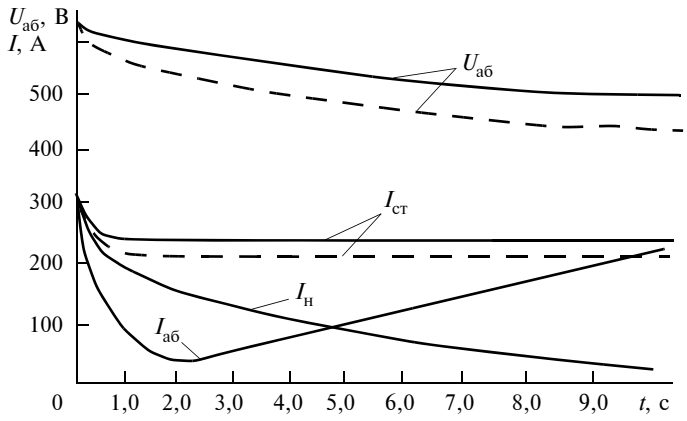


Рис. 7. Пунктирные линии — работа системы пуска без накопителя:
сплошные линии — работа системы пуска с накопителями; $I_н$ — ток накопителя; $I_{аб}$ — ток аккумулятора; $I_{ст}$ — ток стартера; $U_{аб}$ — напряжение на аккумуляторной батарее

ванием суперконденсаторов, подготовленных этой фирмой при параллельной работе их с аккумуляторными батареями при температуре окружающей среды −20 °С. В эксперименте использовались: двигатель ЗМЗ-24, электростартер СТ-230Б, аккумуляторная батарея 6СТ-55, суперконденсатор фирмы "Титан МСКА-54". Результаты представлены на рис. 7.

Как видим, при пуске двигателя без суперконденсатора батарея разряжается током 240 А, а при пуске с суперконденсатором ток в батарее снижается более чем на половину. Остальную часть токовой нагрузки берёт на себя суперконденсатор, и в сумме ток составляет 250 А, что больше, чем при пуске от одной аккумуляторной батареи. Причем напряжение при пуске без накопителя снижается до 10 В, а с накопителем — составляет 11,5 В.

Таким образом, параллельное соединение аккумуляторной батареи и суперконденсатора позволяет: снизить нагрузку на аккумуляторную батарею и увеличить её срок службы в 2—4 раза; осуществлять надёжный пуск ДВС в условиях низких температур (до −40 °С); при работе совместно с предпусковым подогревателем гарантировать пуск прогретого ДВС при разряженной подогревателем или замерзшей АКБ; обеспечить импульсной энергией дополнительные устройства и системы транспортного средства, повысить качество (качество звучания, качество передачи сигнала и т.п.) и надёжность их работы и электрической сети автомобиля в целом; снизить риск выхода из строя элементов электрической сети транспортного средства из-за перегрузки.

Литература

1. Kotz R., Carlen M. Principles and applications of electrochemical capacitors. 2000. Vol. 45, pp. 2483—2498.
2. Conway B.E. Electrochemical Supercapacitors: Scientific Fundamentals and Technological Applications. New York: Kluwer-Plenum, 1999.
3. Лоторейчук Е. Теоретические основы электротехники. М.: Инфра-М, 2016, 320 с.
4. Волков В. Электроника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования. М.: Academia, 2013, 384 с.

УДК 629.113

ИЗМЕНЕНИЕ УГЛОВ КОНСТРУКТИВНОГО НАКЛОНА КОЛЁС ПРИ ДВИЖЕНИИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Д-р техн. наук **БАЛАКИНА Е.В.**, канд. техн. наук **КОЗЛОВ Ю.Н.**, **ТОДОРЕВ А.Н.**
НИЦИАМТ НАМИ, ВолгГТУ (7.8442.24-84-61)

Приведены результаты исследований изменения углов наклона колёс автомобиля при их вертикальном перемещении.

Ключевые слова: *автомобиль, углы отрицательного развала задних колёс, экспериментальная оценка изменений углов наклона колёс при переезде неровностей дороги.*

Balakina E.V., Kozlov Yu.N.,Todorev A.N.
ESTIMATION OF CHANGE OF CONSTRUCTIVE ANGLES INCLINATIONS OF WHEELS AT MOVEMENT OF THE CAR

In clause are stated results of researches of change of angles of an inclination of a car wheels at vertical moving.

Keywords: *the car, cornersofan inclination of back wheels, experimental estimation of changes these corners at orossing through road roughnes.*

Передние управляемые колёса современных автомобилей, как известно, устанавливают либо с нулевым, либо с небольшим — как правило, не превышающим 2° — положительным развалом относительно опорной поверхности. Считается, что он обеспечивает вертикальное положение этих колёс при прямолинейном движении автомобиля по ровной поверхности твёрдой дороги, компенсируя зазоры в шарнирах. Тем самым несколько уменьшается плечо обкатки и значения возмущающих моментов на колёсах, а значит, износ шин и вероятность появления излишней поворачиваемости автомобиля. Той же цели служит и схождение управляемых колёс.

Однако задних колёс данная тенденция долгое время не затрагивала: их не устанавливали с развалом и схождением, хотя в их подвеске есть упругие элементы, по своему действию аналогичные действию зазоров в шарнирах передних управляемых колёс. Поэтому некоторые ведущие автомобилестроительные фирмы стали устанавливать на свои автомобили и задние колёса, имеющие развал и схождение (табл. 1), но развал отрицательный. Они считают, что это улучшает некоторые параметры управляемости и устойчивости движения легкового автомобиля. Подтверждают данный вывод и наши специалисты [2]. Но, к сожалению, никто до сих пор не сказал, какой угол развала неуправляемых задних колёс следует считать оптимальным. Поэтому фирмам приходится решать эту проблему методом проб и ошибок. Чтобы найти какое-то общее

Таблица 1

№	Фирма	Марка, модель	Развал	Схождение
1	"Бэнтли"	"Континентал Флайинг Спур"	−1°25’ (±10’)	+12’ (+5’)
2	БМВ	663С(купе)	−1°30’ (±12’)	0’ (±12’)
		390L	−1°20’ (±15’)	0’ (±4’)
		X70 (M1)	−1°30’ (±15’)	10’ (±6’)
		"Мини"	−1°45’ (±20’)	−0’24’ (±8’)
		560L,X	−2°00’ (±15’)	18’ (±10’)
3	"Крайслер"	"Себринг"	−0°36’ (±6’)	6’ (±5’)
		"Джип Либерти"	−1°06’ (±15’)	0’
		"Додж Нитро"	−0°25’	0’
4	"Дженерал моторс"	"Шевроле TV558"	−1°40’	10’
		"Кадиллак"	−0°54’ (±36’)	0’
5	"Форд"	"Фокус"	−1°30’ (±10’)	0’(±5’)
6	"Киа"	"Спектра"	−1°02’ (±10’)	1,6 мм (±3,0)
7	"Лексус"	IS250 с шинами:		
		205/55R16	−1°01’	3 мм
		245/45R17	−1°14’	3 мм
		255/40R18	−1°14’	3 мм
		IS250 Спорт	−1°14’	3 мм
		RX300 с подвеской		
		пружинной	−0°40’	3 мм
		на пневмо-элементах	−0°58’	3 мм
8	"Мерседес-Бенц"	T245,T169 (B-class)	-1°30’ (−30’)	0’
		CL500	−2°00’ (±30’)	0’
9	"Тойота"	"Авенсис"	−0°54’	3 мм
		"Камри"	−1°00’ (±5’)	4 мм
10	"Хонда"	CR-V	−0°54’	3 мм
		"Джаз"	−1°00’ (±1’)	2 мм (±2 мм)
11	"Ролс Ройс"	"Фантом"	−2°30’	23’
12	"Субару"	"Легаси седан"	−0°45’	0 мм (±3 мм)
		"Легаси вагон"	−0°30’	0 мм (±3 мм)
		"Легаси Аутбэк"	−0°54’	0 мм (±3 мм)
		"Форестер"	−0°50’	2 мм (±3 мм)
		"Форестер турбо"	−0°55’	2 мм (±3 мм)

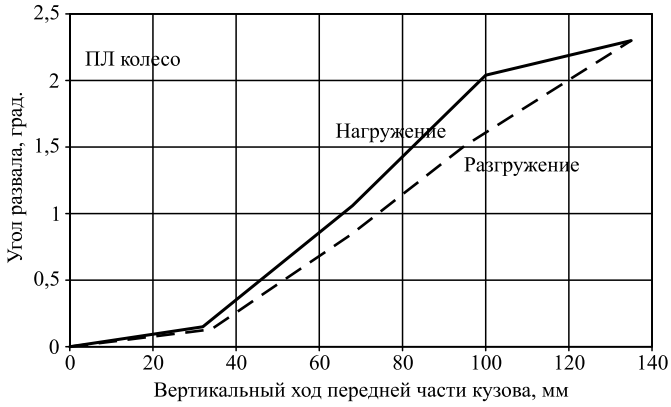


Рис. 1

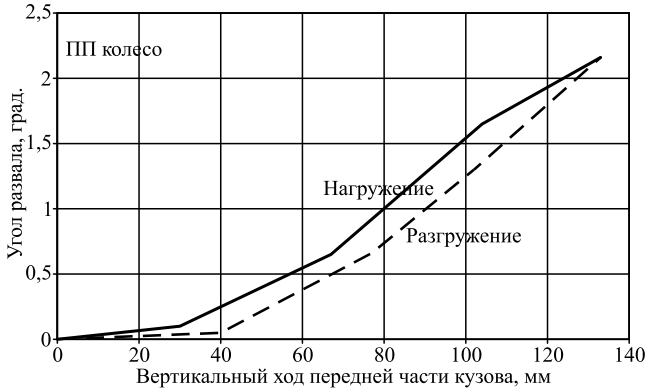


Рис. 2

решение, авторы данной статьи исходят из следующих соображений.

При переезде неровности дороги колесо наклоняется в поперечной вертикальной плоскости. При этом величина такого эксплуатационного наклона определяется кинематикой подвески. Чтобы сохранить положительный эффект от установки задних колёс с отрицательным развалом при появлении такого угла, очевидно, требуется, чтобы он не устранял конструктивного отрицательного развала.

Для определения пределов изменения углов развала колёс при переезде неровностей дороги в НИЦИАМТ "НАМИ" были проведены соответствующие исследования, в качестве объекта которых был взят переднеприводный легковой автомобиль с независимой задней подвеской. В их ходе измерялись и регистрировались 24 параметра, характеризующих положения передних управляемых и неуправляемых колёс и их осей. По результатам замеров были построены графические зависимости изменения текущих углов наклона этих колёс от хода подвески (рис. 1 — для переднего левого колеса, рис. 2 — для переднего правого, рис. 3 — для заднего левого, рис. 4 — для заднего правого колеса). И они весьма любопытны с практической точки зрения.

1. Зависимости угла эксплуатационного наклона от хода подвески для левых и правых колёс отличаются незначительно — лишь на ~0,1 %. Это означает, что боковой наклон дорожного полотна на них фактически не влияет.

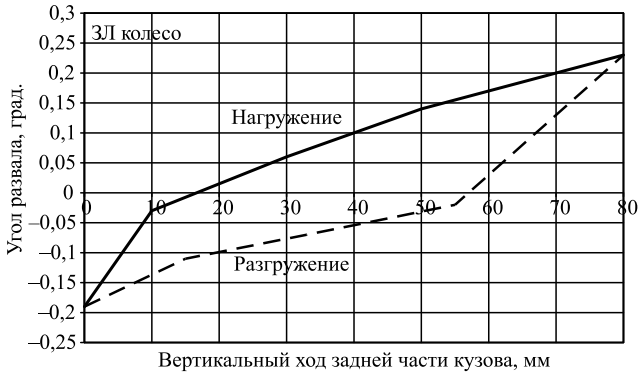


Рис. 3

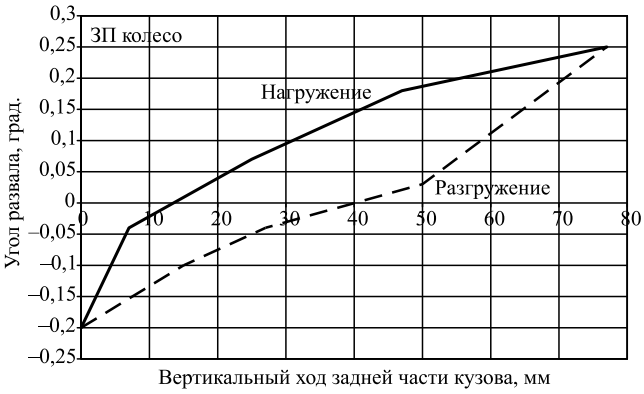


Рис. 4

2. Для передних и задних колёс эти зависимости отличаются ~ в 10 раз, причём большие их значения приходятся на передние колёса. Это связано с кинематической особенностью подвески передних колёс типа "Макферсон".

3. Экспериментальные кривые для левого и правого передних колёс располагаются гораздо ближе друг к другу, чем для задних колёс. Это говорит о том, что и сами передние колёса, и элементы их подвески испытывают очень большие нагрузки как в момент въезда на дорожный выступ, так и в момент съезда с него. У задних же колёс картина другая: для них большую опасность представляет въезд на дорожный выступ. Это подтверждает отношение площадей под соответствующими кривыми.

4. При движении по дороге с малоизношенным асфальтобетонным покрытием как передние, так и задние колёса легкового автомобиля при переезде не-

Таблица 2

Термин	Определение
Развал колеса	Неперпендикулярность плоскости вращения колеса опорной поверхности, заложенная в конструкции автомобиля
Угол развала колеса	Угол между плоскостью вращения колеса и продольной его плоскостью, предусмотренный конструкторской документацией
Положительный развал колёс оси автомобиля	Развал колёс, при котором оси их вращения пересекаются в пределах колеи автомобиля выше его оси
Отрицательный развал колёс оси автомобиля	Развал колёс, при котором оси их вращения пересекаются в пределах колеи автомобиля ниже его оси
Разнонаправленный развал колёс оси автомобиля	Развал колёс, при котором оси их вращения пересекаются выше или ниже оси автомобиля за пределами его колеи или не пересекаются
Одиночный развал колёс оси автомобиля	Развал одного из колёс оси автомобиля
Наклон колеса	Дополнительный развал колеса, который возникает при его движении по неровности опорной поверхности и повороте колеса вокруг оси шкворня, наклонённой в поперечной вертикальной плоскости или при принудительном бортовом автоматическом регулировании
Угол наклона колеса	Дополнительный угол развала колеса, обусловленный его наклоном
Схождение колеса	Неперпендикулярность плоскости вращения колеса продольной плоскости автомобиля, заложенная в его конструкции
Угол схождения колеса	Угол между плоскостью вращения колеса и продольной плоскостью автомобиля, предусмотренный конструкторской документацией
Положительное схождение колёс оси автомобиля	Схождение колёс, при котором их центральные продольные оси пересекаются впереди оси автомобиля, в пределах его колеи
Отрицательное схождение колёс оси автомобиля	Схождение колёс, при котором их центральные продольные оси пересекаются позади оси автомобиля, в пределах колеи автомобиля
Разнонаправленное схождение колёс оси автомобиля	Схождение колёс, при котором их центральные продольные оси пересекаются впереди или позади оси автомобиля за пределами его колеи или не пересекаются
Одиночное схождение колёс оси автомобиля	Схождение одного из колёс оси автомобиля
Поворот колеса	Дополнительное схождение колеса, возникающее при управляемом изменении направления движения автомобиля при колебаниях его управляемых колёс вокруг осей шкворней или при принудительном бортовом автоматическом регулировании
Угол поворота колеса	Дополнительный угол схождения колеса, обусловленный его поворотом

ровностей наклоняются в поперечной вертикальной плоскости на угол меньший, чем 0,1°, что в 20—25 раз меньше конструктивного угла развала колёс. Это делает целесообразным решение задачи по оптимизации углов отрицательного развала задних колёс для улучшения характеристик управляемости автомобилей.

И последнее. В связи с появлением тенденции устанавливать передние и задние колёса легковых автомобилей с разнознаковыми значениями конструктивных углов развала и схождения перечень применяемых в настоящее время терминов, характеризующих эти углы, целесообразно расширить. Например, сделать его таким, как это показано в табл. 2.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 14-08-00042 "Развитие исследования и моделирования взаимосвязанных явлений в контакте эластичного колеса с твёрдой опорой в новом представлении").

Литература

1. Задворнов В.Н. Влияние параметров установки колёс на износ шин в задней независимой подвеске легкового автомобиля. ГУП НИЦИАМТ. Дис. ... канд. техн. наук. — М., 2000.
2. Козлов Ю.Н. Влияние углов установки задних колёс на управляемость легкового автомобиля. Дисс. ... канд. техн. наук. — М., 2011.
3. РД 37.052.346—2007. Автотранспортные средства. Методы исследования влияния наклона задних колёс на управляемость и устойчивость легкового автомобиля: принят и введён в действие 10.12.2007 / В.И. Котляренко, А.П. Гусаров, А.А. Барашков, Э.Н. Никульников и др.; Федеральное гос. унитар. предприятие "Науч.-исслед. центр по испытаниям и доводке автомототехники". — Дмитров: ФГУП НИЦИАМТ, 2007. — 11 с.
4. Яценко Н.Н. Отрицательный развал задних колёс и управляемость легкового автомобиля / Н.Н. Яценко, Э.Н. Никульников и др. // Автомобильная промышленность. — 2008. — № 10.— М: Машиностроение.— С. 22—23.
5. Яценко Н.Н. Плавность хода грузовых автомобилей / Н.Н. Яценко, О.К. Прутчиков. — М.: Машиностроение, 1969. — 217 с.

УДК 629.11.012.813

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ АМОРТИЗАТОР ДЛЯ АТС

Д-р техн. наук **СЛИВИНСКИЙ Е.В.**,
канд. техн. наук **РАДИН С.Ю.**, **КЛИМОВ Д.Н.**
Елецкий ГУ имени И.А. Бунина (47467. 6-40-84)

В настоящей статье представлены материалы, касающиеся разработки перспективной конструкции гидравлического амортизатора и определению его основных геометрических параметров.

Ключевые слова: *клапан, цилиндр, поршень, рабочая жидкость, кожух, магнитное кольцо.*

Slivinsky E.V., Radin S.Yu., Klimov D.N.
PROMISING A HYDRAULIC DAMPER FOR MOTOR VEHICLES

This article presents the materials concerning the development of perspective design of a hydraulic shock absorber and the definition of its basic geometrical parameters.

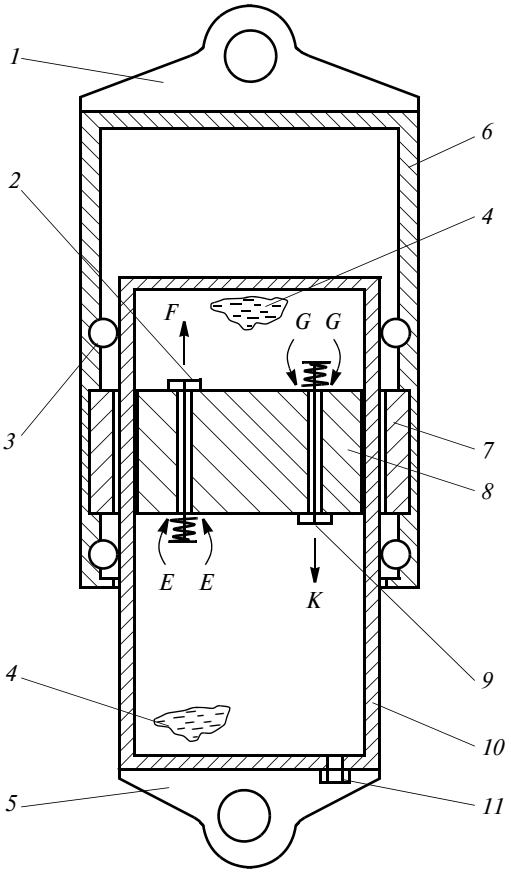
Keywords: *valve, cylinder, the piston of the working fluid, casing, magnetic ring.*

Известно, что рессорная подвеска экипажной части различных колёсных мобильных машин широко распространённое, но, в общем-то, не самое лучшее средство гашения динамических нагрузок, возникающих при переезде дорожных неровностей [1—3]. Появлению этих нагрузок способствуют также дефекты колёс, их эксцентричная посадка на оси, неуравновешенность, пороки поверхности катания. Поэтому такие подвески приходится дооснащать амортизаторами. Чаще всего — гидравлическими, принцип действия которых сводится к следующему: поршень, жёстко связанный с неподрессоренной массой машины, перемещаясь под действием колебаний данной массы, проталкивает вязкую жидкость через узкие каналы, в результате чего механическая энергия колебаний переводится и рассеивается в окружающей среде. Конструкция такого амортизатора состоит из рабочего цилиндра, в котором размещён шток с поршнем, в чьём теле параллельно штоку установлены клапаны с дроссельными отверстиями. Такие же клапаны имеются и в днище рабочего цилиндра. Для повышения плавности хода машины гидравлические гасители колебаний чаще всего устанавливают наклонно (в рессорном подвешивании), что позволяет гасить динамические составляющие не только вертикальных, но и горизонтальных нагрузок. Применяемое в них рабочее тело — маловязкие жидкости (технические масла), которые содержат специальные добавки, обеспечивающие им требуемые физико-технические свойства, в том числе термостойкость, которых нет у минеральных смазочных масел.

В настоящее время существует довольно много конструкций гидравлических амортизаторов. Они отличаются размерами, ходом штока, количеством рассеиваемой энергии и т.д. Но рабочий процесс всех этих конструкций подчиняется одним и тем же закономерностям — принципу Эйлера (уравнение неразрывности, т.е. постоянство расхода жидкости вдоль линии её тока) и уравнению Бернулли. Тем не менее работа по их совершенствованию продолжается. И главным направлением этой работы является упрощение конструкции амортизаторов и повышение их эксплуатационной надёжности, особенно уплотнений штоков.

Данный амортизатор состоит из рабочего цилиндра *10*, в котором размещен поршень *8* с клапанами *2* и *9* и рабочая жидкость *4*. Рабочий цилиндр располагается в защитном кожухе *6*, снабжённом телами качения *3* и магнитным кольцом *7*. Работает он так же, как и любой серийный амортизатор.

Его защитный кожух своим кронштейном *1* шарнирно присоединён к кузову (подрессоренной массе) машины, а рабочий цилиндр через кронштейн *5* штока — к оси колёс машины (неподрессоренной массе). При движении машины возникают колебания неподрессоренной массы, вызванные микро- и макропро-



Перспективная конструкция гидравлического амортизатора:

1, 5 — кронштейны крепления амортизатора; *2, 9* — клапаны; *3* — тело качения; *4* — рабочая жидкость; *6* — кожух; *7* — магнитное кольцо; *8* — поршень; *10* — рабочий цилиндр; *11* — пробка

филем дороги. Под действием этих колебаний, которые для рабочего цилиндра амортизатора являются циклической нагрузкой, данный цилиндр перемещается вверх. При этом тела качения *3* начинают с ним контактировать. Затем рабочий цилиндр перемещается выше, в результате чего магнитное кольцо *7*, жёстко закреплённое в теле защитного кожуха *6*, оказывается на уровне поршня *8*, и магнитное поле перемещает его вверх. Этому движению поршня будет препятствовать рабочая жидкость, которая, открыв клапан *2*, будет перетекать в надпоршневую полость.

Таким образом, осуществляется прямой ход амортизатора, при котором часть динамической нагрузки, возникающей при наезде колеса машины на дорожный выступ, воспринимает рессора, а часть — он. Затем начинается ход отбоя, при котором колесо съезжает с дорожного выступа, рессора и рабочий цилиндр возвращаются в исходное состояние. При этом открывается клапан *9*, что способствует протеканию рабочей жидкости из надпоршневой — в подпоршневую полость поршня и создает условия по демпфированию нагрузки, создаваемой неподрессоренной массой машины.

Как видим, данное техническое решение не предусматривает штока поршня, а значит, и его уплотнительного устройства. Нет, следовательно, и проблем с надёжностью этого устройства. То есть расчёт амортизатора сводится, по существу, к определению силы взаимодействия между магнитным кольцом и поршнем: при этом её значение даёт формула $N = \frac{SB^2}{2\mu_0}$, где $S = \pi dh$ — площадь контакта магнитного кольца, охватывающего рабочий цилиндр; B — индукция в зазоре "цилиндр—кольцо"; μ_0 — магнитная проницаемость воздушного зазора; h — высоты магнитного кольца и поршня и d — внутренний диаметр магнитного кольца и наружный диаметр трубы рабочего цилиндра [4].

Допустим, серийный амортизатор автомобиля ЗИЛ-130 нужно заменить амортизатором новой конструкции тех же геометрических размеров, т. е. диаметр поршня равен 50 мм, высота 60 мм. Тогда $S = \pi dh = 3{,}14 \cdot 0{,}06 \cdot 0{,}05 = 0{,}0094$ м^2. Примем индукцию в зазоре равной 1,5 Тл, а магнитную проницаемость — $4\pi \cdot 10^{-7}$ Н·м. Тогда сила N составит: $0{,}0094 \cdot 1{,}5^2/2 \cdot 4 \cdot 3{,}14 \cdot 10^{-7} = 8420$ Н.

Но известно [5], что сила N сопротивления движению поршня у серийных гидравлических амортизаторов, используемых на автомобиле ЗИЛ-130 и его модификациях, при сжатии составляет в среднем 2000 Н, а при отбое — 7500 Н, т. е. у нового амортизатора больше на 5211 и 12 % соответственно. Отсюда следует, что для получения аналогичного по величине усилия новый амортизатор должен быть по габаритным размерам меньше. Величину же усилия, создаваемого поршнем при сжатии и отбое, можно подбирать, меняя геометрические характеристики дроссельных каналов клапанов *9*. Более того, регулировать эти усилия можно и за счёт изменения магнитной индукции, причём как в большую, так и в меньшую сторону, варьируя диаметр и высоту магнитного кольца. И такой возможностью легко воспользоваться. Например, в Японии, ещё в конце 1970-х годов были разработаны постоянные магниты на полимерной основе, с 1 см^2 которых можно получить силу сцепления с металлическими материалами до 9000 Н (при магнитной индукции 6 Тл и более). Взяв такие магниты для реализации рассмотренного выше технического решения, можно в широких пределах варьировать диаметры дроссельных каналов и получать в итоге их рациональные характеристики. Тем более что для расчётов по установлению рациональных конструктивных параметров применительно к различным моделям грузовых, легковых автомобилей, прицепов, полуприцепов и другой автотранспортной техники разработана методика и программы с использованием языка "Delphi".

Литература

1. Дербаремдикер А.Д. Амортизаторы с регулируемым сопротивлением // Автомобильная промышленность. — 1968. — № 3. — С. 42—45.
2. Дербаремдикер А.Д. Амортизаторы транспортных машин. — 2 изд. перераб. и доп., М.: Машиностроение, 1985 г. — 200 с., ил.
3. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля и его колебания. Машгиз, 1960 г.
4. Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника, изд. 4-е перераб. М.: Высшая школа, 1983. — 243 с.
5. Челноков И.И. и др. Гасители колебаний вагонов. М.: Трансжелдориздат, 1963. — 250 с.

УДК 656.071

ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕДРЕЙСОВОГО КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Кандидаты техн. наук **АНДРИАНОВ Ю.В.**, **КОМАРОВ В.В.**
ОАО "НИИАТ" (495. 496-60-10)

В статье системно рассматриваются вопросы правового обеспечения практической реализации предрейсового контроля технического состояния транспортных средств, предупреждающего дорожно-транспортные происшествия по техническим причинам.

Ключевые слова: *транспортные средства, техническое состояние, безопасность дорожного движения, экологическая безопасность, предрейсовый контроль технического состояния транспортных средств.*

Andrianov Yu.V., Komarov V.V.

LEGAL PROBLEMS IN IMPLEMENTATION OF PRE-HAULAGE INSPECTION OF VEHICLES TECHNICAL CONDITION

In article questions of legal support for practical implementation of pre-haulage inspection of the technical condition of vehicles preventing road accidents caused by technical reasons are systemically considered.

Keywords: *vehicle, technical condition, road safety, impact on environment, pre-haulage inspection of vehicles technical condition.*

Не секрет, что решение проблемы повышения безопасности перевозок пассажиров и грузов автомобильным и городским электрическим транспортом, а также снижения уровня негативного воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду во многом зависит от эффективности системы управления техническим состояниям транспортных средств в эксплуатации. Данные механизмы носят как предупредительный характер, реализуемый через юридическую ответственность, так и компенсационный, реализуемый в основном посредством автострахования.

Юридическая ответственность предусматривает реакцию государства на противоправное деяние, которым является выпуск транспортных средств на линию с неисправностями. Наказание правонарушителей реализуется в форме государственного принуждения путём применения мер дисциплинарного, административного и уголовного наказания и является средством предупреждения (превенции) совершения новых правонарушений. Среди превентивных механизмов наибольшей потенциальной эффективностью по предупреждению дорожно-транспортных происшествий по техническим причинам и нарушений экологических норм является механизм предрейсового контроля технического состояния транспортных средств, контрольные операции которого в отношении транспортных средств реализуются в эксплуатации практически ежедневно перед каждым выездом транспортного средства на линию для участия в дорожном движении.

В Российском законодательстве следующим образом закреплен алгоритм реализации механизма предрейсового контроля технического состояния транспортных средств. К субъектам транспортной деятельности, к которым относятся юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие перевозки автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом, действующим законодательством предъявляется ряд требований в отношении механизма предрейсового контроля. В соответствии со статьей 20 "Основные требования по обеспечению безопасности дорожного движения к юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям при осуществлении ими деятельности, связанной с эксплуатацией транспортных средств" Федерального закона "О безопасности дорожного движения" [1] юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие на территории Российской Федерации деятельность, связанную с эксплуатацией транспортных средств, обязаны обеспечивать соответствие технического состояния транспортных средств требованиям безопасности дорожного движения и не допускать транспортные средства к эксплуатации при наличии у них неисправностей, угрожающих безопасности дорожного движения. Для выполнения указанной обязанности юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие перевозки автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом, должны организовывать и проводить предрейсовый контроль технического состояния транспортных средств в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере транспорта.

Установленные федеральным законом [1] нормы также закреплены подзаконным актом "Основные положения по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения", утверждённые Постановлением Совета министров — Правительства Российской Федерации "О правилах дорожного движения" [2], которым установлено, что должностным и иным лицам, ответственным за техническое состояние и эксплуатацию транспортных средств, запрещается выпускать на линию транспортные средства, имеющие неисправности, с которыми запрещается их эксплуатация, или переоборудованные без соответствующего разрешения.

Аналогичная правовая норма установлена приказом Министерства транспорта Российской Федерации "Об утверждении правил обеспечения безопасности перевозок пассажиров и грузов автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом и перечня мероприятий по подготовке

работников юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих перевозки автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом, к безопасной работе и транспортных средств к безопасной эксплуатации" [3], которым утверждены Правила, которые устанавливают основные задачи и требования по обеспечению безопасности при организации и осуществлении перевозок пассажиров и грузов автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом, предъявляемые к юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям. Настоящими правилами установлено, что субъект транспортной деятельности обязан обеспечить проведение предрейсового контроля технического состояния транспортного средства.

Однако эффективной реализации механизма предрейсового контроля технического состояния транспортного средства препятствует наличие целого ряда правовых проблем, разрывов и коллизий в законодательстве Российской Федерации. Эти проблемы связаны, в первую очередь, с понятийными разрывами между наименованием должностного статуса лиц субъектов транспортной деятельности, осуществляющих предрейсовый контроль технического состояния транспортных средств, и наименованиями лиц, привлекаемых к ответственности за выпуск на линию неисправных транспортных средств.

Анализ законодательства относительно наименования должностного статуса лица субъектов транспортной деятельности, осуществляющих предрейсовый контроль технического состояния транспортных средств, выявил следующие наименования указанных лиц в различных нормативных правовых актах: ответственный за обеспечение безопасности дорожного движения, прошедший аттестацию на право заниматься соответствующей деятельностью в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере транспорта [1]; специалисты: механики ОТК, механики (мастера) колонн, отрядов [4]; должностные лица по обеспечению безопасности дорожного движения, должностные и иные лица, ответственные за техническое состояние и эксплуатацию транспортных средств [2]; работник субъекта транспортной деятельности, осуществляющий допуск транспортных средств к эксплуатации [3]; работник, ответственный за выпуск автотранспортных средств на линию [5]; контролёр технического состояния автотранспортных средств, контролёр технического состояния городского наземного электрического транспорта, специалист, ответственный за обеспечение безопасности дорожного движения [6]; контролёр технического состояния автомототранспортных средств [7—10].

Таким образом, в соответствии с законодательством для лиц, обязанных обеспечивать соответствие технического состояния транспортных средств требованиям безопасности дорожного движения и не допускать транспортные средства к эксплуатации при наличии у них неисправностей, угрожающих безопасности дорожного движения, установлено несколько вариантов должностных наименований. Кроме того, в нормативных правовых актах [1—10] не приведены определения для указанных наименований, поэтому у субъектов транспортной деятельности возникает правовая проблема установления наименования должности лица, осуществляющего предрейсовый контроль технического состояния транспортных средств, определения его должностных прав и обязанностей, а также оформления трудовых договоров и локальных нормативных актов, содержащих нормы трудового права.

Следующим важным элементом механизма предрейсового контроля является контроль на линии и запрещение эксплуатации неисправных транспортных средств. В соответствии со статьей 19 "Основания и порядок запрещения эксплуатации транспортных средств" Федерального закона "О безопасности дорожного движения" [1] эксплуатация транспортных средств при наличии у них технических неисправностей, создающих угрозу безопасности дорожного движения, запрещается. Указанное запрещение осуществляется уполномоченными на то должностными лицами, однако в законе не приведено определение понятия "должностное лицо" и не указаны уполномочивающие его органы. Очевидно, в данном случае речь идёт о сотрудниках полиции и работниках Федеральной службы по надзору в сфере транспорта, которым водитель в соответствии с Правилами дорожного движения [2] обязан передавать для проверки ряд документов, включая путевой лист с отметкой о прохождении предрейсового контроля. Кроме того, сюда следует отнести и лица, которым предоставлено право остановки транспортных средств. В соответствии с Правилами дорожного движения [2] к указанным лицам относится регулировщик — лицо, наделённое в установленном порядке полномочиями по регулированию дорожного движения с помощью сигналов, установленных Правилами дорожного движения [2], и непосредственно осуществляющее указанное регулирование. Регулировщик должен быть в форменной одежде и (или) иметь отличительный знак и экипировку. К регулировщикам относятся сотрудники полиции и военной автомобильной инспекции, а также работники дорожно-эксплуатационных служб, дежурные на железнодорожных переездах и паромных переправах при исполнении ими своих должностных обязанностей.

Право остановки грузовых автомобилей и автобусов, осуществляющих международные автомобильные перевозки, в специально обозначенных дорожным знаком 7.14 "Пункт контроля международных автомобильных перевозок" контрольных пунктах предоставлено также работникам Федеральной службы по надзору в сфере транспорта, которые должны быть в форменной одежде и использовать для остановки диск с красным сигналом либо со световозвращателем. Лица, обладающие правом остановки транспортного средства, обязаны предъявлять по требованию водителя служебное удостоверение.

Эффективность механизма предрейсового контроля технического состояния транспортных средств определяется тем, что законодательством Российской Фе-

дерации предусмотрена ответственность за выпуск в эксплуатацию технически неисправных транспортных средств, которая является необходимым условием для предупреждения (превенции) совершения новых правонарушений в данной сфере. Лица, виновные в указанном нарушении привлекаются к уголовной, административной и дисциплинарной ответственности в порядке, установленном федеральными законами.

В соответствии со статьей 266 "Недоброкачественный ремонт транспортных средств и выпуск их в эксплуатацию с техническими неисправностями" Уголовного кодекса Российской Федерации [11] уголовная ответственность предусмотрена за выпуск в эксплуатацию технически неисправных транспортных средств лицом, ответственным за техническое состояние транспортных средств, если эти деяния повлекли по неосторожности причинение тяжкого вреда здоровью человека.

В соответствии со статьей 12.31 "Выпуск на линию транспортного средства, не зарегистрированного в установленном порядке, не прошедшего государственного технического осмотра или технического осмотра, с заведомо подложными государственными регистрационными знаками, имеющего неисправности, с которыми запрещена эксплуатация, с установленными без соответствующего разрешения устройствами для подачи специальных световых или звуковых сигналов либо с незаконно нанесёнными специальными цветографическими схемами автомобилей оперативных служб" Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях [12] выпуск на линию транспортного средства, имеющего неисправности, с которыми запрещена эксплуатация, или переоборудованного без соответствующего разрешения влечёт наложение административного штрафа на должностных лиц, ответственных за техническое состояние и эксплуатацию транспортных средств.

Если в трудовом договоре или в должностной инструкции (в случае, если она является обязательным приложением к трудовому договору) указано, что обязанностью работника является контроль технического состояния транспортных средств при выпуске на линию (возврате с линии) и ему предоставлено право не допускать неисправные транспортные средства к эксплуатации, то в соответствии с Трудовым кодексом [13] за выпуск на линию транспортного средства, имеющего неисправности, с которыми запрещена эксплуатация, в отношении данного работника работодатель имеет право применить следующие дисциплинарные взыскания: замечание, выговор, увольнение по соответствующим основаниям.

Наименования лиц, несущих ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации за выпуск на линию неисправных транспортных средств, приведены в таблице. Сравнение наименований лиц, которые у субъектов транспортной деятельности могут осуществлять предрейсовый контроль транспортных средств в соответствии с законодательством [1—10], и наименования лиц, которые несут уголовную, административную и дисциплинарную ответственность за выпуск на линию транспортных средств с неисправностями (таблица), показывает, что они полностью не совпадают. Данный факт свидетельствует о правовом понятийном разрыве в обратной связи механизма предрейсового контроля, который существенно снижает его эффективность предупреждения (превенции) совершения новых правонарушений.

Вопросы привлечения к ответственности за выпуск на линию неисправных транспортных средств характеризуются ещё одной проблемой, которая обусловлена отсутствием в российском законодательстве единого определения понятия "должностное лицо", которое могло бы применяться ко всем отраслям права. Для анализа понятия "должностное лицо" в рамках реализации механизма предрейсового контроля технического состояния транспортных средств необходимо учесть классификацию правовых норм на нормы публичного и частного права. Публичное право образуют нормы, закрепляющие порядок деятельности органов государственной власти и управления и обеспечивающие общезначимые (публичные) интересы общества и государства. При этом государственная власть выполняет обеспечивающие функции, в данном случае функции по обеспечению безопасности дорожного движения и экологической безопасности автомобильного транспорта. Все остальные нормы, которые имеют своим непосредственным назначением защиту частных интересов граждан, образуют отрасли частного права, которые относятся к субъектам транспортной деятельности. В общей правовой системе публичное и частное право тесно взаимосвязаны, частное право в своей реализации опирается на публичное.

В рамках указанной классификации правовых норм в зависимости от целей и предназначения деятельности выделяются публичные и частноправовые лица. К должностным лицам публичного права относятся лица, замещающие государственные должности Российской Федерации, государственные должности субъектов Российской Федерации, муниципальные должности, и осуществляющие властные административные обязанности в государственных и муниципальных органах, иных государственных органах и организациях. Указанные лица являются представителями власти, деятельность которых строится на взаимоотношениях с широким кругом лиц, не находящихся в их служебной подчинённости. К должностным лицам частного права относятся физические лица коммерческих и некоммерческих организаций, вы-

№	Нормативно-правовой акт	Наименование лица, несущего ответственность за выпуск на линию неисправных транспортных средств
1	Уголовный кодекс Российской Федерации	Лицо, ответственное за техническое состояние транспортных средств
2	Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях	Должностное лицо, ответственное за техническое состояние и эксплуатацию транспортных средств
3	Трудовой кодекс	Не регламентируется

полняющие организационно-распорядительные или административно-хозяйственные обязанности. Таким образом, статус должностного лица распространяется на любое физическое лицо публичного или частного права, действия которого влекут за собой возникновение, приостановление, изменение или прекращение юридически значимых событий и обстоятельств (т.е. юридических фактов).

Понятие "должностное лицо" в различных значениях приведено в конституционном, уголовном, административном и других отраслях права. В Конституции Российской Федерации [14] рассматриваются только должностные лица органов государственной власти и органов местного самоуправления, т. е. должностные лица публичного права. В Гражданском кодексе [15—18] понятие должностного лица также используется только в рамках публичного права. В примечании 1 к статье 285 "Злоупотребление должностными полномочиями" Уголовного кодекса Российской Федерации [11] приведено определение должностного лица", которое распространяется только на статьи главы 30 "Преступления против государственной власти, интересов государственной службы и службы в органах местного самоуправления". Определение должностного лица для главы 27 "Преступления против безопасности движения и эксплуатации транспорта", включающей статью 266, которая устанавливает уголовную ответственность за выпуск в эксплуатацию технически неисправных транспортных средств, в Уголовном кодексе Российской Федерации [11] отсутствует.

В Кодексе Российской Федерации об административных правонарушениях [12] около 150 составов предусматривают ответственность только должностных лиц, а во многих статьях такой признак является квалифицирующим. Определение понятия "должностное лицо" дано в примечании к статье 2.4 "Административная ответственность должностных лиц", в соответствии с которой административной ответственности подлежит должностное лицо в случае совершения им административного правонарушения в связи с неисполнением либо ненадлежащим исполнением своих служебных обязанностей. Под должностным лицом понимается лицо, постоянно, временно или в соответствии со специальными полномочиями осуществляющее функции представителя власти, т. е. наделённое в установленном законом порядке распорядительными полномочиями в отношении лиц, не находящихся в служебной зависимости от него, а равно лицо, выполняющее организационно-распорядительные или административно-хозяйственные функции в государственных органах, органах местного самоуправления, государственных и муниципальных организациях, а также в Вооруженных Силах Российской Федерации, других войсках и воинских формированиях Российской Федерации. Лица, осуществляющие предпринимательскую деятельность без образования юридического лица, совершившие административные правонарушения, несут административную ответственность как должностные лица, если Кодексом Российской Федерации об административных правонарушениях [12] не установлено иное.

В Федеральном законе "Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации" [16] даны определения должностных лиц и выборных должностных лиц местного самоуправления, которые являются должностными лицами публичного права. В статье 13 Федерального закона "О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля должностных лиц органа государственного контроля (надзора)" [17] используется термин "должностные лица юридического лица", при этом имеются в виду юридические лица любых организационно-правовых форм. В широком смысле употребляется термин "должностное лицо" в статьях 24 и 25-1 Федерального закона Российской Федерации "О прокуратуре Российской Федерации" [18]. По смыслу положений указанного закона прокурор вправе направлять представления и предостережения в адрес должностных лиц не только государственных органов и органов местного самоуправления, но и иных организаций, в том числе коммерческих.

Из проведённого анализа следует, что в законодательстве практически отсутствует понятие и определение должностного лица частного права, на которые могли ссылаться субъекты транспортной деятельности при установлении должностного статуса лиц, осуществляющих предрейсовый контроль технического состояния транспортных средств.

Указанные правовые проблемы не позволяют также обеспечить юридическую основу для разработки профессиональных стандартов лиц, осуществляющих предрейсовый контроль технического состояния транспортных средств. Указанные профессиональные стандарты применяются работодателями при формировании кадровой политики и в управлении персоналом, при организации обучения и аттестации работников, заключении трудовых договоров, разработке должностных инструкций и установлении систем оплаты труда.

Таким образом, для реализации высокой потенциальной эффективности механизма предрейсового контроля технического состояния транспортных средств по критериям повышения безопасности дорожного движения и снижения негативного воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду требуется совершенствование его правового обеспечения.

Литература

1. Федеральный закон Российской Федерации от 10 декабря 1995 года N 196-ФЗ "О безопасности дорожного движения".
2. Постановление Совета Министров — Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г. N 1090 "О правилах дорожного движения".
3. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 15 января 2014 г. N 7 "Об утверждении правил обеспечения безопасности перевозок пассажиров и грузов автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом и перечня мероприятий по подготовке работников юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих перевозки автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом, к безопасной работе и транспортных средств к безопасной эксплуатации". Зарегистрировано в Минюсте России 5 июня 2014 г. N 32585.

4. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации и Министерство труда Российской Федерации от 11 марта 1994 г. N 13/11 "Об утверждении положения о порядке аттестации лиц, занимающих должности исполнительных руководителей и специалистов организаций и их подразделений, осуществляющих перевозку пассажиров и грузов" Зарегистрировано в Минюсте России 18 апреля 1994 г. N 548.
5. Постановление Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 12 мая 2003 г. N 28 "Об утверждении межотраслевых правил по охране труда на автомобильном транспорте". Зарегистрировано в Минюсте России 19 июня 2003 г. N 4734.
6. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 28 сентября 2015 г. N 287 "Об утверждении профессиональных и квалификационных требований к работникам юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих перевозки автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом". Зарегистрировано в Минюсте России 9 декабря 2015 г. N 40032.
7. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 29 мая 2008 г. N 248н "Об утверждении профессиональных квалификационных групп общеотраслевых профессий рабочих". Зарегистрировано в Минюсте России 23 июня 2008 г. N 11861.
8. Постановление Министерства труда Российской Федерации от 10 ноября 1992 г. N 31 "Об утверждении тарифно-квалификационных характеристик по общеотраслевым профессиям рабочих".
9. Квалификационный справочник профессий рабочих, которым устанавливаются месячные оклады. Утверждён Постановлением Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам и ВЦСПС от 20 февраля 1984 г. N 58/3-102.
10. Общероссийский классификатор профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов. ОК 016-94. Принят и введён в действие постановлением Госстандарта России от 26 декабря 1994 г. N 367 с 1 января 1996 г.
11. Уголовный кодекс Российской Федерации. 13 июня 1996 года N 63-ФЗ.
12. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях. 30 декабря 2001 года N 195-ФЗ.
13. Трудовой кодекс Российской Федерации. 30 декабря 2001 года N 197-ФЗ.
14. Конституция Российской Федерации. 2 декабря 1993 года.
15. Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть первая. 30 ноября 1994 г., N 51-ФЗ.
16. Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть вторая. 26 января 1996 г., N 14-ФЗ.
17. Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть третья. 26 ноября 2001 г. N 146-ФЗ.
18. Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть четвертая. 18 декабря 2006 г. N 230-ФЗ.
16. Федеральный закон 6 октября 2003 года N 131-ФЗ "Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации".
17. Федеральный закон от 26 декабря 2008 года N 294-ФЗ "О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля должностных лиц органа государственного контроля (надзора)".
18. Федеральный закон от 17 января 1992 года N 2202-1 "О прокуратуре Российской Федерации".

УДК 621. 355

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ СПЕЦТЕХНИКИ АККУМУЛЯТОРНЫМИ БАТАРЕЯМИ

Кандидаты техн. наук **ЛЕБЕДЕВ С.А.**, **КАРТУКОВ А.Г.**
РВВДКУ (ВИ), ВТУ

События последних лет привели к катастрофическому снижению поставок новых аккумуляторных батарей в Вооружённые Силы Российской Федерации. В статье представлена сложившаяся ситуация и проблемные вопросы в обеспечении войск аккумуляторными батареями.

Ключевые слова: *аккумуляторная батарея, обеспечение, проблемы.*

Lebedev S.A., Kartukov A.G.
ANALYSIS OF THE STATE SECURITY MACHINERY BATTERIES

The events of recent years have led to a disastrous de-cline in the supply of new batteries in the Armed forces of the Russian Federation. The article presents the current situation and problems in the provision of troops batteries.

Keywords: *battery, software, problems.*

Современная внешнеполитическая ситуация заставила руководство страны принять активные меры для повышения укомплектованности силовых структур современными образцами техники и обеспеченности запасами материальных средств. Анализ финансирования в течение последних пятнадцати лет показывает, что в 2014 г. обеспечение спецтехники новыми аккумуляторными батареями по сравнению с последними годами выросло и составило 25 % от необходимого количества, что приблизилось только к уровню 1999 года и указывает на сохранение давних проблем (рис. 1).

В процессе реформирования произошло значительное сокращение числа образцов спецтехники. В связи с этим уменьшилось и количество аккумуляторных батарей. По сравнению с 1999 годом общая численность батарей в 2008 году уменьшилась почти на 30 %, а к 2014 году стала меньше вдвое. Следовало бы ожидать улучшения ситуации в вопросе обеспеченности и обеспечения потребности аккумуляторными батареями: меньше численность — меньше потребности, а значит, и легче их удовлетворить. Однако положение дел с обеспечением новыми аккумуляторными батареями не улучшилось.

Анализ показал, что сохраняется ряд серьёзных проблем, которые не решаются уже много лет [1, 2]. В частности: потребность в аккумуляторных батареях чрезмерно велика; недостаточно средств на приобретение новых батарей; остаётся большой разномарочность батарей, применяемых на спецтехнике (22 наименования); низки их унификация и взаимозаменяемость; имеется некомплект батарей как приведённых в рабочее состояние, так и сухозаряженных; относительно велико число батарей, хранящихся в сухозаряженном состоянии.

Диаграмма, приведённая на рис. 1, показывает, что в настоящее время обеспеченность аккумуляторными батареями соответствует требованиям нормативных документов [3, 4], некомплект батарей в 2014 г. составлял всего 3 %. Однако на самом деле положение дел в аккумуляторном хозяйстве далеко не такое радужное. Оценивая ситуацию с обеспеченностью аккумуляторными батареями на протяжении 15 лет, следует обратить внимание на то, что из-за ежегодного дефицита в финансировании на закупки новых батарей, несмотря на то, что снижается общая их численность, ожидаемо уменьшается уровень наличия исправных аккумуляторных батарей. Зато растут проценты наличия неисправных батарей из-за увеличивающегося их количества на списание, освежение, покрытие некомп-

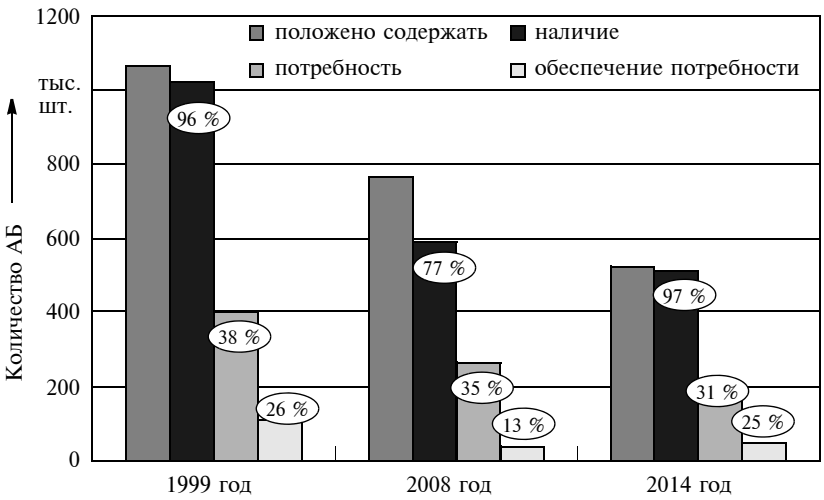


Рис. 1. Обеспеченность спецтехники аккумуляторными батареями

лекта. И это увеличение прослеживается при оценке качественного состояния имеющихся аккумуляторных батарей.

Для того чтобы более детально оценить положение дел с обеспеченностью ВС РФ аккумуляторными батареями, необходимо рассмотреть их распределение по годам выпуска и по состоянию [1, 2]. Представленная диаграмма (рис. 2) показывает, что в 2014 г. на учёте состояли батареи, находящиеся в эксплуатации с 2000 г. и старше. Причем как в залитом состоянии, так и сухозаряженные всех типов. Число батарей, подлежащих списанию по сроку службы и хранению, составляет 58 % от общего их числа.

Это значит, что 58 % аккумуляторных батарей, установленных на спецтехнике и хранящихся на базах и складах, в соответствии с нормативными документами заведомо неисправны. В 2008 году эта цифра составляла всего 16 %. Как и следовало ожидать, из-за ежегодного недостаточного финансирования за несколько лет число исправных батарей сократилось в два раза — с 84 до 42 % (рис. 3).

Отсутствие поставок новых аккумуляторных батарей не даёт возможности своевременно производить освежение и списание старых батарей, которые числятся в донесениях и показывают высокий процент укомплектованности батареями в 2008 г. — 77 %, а в 2014 г. — 97 % (рис. 4). На самом деле укомплектованность исправными батареями составляла в 2008 г. — 65 %, а в 2014 г. — всего 41 %. Резкое снижение обеспечения аккумуляторными батареями имело место в 2012 и 2013 гг. Следует ожидать, что уже через 2—3 года ситуация с обеспеченностью батареями спецтехники станет критической.

Большую часть батарей, подлежащих списанию, составляют батареи 6СТ-90, 6СТ-190 и 6СТ-140. Следует заметить, что более 30 % от этого числа — это батареи сухозаряженные. Проблема освежения сухозаряженных батарей остаётся сложной, что приводит к снижению их запасов на складах (рис. 5). К тому же многие аккумуляторные заводы сегодня просто не выпускают аккумуляторных батарей в таком исполнении. Для того чтобы правильно оценить состояние батарей, содержащихся на хранении в сухозаряженном виде, необходимо помнить, что автомобильные батареи 6СТ-140 хранятся 5 лет, а 12СТ-85 — 7 лет [3, 4]. В целом распределение сухозаряженных батарей по типам повторяет картину общего распределения батарей по типам, что и логично (рис. 6). Наибольшее число составляют сухозаряженные батареи тех же трех типов — 6СТ-140, 6СТ-190 и 6СТ-90, на которые в сумме приходится почти 60 %.

Из числа находящихся на хранении все батареи типов 6СТ-55 и 6СТ-182 подлежат списанию или ос-

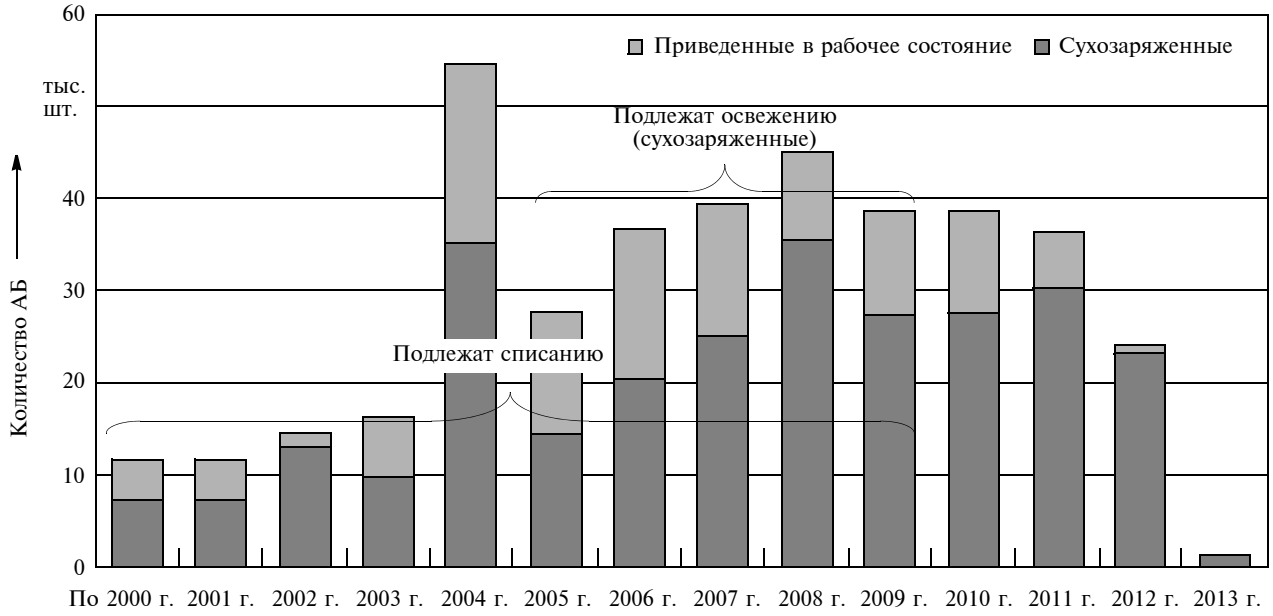


Рис. 2. Распределение аккумуляторных батарей по годам выпуска и по состоянию в 2014 г.

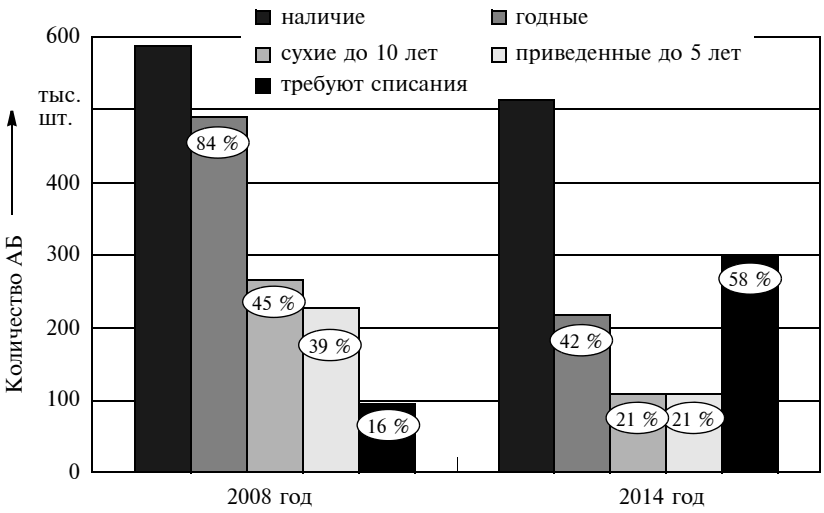


Рис. 3. Обеспеченность спецтехники аккумуляторными батареями по состоянию

вежению. Причём выпуск батарей 6СТ-182 уже прекращён, и их придется заменить на батареи 6СТ-190. Наибольшее количество сухозаряженных аккумуляторных батарей, требующих освежения, приходится на 6СТ-140.

По срокам хранения батареи можно разделить на три группы (рис. 7). Первая группа — это батареи, имеющие дату изготовления до 2005 г., находящиеся на хранении более 10 лет и подлежащие списанию. Такие батареи составляют 30 % от общего числа сухозаряженных. Вторая группа — это батареи, изготовленные в 2005—2009 годах, находящиеся на хранении от 5 до 10 лет и подлежащие освежению. Это наибольшая часть батарей, составляющая 55 % от общего числа сухозаряженных. Третья группа — батареи не старше 2010 года выпуска, заложенные на хранение. Условно их можно назвать "новыми". Данная группа батарей составляет 15 % от общего числа сухозаряженных. Ситуацию следует срочно изменять в сторону сокращения числа типов аккумуляторных батарей, находящихся на хранении, восполнения запасов до требуемых объёмов, полного исключения случаев хранения батарей более 10 лет, регулирования вопросов своевременного, планового и регулярного освежения батарей, находящихся на хранении.

Для оценки типажа аккумуляторных батарей, применяемых на спецтехнике, рассмотрим рисунок 8. Как уже было отмечено, сложности в снабжение батареями вносит их большая разномарочность. Если рассматривать типаж, то он на протяжении многих лет составляет от 8 до 12 типов применяемых аккумуляторных батарей.

Применение разных типов аккумуляторных батарей на спецтехнике приводит к возникновению трудно-

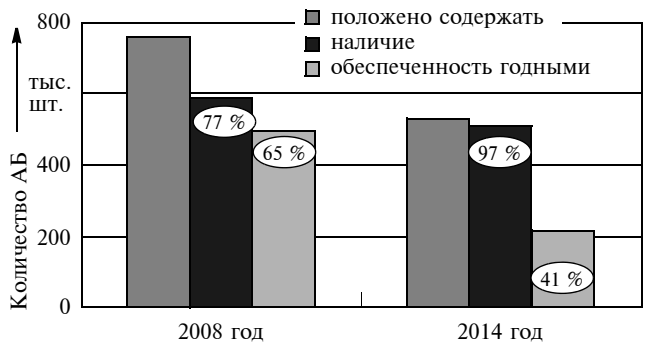


Рис. 4. Обеспеченность аккумуляторными батареями по наличию и состоянию

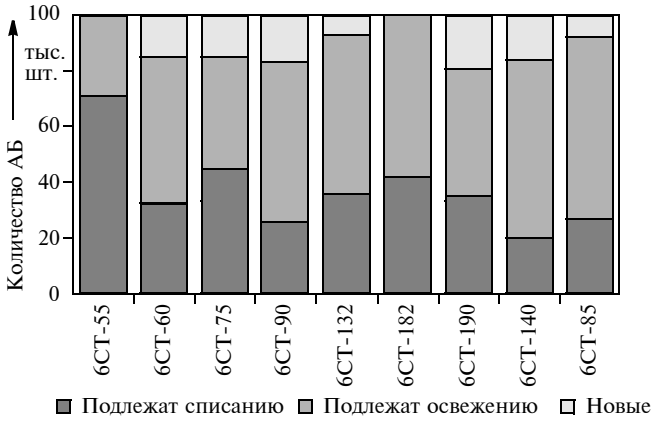


Рис. 6. Содержание сухозаряженных аккумуляторных батарей по типам в 2014 году

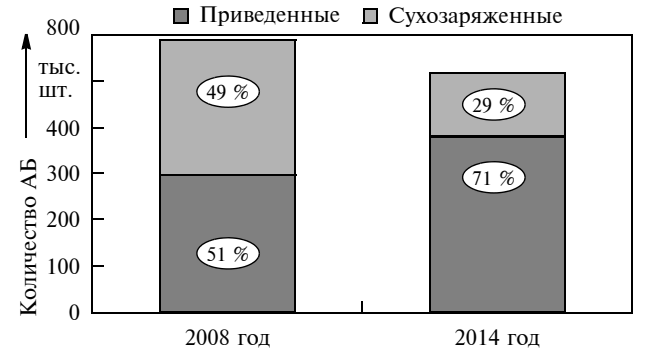


Рис. 5. Содержание приведённых и сухозаряженных аккумуляторных батарей в 2008 и 2014 гг.

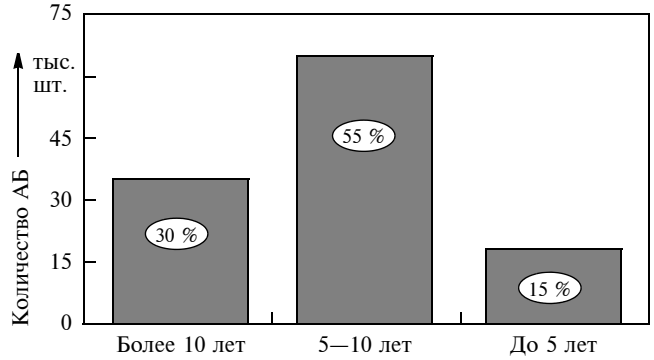


Рис. 7. Распределение сухозаряженных аккумуляторных батарей по техническому состоянию в 2014 году

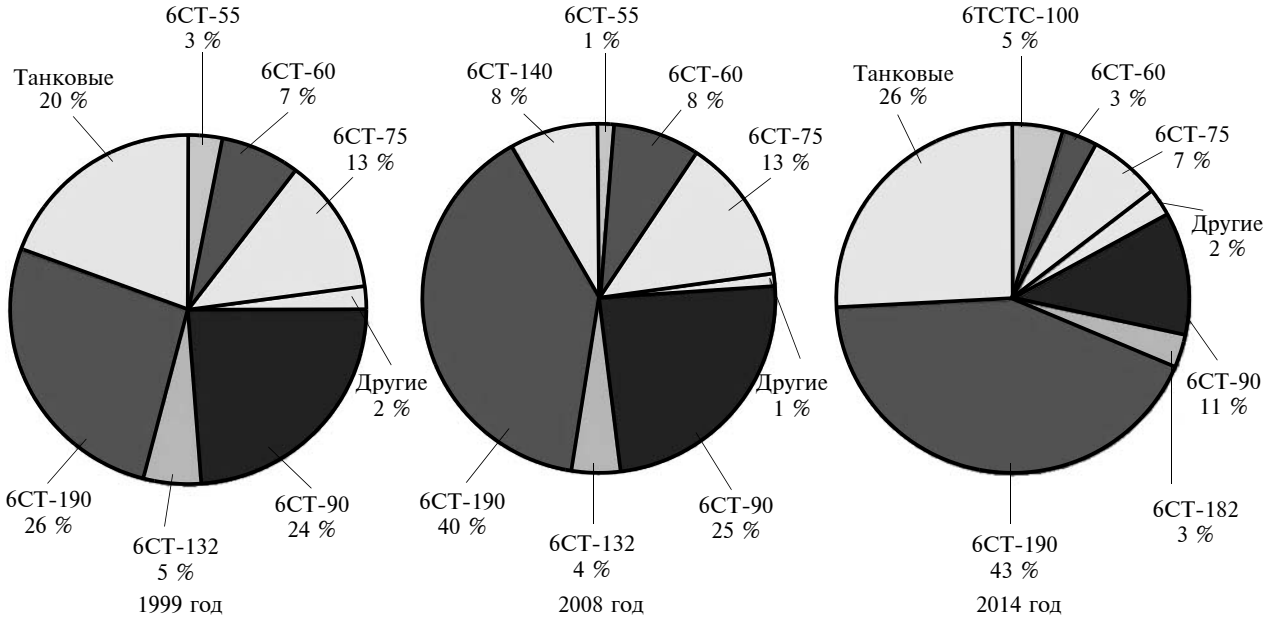


Рис. 8. Распределение аккумуляторных батарей по типам в 1999, 2008 и 2014 гг.

стей со снабжением, содержанием запасов, освежением сухозаряженных батарей. С годами прекращается выпуск отдельных типов батарей, а потребность в таких батареях остаётся. И наоборот, снимаются с эксплуатации образцы техники, например МАЗ-500, КрАЗ-260, а сухозаряженные батареи для этих машин, заложенные на хранение, остаются невостребованными. На базах и складах отводятся большие площади для хранения всех типов батарей, требуется выполнять большой объём работ по их техническому обслуживанию.

Разномарочность аккумуляторных батарей на спецтехнике приводит к отсутствию общей унификации и взаимозаменяемости батарей на различных образцах техники. У применяемых батарей разные габаритные размеры, полюсные выводы, номинальные напряжения, режимы заряда, периодичность обслуживания и т.д. В конечном итоге снабжение, правильный учёт и эксплуатация аккумуляторных батарей требуют больших людских и финансовых затрат. Нехватка сил и средств приводит к преждевременному выходу батарей из строя, несвоевременному освежению, появлению некомплекта. Разномарочность батарей вызвана применением разных их типов на разных марках машин. Соответственно, изменение парка оказывает существенное влияние на распределение батарей по типам.

По сравнению с 1999 годом следует заметить тенденцию увеличения доли батарей типа 6СТ-190 с 26 % до 40—43 %. Это связано с сокращением типажа автомобильной техники и построением его на автомобилях семейств КамАЗ и "Урал". Значительно, до 18 %, по сравнению с 2008 годом, сократилось число батарей типа 6СТ-90 и 6СТ-75, используемых на автомобилях ЗИЛ и ГАЗ. Также следует отметить сокращение числа батарей 6СТ-55, что связано с общим уменьшением парка легковых автомобилей. Остальные типы аккумуляторных батарей составляют 1—5 % от общего числа.

Приоритеты одних типов батарей над другими определяют и распределение средств при их закупках. В первую очередь и в больших объёмах приобретаются более востребованные — 6СТ-190, 6СТ-140 и 12СТ-85. С другой стороны, батареи некоторых типов вообще не приобретаются, а значит, соответственно, увеличивается потребность в них. Техника, для которой они предназначались, переходит в категорию неисправной и не готовой к применению по назначению.

Подводя итог проведенному анализу, нельзя не отметить следующее. В настоящее время спецтехника укомплектована аккумуляторными батареями на 97 %, из которых половина требует списания и освежения. Типаж аккумуляторных батарей, применяемых на спецтехнике, недопустимо велик и включает 12 типов. Около 30 % батарей составляют сухозаряженные, причем 30 % из них подлежат списанию, а 55 % — освежению. Основные причины слабой обеспеченности спецтехники аккумуляторными батареями — недостаточное выделение средств на их приобретение и недооценка последствий такого положения дел.

Литература

1. Ковалёв Н.Г. Основные направления работы Главного автобронетанкового управления и предприятий промышленности по повышению надёжности систем электрического пуска двигателей БТВТ и ВАТ [Текст] / Н.Г. Ковалёв // Тез. докл. заместителя начальника ГАБТУ МО РФ. — М., 2005. — С. 4—16.
2. Разработка предложений по повышению эксплуатационных характеристик и надёжности стартерных аккумуляторных батарей [Текст]: отчёт о НИР (заключит.) / Ряз. воен. автомоб. ин-т; рук. Шевченко Н.П. — Рязань, 2007. — 172 с.
3. Основные нормативы по автотехническому обеспечению войск [Текст]: Справочник. Ч. 2. Полк, дивизия. — М.: Воениздат, 1980. — 603 с.
4. Приказ Министра Обороны РФ 2006 г. № 300. Об утверждении руководства о нормах наработки (сроках службы) до ремонта и списания автомобильной техники и автомобильного имущества в Вооружённых Силах Российской Федерации [Текст]. — Введ. 2006-09-25. — М.: ФГУП "12 Центральная типография МО РФ", 2006. — 71 с.

УДК 621.44

СВЧ-ПОДОРЕВ ТОПЛИВА И МАСЛА ДЛЯ ПУСКА ДИЗЕЛЯ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Д-р техн. наук **ШАПРАН В.Н.**, **СТРЕЛКОВ Д.Н.**
Рязанское ВВДУ имени В.Ф. Маргелова

Рассмотрена возможность использования СВЧ для нагрева дизельного топлива и моторного масла с целью обеспечения надежного пуска дизеля в условиях низких температур.

Ключевые слова: *пуск дизеля, СВЧ-нагрев жидких диэлектриков*

Shapran V.N., Strelkov D.N.

MICROWAVE FREQUENCY HEATING OIL AND FUEL FOR DIESEL START AT LOW TEMPERATURE

Possibility of usage of microwave frequency heating of liquid dielectric (oil and fuel) to provide reliable diesel start at low temperature.

Keywords: *diesel start, microwave frequency heating of liquid dielectric*

Пусковые качества дизелей оценивают по минимальной температуре $t_п$ надёжного их пуска, времени $t_{пг}$ подготовки к принятию нагрузки, минимальной пусковой частоте (n_{min}) и условной величине — среднему давлению $p_{тр}$ трения (отношению силы трения к площади поршня) [1]. Считается, что при нормальной (288 К, или 15 °С) температуре дизель, оборудованный всеми навесными агрегатами, т.е. установленный на АТС, на основном топливе и при использовании заряженных на 75 % штатных аккумуляторных батареях должен запускаться не более чем за три попытки пуска, продолжительность каждой из которых не должна превышать 15—20 с. (Интервалы между попытками — 1—1,5 мин [2].)

Однако при низких температурах окружающего воздуха, следовательно, и самого дизеля динамика его пуска усложняется [2] — низкая температура отрицательно сказывается на качестве распыливания топлива форсунками, что затрудняет пуск.

Причины этого широко известны: повышение вязкости дизельного топлива и возрастания сил его поверхностного натяжения, уменьшение частоты вращения кулачкового вала ТНВД и скорости плунжеров его нагнетательных секций. В результате зазор между седлом и запорной частью иглы распылителя уменьшается, а сопротивление впрыскиванию возрастает, что уменьшает скорость истечения топлива из распылителя. Происходящее при этом снижение качества распыливания топлива в сочетании со снижением температуры воздуха в конце такта сжатия увеличивают период задержки самовоспламенения топлива, затрудняя или делая невозможным тем самым пуск дизеля. Практикой установлено [1]: надёжный пуск дизелей по условиям воспламенения и прокачиваемости топлива возможен при температуре не ниже 257 К (—5 °С). При более низких температурах необходимо применять средства облегчения пуска. И таких средств известно довольно много. Это использование "зимних" дизельных топлив, разжижение масла керосином, подогрев дизеля, масла или охлаждающей жидкости, применение масел с низкой вязкостью и т.д.

Но вести речь о них смысла нет: они, повторяем, хорошо освещены во множестве публикаций. Но авторов заинтересовал один из этих способов — подогрев масла и топлива. Потому что он, по их мнению, наиболее перспективен. Если, конечно, его усовершенствовать, опираясь на современные знания. Поэтому они предлагают принципиально новый вариант подогрева — с помощью СВЧ-излучения.

Идея эта — не из новых. Её ещё в 2003 г. предложил С.В. Кочергин [4]. Суть идеи — электроподогрев моторного масла с саморегулированием мощности нагревательного устройства. Однако этот метод не прижился, поскольку наряду с положительными сторонами имеет и недостатки: минимальное время подогрева масла составляет около 5 мин; позисторы обладают нестабильностью параметров и динамической погрешностью, для управления ими нужен специальный электронный блок, а также электромагнитные реле для отключения катушки пускателя.

Как представляется авторам, все проблемы с пуском дизелей при низких температурах можно решать с помощью СВЧ-облучения дизельного топлива и моторного масла. Это позволит, как показывают расчёты, обеспечить надёжный пуск дизеля в течение 1—2 мин.

И это не "маниловщина". Известно, что электромагнитные поля сверхвысоких частот — основа работы радиолокации и ускорительной техники, для которых характерна большая импульсная мощность СВЧ-излучения, хотя средняя мощность может быть незначительной. Главное же, СВЧ-излучение позволяет нагревать любые среды. При этом электромагнитная волна, проникая в материал, взаимодействует с его заряженными частицами. Совокупность таких микроскопических процессов приводит к поглощению диэлектриками энергии электромагнитного поля. Но дизельное топливо и масло — типичные диэлектрики. Значит, волны СВЧ-диапазона, проникая в них на значительную глубину и взаимодействуя с их заряженными частицами, осуществляют их объёмный нагрев.

И еще одно. При традиционных способах подогрева температурный градиент уменьшается, поэтому время прогрева приходится увеличивать. В случае же СВЧ-нагрева такой проблемы нет: с помощью СВЧ изучения можно получить не только равномерное, но и любое заданное распределение температуры по объёму диэлектрика, что открывает возможности для многократного ускорения ряда технологических процессов.

СВЧ-нагрев привлекателен и многим другим.

Во-первых, СВЧ-энергия практически исключает вредное влияние на окружающую среду, поскольку картер, его поддон и блок цилиндров — это, по сути, защитная оболочка.

Во-вторых, СВЧ-нагрев с тепловой точки зрения практически безынерционен, что позволяет чуть ли не мгновенно включать и выключать тепловое воздействие на обрабатываемый диэлектрик.

В-третьих, КПД преобразования СВЧ-энергии в тепловую, выделяемую в объёме нагреваемых диэлектриков, теоретически близок к 100 %, так как тепловые потери в подводящих трактах невелики, а стенки волноводов и цилиндров ДВС остаются практически холодными.

Конечно, многообразие геометрических размеров и форм обрабатываемых диэлектриков, различие их электрофизических свойств затрудняет создание универсальных СВЧ-камер для тепловой обработки. Поэтому в каждом конкретном случае приходится определять конструкцию камеры СВЧ-нагрева и наиболее подходящий способ возбуждения электромагнитного поля.

Однако все это технически преодолимо. Главное же — крайне необходимое для дизельной военной автомобильной техники, где, как известно, время её приведения в рабочее состояние — важнейшее условие успешного боя.

Литература

1. Чижков Ю.П., Квайт С.М., Сметнев Н.Н. Электростартерный пуск автотракторных двигателей. М.: Машиностроение, 1985. С. 5—8.
2. Чижков О.П., Квайт С.М., Сметнев Н.Н.. Электростартерный пуск автотракторных двигателей. М.: Машиностроение, 1985. — 5 с.
3. Белов М.П., Бурячко В.Р., Акатов Е.И. Двигатели армейских машин. Ч.I. Теория / М.: Воениздат, 1971. — С. 451—452.
4. Кочергин С.В. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук "Разработка и обоснование параметров устройства электроподогрева моторного масла с саморегулированием мощности в двигателях внутреннего сгорания" / Тамбов: Издательский центр Тамбовского государственного технического университета, 2003. — 5 с.

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

УДК 62-233.3

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА БОЛТОВОГО СОЕДИНЕНИЯ НА НАКОПЛЕННУЮ ПОГРЕШНОСТЬ ШАГА И РАДИАЛЬНОЕ БИЕНИЕ СБОРНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС

Канд. техн. наук **ЧЕРЕПАХИН А.А.**, **ХОРОВ А.Н.**
Московский политехнический университет (МАМИ) (8.495. 223-05-23)

Рассмотрено влияние крутящего момента затяжки болтового соединения сборного косозубого зубчатого колеса на накопленную погрешность шага и радиальное его биение. Были проведены экспериментальные исследования, сделаны расчёты с помощью ЭВМ и специального программного обеспечения.

Ключевые слова: *зубчатое колесо, болтовое соединение, радиальное биение, накопленная погрешность шага.*

Cherepakhin A.A., Khorov A.N.

ANALYSIS OF THE IMPACT OF TORQUE ON BOLTING THE ACCUMULATED PITCH ERROR AND RADIAL RUNOUT OF MODULAR GEAR

The article considers the influence of torque bolting the assembly of prefabricated helical gear in the accumulated pitch error and radial runout of the gear, and its impact on the overall accuracy. Experimental studies have been carried out, calculations are made using a computer and special software.

Keywords: *gear, bolt connection, radial runout, accumulated pitch error*

Зубчатые передачи — наиболее массовые, разнообразные и ответственные элементы конструкции машин и механизмов. Поэтому и требования, предъявляемые к ним, весьма многочисленны и зависят от области их применения. Например, в случае делительных машин основными из этих требований являются высокая кинематическая точность, т.е. точная согласованность углов поворота ведущего и ведомого колёс; в случае трансмиссии автомобиля — плавность работы, т.е. отсутствие циклических погрешностей, многократно повторяющихся за оборот; в случае любых высоконагруженных передач — соблюдение норм контакта зубьев, т.е. площади поверхности касания зубьев сопрягаемых колёс. И надо сказать, современная промышленность большинству этих требований удовлетворяет. Хотя существуют и нерешённые проблемы, главные из которых — две: не очень высокая производительность обработки, обусловленная невозможностью увеличения скорости резания или скорости движения подачи без существенной потери точности зубчатого венца и слишком обширная номенклатура зубчатых колёс при относительно узкой номенклатуре зубчатых венцов. И если первая из них в настоящее время более-менее решается с помощью новых конструкций фрезы небольших диаметров и новых материалов для режущих инструментов, то по второй каких-либо особо действенных решений пока нет. Кроме, пожалуй, одного — применения сборных конструкций колёс, в состав которых входят нормализованные или стандартизованные зубчатые венцы, поставляемые централизовано, и ступица, изготовляемая предприятием-потребителем. Это позволяет ему применять одну и ту же ступицу для производства зубчатых колёс с разными числами и модулями зубьев. Итог — упрощение и удешевление ремонта и зубчатых передач. И в частности — замена износившихся зубчатых венцов.

Правда, данное решение тоже не из числа беспроблемных: оно требует создания ремонтопригодных конструкций колёс, а также технологии их сборки, обеспечивающей необходимую точность соединения зубчатых венцов со ступицами. То есть учёта таких параметров сборки пары "венец—ступица", как точность

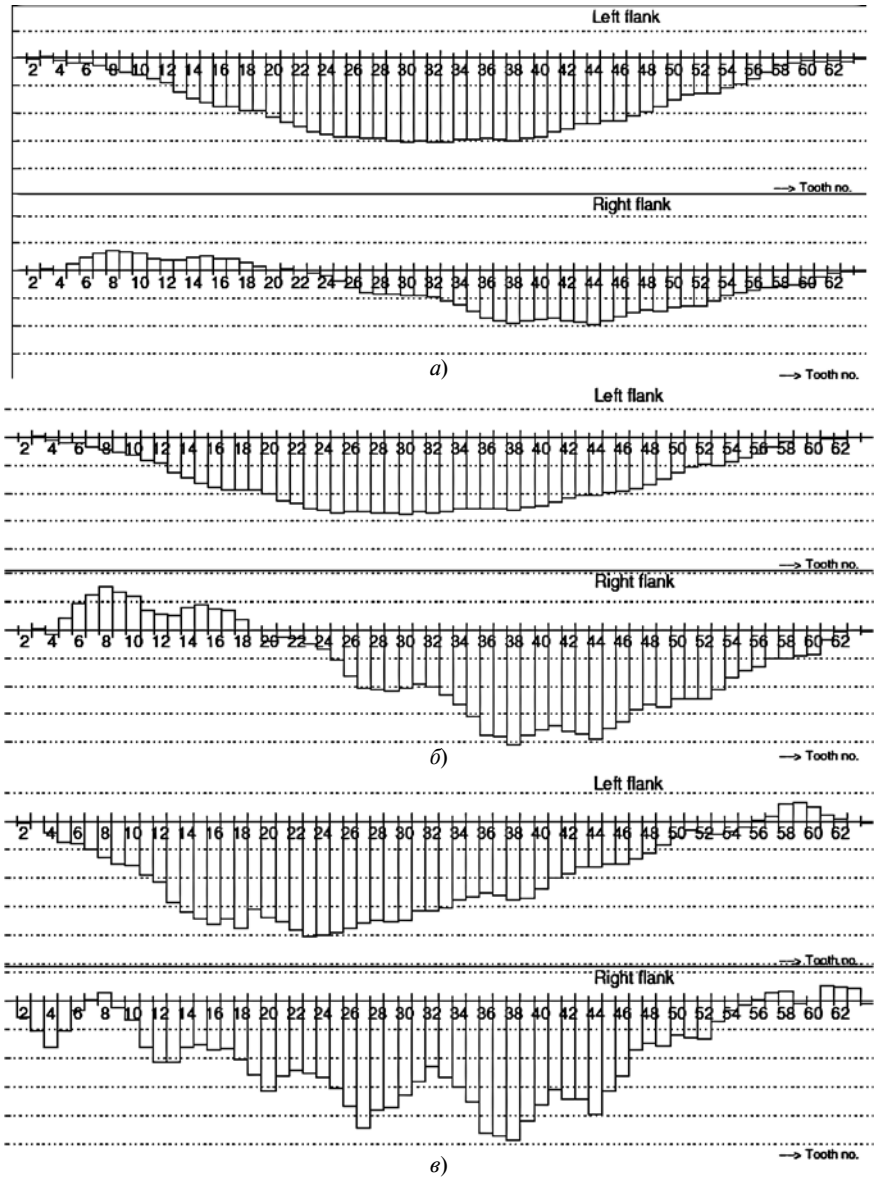


Рис. 1. Накопленная погрешность шага зубьев зубчатого колеса:
а — незатянутое колесо; *б* — при равномерной затяжке; *в* — при неравномерной затяжке

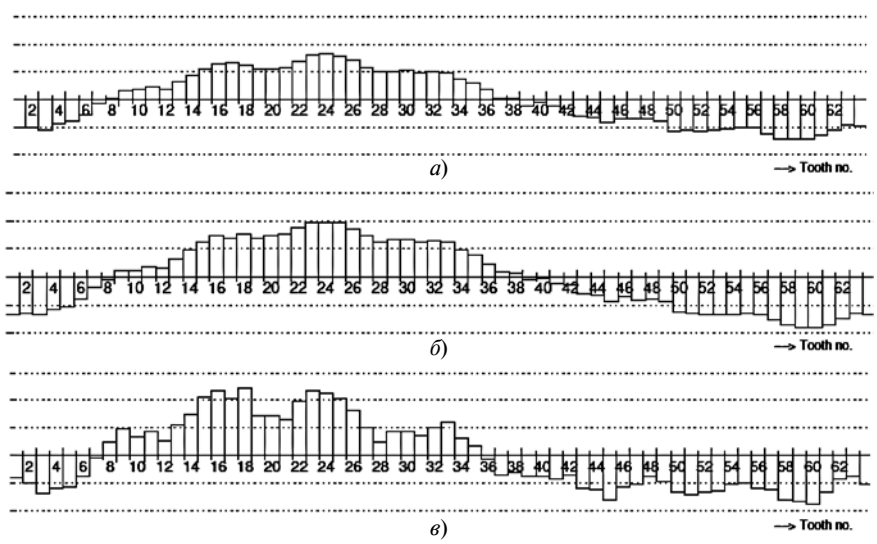


Рис. 2. Радиальное биение зубчатого колеса:
а — незатянутое колесо; *б* — при равномерной затяжке; *в* — при неравномерной затяжке

обработки баз, точность обеспечения заданного крутящего момента и затяжки болтов и осевого усилия.

Чтобы проверить, способны ли нынешние технологии обеспечить такой учёт, авторы провели специальное исследование, объектом которого стало косозубое зубчатое колесо задней передачи автомобиля ВАЗ-2108, изготавливаемое по VI классу точности и собираемое с помощью болтового соединения.

Крепёжные элементы (болты) этого колеса завертывают одношпиндельными гайковертами. Погрешности осевых сил затяжки могут колебаться в пределах 30...70 % их номинального значения. Чтобы уменьшить данный разброс, производственники пытались применять многошпиндельные гайковёрты, работающие как от одного привода, так и с автономным приводом для каждого гайковёрта. Но во втором случае погрешности осевых сил затяжки могут колебаться в пределах 12...20 %, что тоже много. Поэтому авторы в ходе исследования пользовались реверсивным динамометрическим ключом фирмы "Викинг Тулз", обеспечивающим эту погрешность на уровне ±4 %.

Исследование точностных параметров зубчатого колеса проводилось в несколько этапов. Сначала на незакреплённом зубчатом венце были сделаны замеры параметров точности, касающиеся фактических погрешностей направления зубьев. Затем эту операцию повторили для других венцов партии и в качестве объекта дальнейших исследований взяли тот из них, у которого погрешность изготовления оказалась наименьшей. То есть фактически приняли, что венец изготовлен без погрешностей.

Следующим этапом эксперимента была установка зубчатого венца на оправку и закрепление его на ней с помощью болтов и динамометрического ключа, отрегулированного на заданную затяжку с имитацией её погрешности в пределах ±20 % номинального значения, как того требует ОСТ. Затяжка осуществлялась, как обычно, по схеме "крест-накрест".

Для измерений оправку с закрепленным на ней зубчатым венцом устанавливали в высокоточный кулачковый патрон зубоизмеритель-

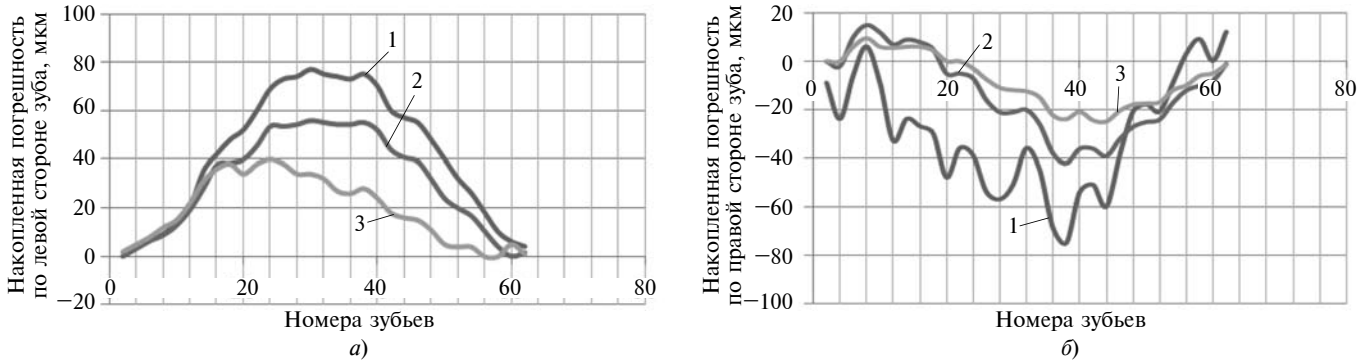


Рис. 3. Зависимость накопленной погрешности шага на левой (а) и правой (б) стороне зуба от нагрузки (степени затяжки болтов):
1 — при неравномерной затяжке; *2* — при равномерной затяжке; *3* — при отсутствии затяжки

ной машины и получали фактические значения радиального биения и накопленной погрешности шага зубьев после сборки.

На третьем этапе измеряли параметры точности зубчатого колеса при неравномерной затяжке болтового соединения. Для этого часть болтов затягивали крутящим моментом, на 20 % превышающим его номинальное значение, а вторую часть — на 20 % меньшим этого значения.

В результате были получены три (для незатянутых, равномерно и неравномерно затянутых болтов) диаграммы значений накопленной погрешности $F_ш$ шага зубчатого колеса (рис. 1) и три графика радиального биения Δ зубчатого венца (рис. 2) в ненагруженном их состоянии и при различных нагрузках.

Из этих рисунков можно сделать вывод: накопленная погрешность шага и радиальное биение зубьев сильно зависят от способа затяжки болтов и прикладываемого к ним крутящего момента.

По результатам измерений были построены графики, характеризующие зависимости численных значений накопленной погрешности шага и радиального биения зубчатого колеса от приложенной нагрузки, т.е. при тех же трёх состояниях болтов (рис. 3 и 4).

Из этих рисунков видно, что наличие крутящего момента затяжки существенно ухудшает показатели кинематической точности зубчатого колеса. Так, если при измерении в свободном (незатянутом) состоянии болтов максимальное значение накопленной погрешности шага зубьев составляет 40 мкм по левой стороне зуба и 25 мкм по правой его стороне; при измерении равномерно затянутых болтов — соответственно 54 и 42 мкм; при неравномерно затянутых болтах — уже 76 и 74 мкм. То есть значения, полученные при измерении равномерно затянутых болтов, соответствуют лишь VII классу точности, при неравномерно затянутых — даже VIII классу, и только при незатянутых болтах — VI классу точности по ГОСТ 1643—81.

Но и это еще не всё. Максимальное значение радиального биения, выбранного для исследования зубчатого венца в свободном состоянии, составляет 22 мкм, что точно соответствует VI классу точности. При равномерной же затяжке оно равно 37 мкм, при неравномерной затяжке — 49 мкм. То есть по этому показателю зубчатое колесо соответствует VII классу точности.

Таким образом, сборное колесо рассматриваемую проблему не решает. Однако, для того чтобы избежать ухудшения работы созданных на его основе зубчатых передач, по мнению некоторых специалистов, сделать все-таки кое-что можно. Например, для обеспечения стабильности крутящего момента затяжки резьб применять гайковерты с системой обратной связи, у которых допуск на отклонение данного момента от номинального его значения не превышает ±5 %; изготовлять детали сборного зубчатого колеса увеличенной степени точности, если это экономически целесообразно и технически возможно. Однако вывод, сделанный выше, даже и в этих случаях остаётся тем же: сборные зубчатые колёса, с точки зрения точности их изготовления и сборки, проблему не решают. Здесь нужны новые поиски.

Рис. 4. Зависимость радиального биения колеса в зависимости от нагрузки (степени затяжки болтов):
1 — при неравномерной затяжке; *2* — при равномерной затяжке; *3* — при отсутствии затяжки

Литература

1. Марков А.Л. Измерение зубчатых колёс (допуски, методы и средства контроля) Л.: Машиностроение, 1977.
2. Материалы Группы Технополис.
3. Материалы компании "Mahr".
4. Калашников С.Н., Калашников А.С., Коган Г.И. под ред. Тайца Б.А. "Производство зубчатых колёс: Справочник". М.: Машиностроение, 1990.

МИКРОАВТОБУСЫ "ЮНОСТЬ"

ЗИЛ-118

Примечательным для поры хрущёвской "Оттепели" было создание в 1961 году автомобиля ЗИЛ-118 "Юность". Автобус на 17 мест, включая водителя, был создан по инициативе начальника производства Н.Ф. Гринчара и комсомольцев завода во главе с В.Г. Мазепой без единого совещания. И без одобрения, но и без запрета со стороны А.Г. Крылова. Автобус имел оригинальный, удивительно гармоничной красоты кузов, двигатель ЗИЛ-130, трансмиссию и ходовую часть лимузина ЗИЛ-111.

В 1967 году "Юность" была показана на Международном автобусном салоне в Ницце, и завоевала 11 из 12 технических призов. А по пути туда экипаж заводских водителей (И. Локтюшин, А. Кудрявцев) принял участие в туристическом ралли и выиграл его, получив большой призприз Президента Франции генерала де Голля, а также бронзовую медаль комиссариата по туризму и вымпел инициативного туристического комитета г. Ниццы. Ни одна конструкция завода, да и всего отечественного автомобилестроения не имела больше такого успеха как "Юность".

Успех в Ницце вызвал большой коммерческий интерес к машине за рубежом. Кстати, очень понравилась "Юность" Генри Форду (внуку основателя фирмы), который с удовольствием пользовался микроавтобусом во время своего визита в Москву, предпочтя его лимузинам. Он даже был готов финансировать строительство завода по ее производству с платой за это в виде поставок микроавтобусов. Однако ни с участием иностранного капитала, ни собственными силами массовый выпуск ЗИЛ-118 так и не был налажен, модель осталась такой же малосерийной, как базовые представительские лимузины.

Мрост Ю.Н.

Первый опытный образец микроавтобуса ЗИЛ-118 "ЮНОСТЬ"

Силовой агрегат для ремонта можно было "выкатить" из-под микроавтобуса

Кабина водителя микроавтобуса "ЮНОСТЬ"

Т. Киселева с коллегами у микроавтобуса "ЮНОСТЬ"

ЗИЛ-118 во время поездки в Ниццу. Слева направо: А. Кудрявцев, И. Локтюшин, М. Фридман

ЗИЛ-118К

Одно из "моих" бюро занималось "Юностью". Когда я возглавил КБ, выпускался созданный под непосредственным руководством Родионова его второй, уже более совершенный вариант — ЗИЛ-118К. Комфортабельные микроавтобусы органично дополняли семейство легковых автомобилей представительского класса, поэтому работы над их совершенствованием велись одновременно с разработкой легковых машин. К тому же себестоимость изготовления заводом далеко недешевых "легковых" агрегатов за счет их применения при производстве "Юности" существенно снижалась. Конечно, автобус выпускался в ограниченных количествах, в основном по заказам тех или иных организаций. На его базе создавались различные специальные модификации, к примеру реанимационный автомобиль и передвижная криминалистическая лаборатория. Самой же значимой была разработка спецмашины дальней космической связи для обеспечения заграничных поездок высших руководителей страны. В частности, она побывала во Франции с Л.И. Брежневым.

Что интересно: другие главы государств тоже привозили на такие встречи аналогичные по назначению машины — их сразу выдавала смонтированная на крыше здоровенная параболическая антенна. А вот наша "Юность" обошлась без нее — внешне она вообще мало отличалась от стандартного образца, разве что, крыша оказалась приподнята примерно на 15 см, что, кстати, даже улучшило внешний вид машины. Это был радиопрозрачный колпак, скрывавший под собой специальную антенну, выдававшую мощный радиосигнал, принимаемый спутником. Для обеспечения ее работы пришлось создать специальную систему охлаждения, да еще с глушителем шума вентиляторов, а также защитить людей в салоне от высокочастотного радиоизлу-

ЗИЛ "ЮНОСТЬ" в Ницце

Испытания медицинской версии микроавтобуса ЗИЛ-118А "ЮНОСТЬ" на автополигоне в Дмитрове

Микроавтобус ЗИЛ-118К "ЮНОСТЬ"

Медицинский автомобиль ЗИЛ-118КС

Специальный реанимационный медицинский автомобиль ЗИЛ-118КА

Криминалистическая лаборатория ЗИЛ-118КЛ

Спецмашина дальней космической связи ЗИЛ-118КВ

чения и обеспечить комфортные условия для их работы.

С запуском в производство базового лимузина ЗИЛ-4104 в какой-то момент у "Юности" появился дополнительный шанс на организацию серийного выпуска. Для этого на ЗИЛе даже планировалось построить отдельный корпус. Я сам рассчитывал экономику проекта: хоть в чем-то пригодилось мое второе высшее образование — экономическое. Речь шла об изготовлении порядка пяти тысяч микроавтобусов в год. Конечно, это не очень много по масштабам советского автопрома, но серийность, как я уже сказал, помогла бы значительно снизить себестоимость легкового производства. Надо отметить, что цена ЗИЛ-4104 для заказчика была значительно ниже его реальной себестоимости. Кстати, многие зарубежные фирмы, выпускающие представительские автомобили, тоже продают их дешевле себестоимости, как бы в убыток, но зато обеспечивают престиж марки, а недополученную прибыль компенсируют за счет серийных машин. Так вот, запуск "Юности" в серию помог бы выправить дисбаланс между себестоимостью и ценой ЗИЛ-4104. Да и сам микроавтобус получался выгодным для эксплуатирующих организаций. К примеру, в качестве маршрутного такси он окупал себя примерно за полгода. Для решения вопроса о строительстве производственного корпуса был организован в Кремле показ автобуса Председателю Совета министров А.Н. Косыгину. Я рассказал ему о машине, о ее достоинствах. Алексей Николаевич все внимательно выслушал, посидел на нескольких сиденьях в салоне, и было видно, что ему понравилось. Вскоре он подписал соответствующий документ, но денег почему-то так и не дали.

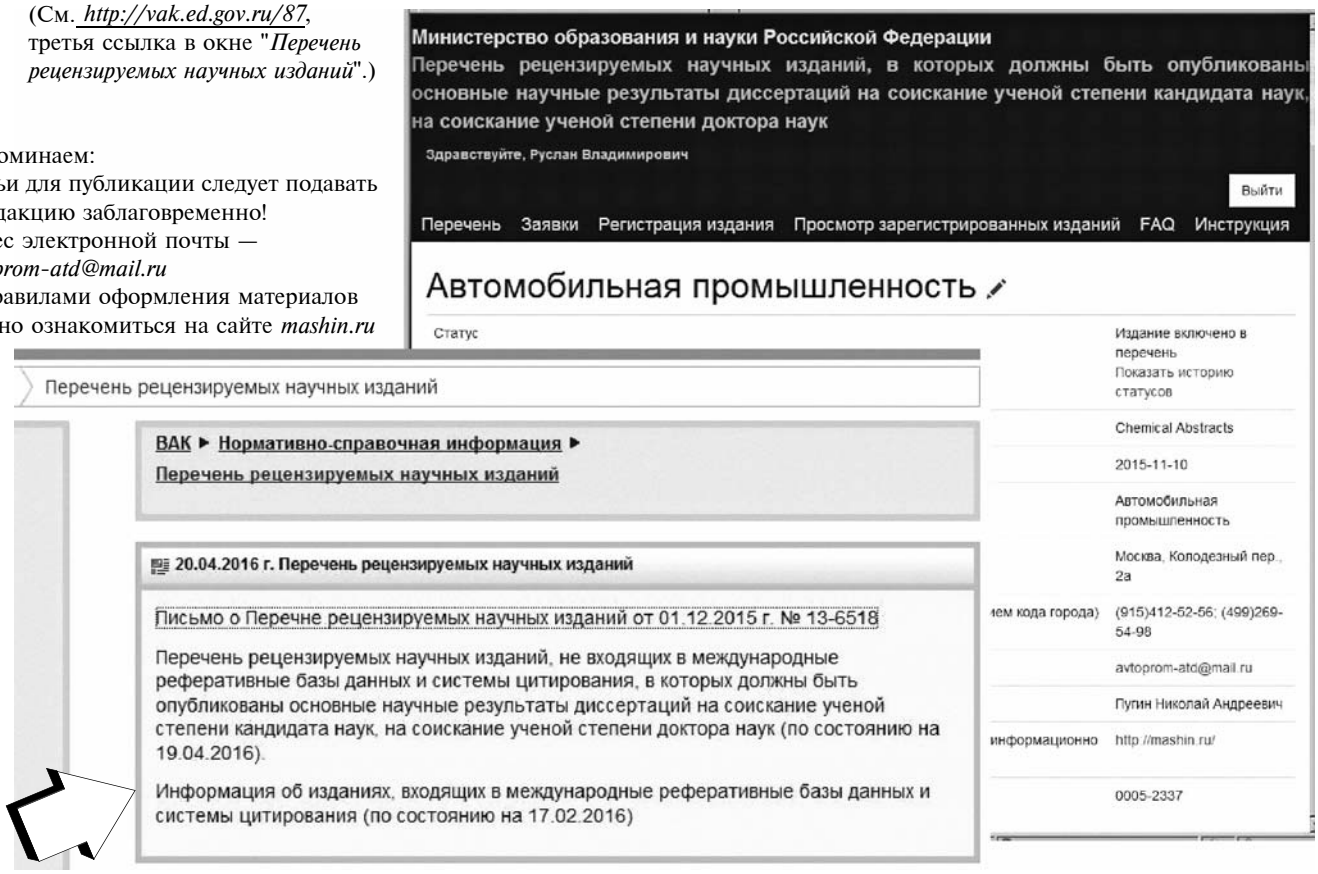
Степанов И.С.

Уважаемые авторы и читатели!

Редакция и редакционная коллегия сообщают: научно-технический журнал "АВТОМОБИЛЬНАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ" успешно прошёл аккредитацию в ВАК для публикации работ соискателей учёных степеней.

(См. *http://vak.ed.gov.ru/87*, третья ссылка в окне "*Перечень рецензируемых научных изданий*".)

Напоминаем:
статьи для публикации следует подавать в редакцию заблаговременно!
Адрес электронной почты — *avtoprom-atd@mail.ru*
С правилами оформления материалов можно ознакомиться на сайте *mashin.ru*



Указатель статей, опубликованных в 2016 году

№

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Дубовик Е.А. — Комплексный показатель конкурентоспособности предприятий автосервиса 2

Дубовик Е.А. — Методики оценки конкурентоспособности предприятий 7

Дубовик Е.А. — Современные стратегии повышения конкурентоспособности предприятия 3

Егоров А.Н. — Роботизированный карьерный самосвал БелАЗ грузоподъёмностью 136 тонн 11

Загарин Д.А. — Метод математического описания динамически сбалансированной структуры малых промышленных предприятий при создании и производстве тракторов и автомобилей 10

Козловский В.Н., Афиногентова Н.В., Заятров А.В., Полякова Е.В. — Современный аналитический комплекс измерения качества автомобилей в эксплуатации 4

Козловский В.Н. — Ранжирование проблем качества новых автомобилей 12

Майоров С.В. — Финансирование инфраструктурных проектов за счёт создаваемой ими налоговой базы 1

Подхалюзина В.А., Дрейцен М.А., Шуба Н.А. — Разработка экономической модели автомобильного рынка России 6

Фасхиев Х.А., Крахмалева А.В. — Разностный метод измерения качества легкового автомобиля 5

Шипилевский Г.Б. — О принципах подготовки специалистов для отрасли автомобиле- и тракторостроения 10

Шипилевский Г.Б. — Стратегия создания объектов новой техники 9

АСМ-факты 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Акунов Б.У. — Зависимость количества вредных веществ в отработавших газах автомобиля от рельефа местности 2

Алтунин К.В. — Пути повышения эффективности ДВС за счёт добавления воды 4

Андрейчик А.Ф., Харитончик С.В., Шмелёв А.В. — Методика и результаты расчётной оценки аэродинамических потерь в межзвенном пространстве сочленённого магистрального автопоезда 6

Балабин И.В., Богданов В.В., Чабунин И.С. — Влияние жёсткости упругого элемента сиденья на вибронагруженность водителя 7

№

Балабин И.В. — Углы установки управляемых колёс и их количественное влияние на сопротивление движению автомобиля 9

Балакина Е.В., Голубева Т.А., Мельников А.В. — Положение зон разного трения в пятне контакта шины с дорогой и активная безопасность автомобиля 3

Балакина Е.В., Козлов Е.В., Тодорев А.Н. — Изменение углов конструктивного наклона колес при движении легкового автомобиля 12

Белоусов Б.Н., Гладов Г.И., Ксеневич Т.И., Малиновский М.П., Осипков В.О. — О некоторых направлениях развития теории автомобиля 2

Белоусов Б.Н., Ксеневич Т.И., Наумов С.В., Степнов В.Л., Климачкова А.С. — Следящая система управления параметрами подрессоривания колеса в модуле движителя автомобиля 4

Бойко А.В., Федотов А.И. — Пространственная математическая модель процесса торможения автомобиля на полноопорном роликовом стенде 3

Бурдыкин В.Д. — Центробежная форсунка для дизелей 7

Вальехо Мальдонадо П.Р., Трифонов В.Л., Марков В.А. — Показатели динамики процесса сгорания в дизеле и газодизеле 10

Гладов Г.И., Рябов Д.М. — Выбор электротрансмиссии многозвенного автопоезда 1

Гладов Г.И., Рябов Д.М. — К вопросу о выборе потребной мощности двигателя при переходных режимах его работы 2

Гусаков С.В., Новиков В.А. — Расчётная оценка возможностей повышения КПД действительного цикла дизеля за счёт организации процесса сгорания при постоянном объёме 5

Гусаров В.В., Ашишин А.А., Аутхман Р.Л., Автаев Ф.В. — Анализ уравновешенности двигателей новой конструктивной схемы — W9 5

Давлятов У.Р., Омуров Ж.М., Шатманов О.Т. — Математическая модель и методика численного расчёта процесса движения седельного автопоезда в горных условиях эксплуатации 5

Дубин А.Е., Нестеров В.Е. — Основы расчёта нагнетательных комплексов для амфибийных транспортных средств на воздушной подушке с многокамерными гибкими ограждениями Ж. Бертена . . 10

Дубовик Е.А. — Повышение эффективности функционирования сельскохозяйственных машин при использовании гидроприводов 6

Дьяков И.Ф. — О возможности снижения шума агрегатов автомобиля 6

Заболоцкий М.М., Дубоносов И.В. — Карьерные самосвалы серии БелАЗ-7555 с многодисковыми маслоохлаждаемыми тормозами 6

№

Загарин Д.А., Сальников В.И., Шабанов А.В. — Аккумуляторные батареи автомобилей с электроприводом 5

Загарин Д.А., Сальников В.И., Шабанов А.В., Ломакин В.В., Шабанов А.А. — Гибридные автомобили. Пути повышения их энергетической эффективности 4

Камышников Р.О. — Пути снижения дымности отработавших газов дизеля, регулируемого изменением его рабочего объема 1

Копотилов В.И. — Тормозная сила автомобильного колеса и механизм ее образования 1

Кривцов С.Н. — Методический подход к формированию динамической модели дизельного автомобиля с аккумуляторной топливоподающей системой 10

Лиханов В.А., Лопатин О.П. — Улучшение экологических показателей дизеля с турбонаддувом при работе на природном газе 9

Манухин А.А., Клиншов А.М. — Концептуальная модель взаимодействия с внешней средой системы управления автомобилем с комбинированным движителем 4

Манухин А.А., Клиншов А.М. — Оценка маневренности автомобилей с комбинированным движителем методом расчёта обобщённых критериев 5

Марков В.А. — Использование природного газа в качестве моторного топлива 12

Мац Э.Б., Гуреев В.М., Малышкин Д.А., Чиннов А.В. — Исследование возможностей улучшения характеристик двигателя КамАЗ 820.13-400 за счёт изменения параметров турбокомпрессора с использованием программного комплекса "ПОТОК" 4

Михайлов В.Г., Мишута Д.В. — О колебательной модели грузового автомобиля 7

Михайлов В.Г., Мишута Д.В. — Оценка эффективности систем подрессоривания грузового автомобиля 5

Насковец А.М., Гусаков Г.Б. — БелАЗ на выставке "МайнЭкспо Интернешнл" в Лас-Вегасе 9

Патрахальцев Н.Н., Ощепков П.П., Бехджуйан Хоссейн — Оценка показателей экономичности и токсичности выбросов дизеля, регулируемого изменением рабочего объема на режимах малых нагрузок 5

Патрахальцев Н.Н., Ощепков П.П., Савастенко Э.А. — Повышение экономичности двигателя с искровым зажиганием путём регулирования его рабочего объёма 9

Румянцев Л.А. — Устройство управления полуавтоматической диапазонной передачей "Экотранс" 7

Савастенко Э.А. — Возможности повышения эксплуатационной топливной экономичности бензинового двигателя 2

№

Савенков Н.В. — Оптимизация режимов силовой установки автомобиля для повышения его топливной экономичности 6

Свияженинов Е.Д. — Модернизация классических роторных бесконтактных датчиков-распределителей зажигания ДВС 3

Сливинский Е.В., Радин С.Ю., Климов Д.Н. — Перспективный гидравлический амортизатор для автотранспортных средств 12

Тарасик В.П. — Математическое моделирование переключения передач с перекрытием характеристик управления 7

Тарасик В.П. — Математическая модель теплопередачи в дисковых фрикционах переключения передач трансмиссии 9

Тарасик В.П. — Математическое моделирование переключения передач с перекрытием характеристик управления 7

Урбанович А.С. — Аэродромные тягачи БелАЗ 7

Фаталиев Н.Г., Дадилов А.С. — Пути совершенствования системы турбонаддува двигателя внутреннего сгорания 6

Филатов Н.В. — Глушитель шума газового потока . . 1

Хортов В.П., Скворцов А.А., Зуев С.М. — Высоковольтные системы пуска двигателей внутреннего сгорания 10

Хортов В.П. — Суперконденсаторная система пуска ДВС 12

Чабунин И.С., Балабин И.В., Плетин Д.А. — Защита гидравлических амортизаторов от динамических нагрузок, возникающих от воздействия неровностей дороги 2

Шипилевский Г.Б. — Автоматическое управление распределением мощности в ходовой системе многоосной машины 2

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС АТС

Акунов Б.У. — Анализ концентрации остаточного кислорода в отработавших газах автомобиля в зависимости от рельефа местности 5

Адрианов Ю.В., Комаров В.В. — Правовые проблемы предрейсового контроля технического состояния транспортных средств 12

Васидов А.Х., Калауов С.А., Базаров Б.И. — Оценка эксплуатационных показателей газобаллонной техники по результатам полигонных испытаний 3

Галкин М.Л., Жердев А.А., Марков В.А. — Новые антифризы для автотракторных двигателей 1

Ганжа В.А., Ковалёва М.А., Ковалевич П.В., Каптюк И.В. — Источники загрязнения придорожной полосы и меры снижения их негативного влияния на экосистему 4

№

Геращенко В.В., Коваленко Н.А., Лобах В.П., Артеменко В.Н. — Устройство для бортового диагностирования тормозной системы автомобиля 3

Дубовик Е.А. — Конкурентоспособность методов и технологий моечных работ предприятий автосервиса 4

Жималин А.В. — Обоснование ступенчатого регулирования наработки до технического обслуживания по мере выработки ресурса автомобилей 10

Катанаев Н.Т., Лепёшкин А.В., Колбасов А.Ф. — Идентификация неголономных несовершенных связей колеса транспортного средства при движении в сложных дорожных условиях 11

Клишин П.В., Латышев А.П., Коноплёв В.Н., Юнисов И.К. — Изменения требований к моторным топливам и маслам, связанные с совершенствованием ДВС 9

Козловский В.Н., Панюков Д.И., Заятров А.В. — Учёт факторов сезонности при оценке надёжности автомобилей в эксплуатации 2

Крайнюков А.В., Жегалов И.Н., Жданов Т.Ю. — Проблема надёжного функционирования автомобильной техники в условиях низких температур . . 11

Кульпин А.Г., Стенин Д.В., Култаев Е.Е. — Оценка эффективности эксплуатации карьерных автосамосвалов с учётом теплового состояния шин 5

Лебедев А.Е., Антропов Б.С., Ананьин М.Ю., Лебедев Д.В. — Расчёт нагружённости маршрутов междугороднего сообщения как способ предупреждения внезапных отказов автобусов 7

Лебедев С.А., Картуков А.Г. — Анализ состояния обеспеченности спецтехники аккумуляторными батареями 12

Лысанов Д.М. — Оценка качества технологического оборудования для автосервиса 1

Макаркин И.М., Дунаев А.В., Галимов Т.М. — Приёмы диагностирования редукторов ведущих мостов перспективных автомобилей КамАЗ 6

Марков В.А., Девянин С.Н., Нагорнов С.А. — Оптимизация состава смесевых биотоплив для дизелей 3

Пищулин М.В. — К вопросу о гомогенизации смеси бензинового ДВС 1

Филатов М.И., Пузаков А.В. — Имитирование неисправностей как инструмент диагностирования автомобильных генераторов 1

Швеёв А.И., Швеёва Т.В., Швеёва Е.И. — Клиенто-ориентированный автосервис — инструмент управления взаимоотношениями с владельцами АТС 2

Швеёв И.А. — Об износостойкости поверхности износа рабочего элемента толкателя клапана 3

Павлишин С.Г., Дульнев А.Н., Макаров Д.А. — Пути повышения надёжности автомобилей КамАЗ в гарантийный период эксплуатации 2

№

Павлишин С.Г., Зорин П.С., Попов Е.В. — Анализ эксплуатационных отказов автомобилей УАЗ, используемых для обучения вождению 9

Павлишин С.Г., Кутафьев А.Т. — Последствия использования неоригинальных запасных частей . . 11

Поезжаева Е.В., Васенин А.С., Шумков А.Г. — Автоматизация мойки автомобилей 2

Прохоров В.А. — Система частотного управления асинхронным электроприводом для автомобилей с КЭУ и электромобилей 11

Рыбаков А.А. — Однотактный двигатель с внешней камерой сгорания и кривошипно-шатунным механизмом 11

Сливинский Е.В., Радии С.Ю., Пивоваров О.А. — Газораспределительный механизм повышенной надёжности для ДВС легковых автомобилей 11

Суранов Г.И. — Расход топлива как критерий корректирования периодичности технического обслуживания автомобилей 4

Чмиль В.П. — Рекуперативная трансмиссия полноприводного автомобиля 11

Шапран В.Н., Березняк А.В., Симонян Р.М. — Способы дозированного слива отстоя из топливного бака 11

Шапран В.Н., Стрелков Д.Н. — СВЧ-подогрев топлива и масла для пуска дизеля при низких температурах 12

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Агошков А.В., Кутовой С.С., Котляров А.Ю. — Базовые технологические воздействия и физико-химические процессы при комбинированной обработке заготовок деталей машин 3

Белова Е.В., Купцов А.В., Оранова М.В. — Совершенствование процесса управления ремонтными работами на предприятиях автомобильной промышленности 1

Бумага А.Д., Яценко А.Г., Криволап В.В., Савенков Н.В., Скрипкарь В.Г. — Стенд для исследования пятна контакта шин с опорной поверхностью 6

Дубовик Е.А. — Объёмная жёсткость и её влияние на динамику гидромеханической системы 5

Дьяков И.Ф. — Алгоритм оценки вибрации транспортных средств на основе нейронной технологии . . . 4

Иванов В.В., Гальченко Г.А. — Вибрационное механохимическое цинкование крепёжных деталей автомобиля 2

Ившин К.С. — Проектное моделирование в дизайне транспортных средств 7

Коваленко Н.А., Геращенко В.В., Лобах В.П. — Модернизированный стенд для диагностирования тяговых качеств автомобиля 11

Козловский В.Н., Панюков Д.И., Заятров А.В. — Основные элементы *FMEA* в автомобилестроении . . 5

№

Котляров А.Ю., Кутовой С.С., Ефремов В.В. — Математическое моделирование геометрических параметров формы при восстановлении деталей машин . . . 2

Котляров А.Ю. — Повышение эффективности контроля качества обработки деталей методом акустической эмиссии . . . 11

Медведицков С.И., Кузьминов В.В., Маршин И.В., Задворнов В.Н. — Определение величин проскальзывания шины в пятне контакта с использованием фотодатчиков и программируемой системой управления . . . 11

Михайлов В.Г. — *"Matlab/Simulink":* моделирование микропрофиля дороги и внешних возмущений . . . 10

Мороз С.М. — Технология электронной маркировки и идентификации АТС . . . 1

Тихонов А.К., Минин А.В., Червяков А.А., Чикуров А.В., Троцик В.И. — Импортозамещающая технология твёрдого хромирования крупногабаритных штампов в протоке электролита . . . 3

Черепахин А.А., Хоров А.Н. — Анализ влияния крутящего момента болтового соединения на накопленную погрешность шага и радиальное биение сборных зубчатых колёс . . . 12

Шандров Б.В., Булавин И.А. — Регулирование осевого положения ведущей шестерни относительно оси ведомого колеса при сборке редукторов ведущих мостов . . . 9

Шафигуллин Л.Н., Гумеров М.И., Швеёв А.И., Гумеров И.Ф., Шафигуллина А.Н. — Сэндвичевый полиуретановый материал для покрытия пола грузового автомобиля . . . 2

Шафигуллин Л.Н., Гумеров М.И., Швеёв А.И., Гумеров И.Ф., Шафигуллина А.Н. — Сэндвичевый полиуретановый материал для покрытия пола грузового автомобиля . . . 2

Шкель А.С., Загарин Д.А., Козловская М.А., Дзоценидзе Т.Д. — Высокопрочные стали производства ООО "Уральская сталь" для несущих систем транспортно-технологических машин . . . 6

ИНФОРМАЦИЯ

Балабин И.В. — Колесо: появление безопасного колеса и основные тенденции развития конструкций шин и колёс . . . 4

Годжаев З.А., Гришин А.П., Гришин А.А., Гришин В.А. — Тенденции развития сельскохозяйственной робототехники . . . 6

Зеленин В.А., Белов С.А. — Аспекты эксплуатации современных грузовых автомобилей . . . 2

Коротко о разном . . . 1, 2, 6

Из истории отечественного автомобилестроения

Васильев В.П. — Адекватный грузовик . . . 8

№

Васильев В.П. — Кабриолет . . . 8

Васильев В.П. — Последние модели . . . 8

Дажин Л.П. — КЭО во время войны . . . 8

Данилов Р.Г. — Альтернатива ЗИЛу-131 . . . 8

Данилов Р.Г. — Аналог "Унимога" . . . 8

Данилов Р.Г. — Спасательные машины для гражданской авиации . . . 8

Коротко о *БЕЗОБ*разном . . . 8

Кузнецов А.В. — Зуборезные станки . . . 8

Кузнецов А.В. — Первая реконструкция . . . 8

Кузнецов А.В. — "Трёхтонка" ЗИС-5 . . . 8

Мазепа В.Г. — Итоги лихачёвской (второй) реконструкции . . . 8

Мазепа В.Г. — Легковые автомобили высшего класса семейства ЗИЛ-111 . . . 8

Мазепа В.Г. — Плюс модернизация . . . 11

Москвин Р.К. — Начало . . . 8

Мрост Ю.Н. — История одного приоритета (о "подкачке") . . . 10

Мрост Ю.Н. — Микроавтобусы "Юность". ЗИЛ-118 . . . 12

Орлов Б.Н. — Автобус ЗИС-16 . . . 8

Орлов Б.Н. — ЗИС-101 . . . 8

Певцов В.Б. — Дизайн ЗИЛ-130 . . . 8

Певцов В.Б. — Стеклопластик в советском автомобилестроении . . . 8

Святенко Ф.Д. — Выдержали испытание . . . 8

Становление автомобильного производства в Китае . . . 9

Степанов И.С. — Микроавтобусы "Юность". ЗИЛ-118К . . . 12

Ткаченко Ю.А., Певцов В.Б., Бычков С.Е., Мазепа В.Г. — КамАЗы . . . 8

Фиттерман Б.М. — Вагонные автобусы . . . 8

Фиттерман Б.М. — ЗИС-15 . . . 8

Фиттерман Б.М. — "Трёхтонка". Выбор пути . . . 8

Фиттерман Б.М. — Цельнометаллическая кабина . . . 8

Ханцев З. — "АМО Plant" . . . 8

Ципулин В.И. — Автопробег . . . 8

Ципулин В.И. — Восстановление "Уайтов" . . . 8

Ципулин В.И. — Первые автомобили АМО . . . 8

Шелепенков М.А. — Под грифом "Секретно" . . . 8

Эвакуация завода . . . 8

Юбилеи

В.П. Тарасику — 80 лет! . . . 9

Содержание

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Козловский В.Н., Панюков Д.И., Заятров А.В. — Ранжирование проблем качества новых автомобилей 1

АСМ-факты 6

КОНСТРУКЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Марков В.А., Поздняков Е.Ф., Шатров В.И. — Природный газ как наиболее выгодное моторное топливо 8

Патрахальцев Н.Н., Ощепков П.П., Бехджуйан Хоссейн — Оценка показателей экономичности и токсичности выбросов дизеля, регулируемого изменением рабочего объёма на режимах малых нагрузок 9

Хортов В.П., Скворцов А.А., Зуев С.М., Воробейкин В.В. — Суперконденсаторные системы пуска ДВС 12

Балакина Е.В., Козлов Ю.Н., Тодорев А.Н. — Изменение углов конструктивного наклона колёс при движении легкового автомобиля 16

Сливинский Е.В., Радин С.Ю., Климов Д.Н. — Перспективный гидравлический амортизатор для АТС 19

ЭКСПЛУАТАЦИЯ. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС АТС

Андрианов Ю.В., Комаров В.В. — Правовые проблемы предрейсового контроля технического состояния транспортных средств 21

Лебедев С.А., Картуков А.Г. — Анализ состояния обеспеченности спецтехники аккумуляторными батареями 25

Читатель предлагает

Шапран В.Н., Стрелков Д.Н. — СВЧ-подогрев топлива и масла для пуска дизеля при низких температурах 29

ТЕХНОЛОГИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ, МАТЕРИАЛЫ

Черепахин А.А., Хоров А.Н. — Анализ влияния крутящего момента болтового соединения на накопленную погрешность шага и радиальное биение сборных зубчатых колёс 30

ИНФОРМАЦИЯ

Из истории отечественного автомобилестроения

Микроавтобусы "Юность"

Мрост Ю.Н. — ЗИЛ-118 33

Степенов И.С. — ЗИЛ-118К 33

Указатель статей, опубликованных в 2016 г. 35

Главный редактор Н. А. ПУГИН

Зам. главного редактора Р.В. Козырев

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Балабин И.В. — *д-р техн. наук, профессор Университета машиностроения (МАМИ)*
Бахмутов С.В. — *д-р техн. наук, зам. директора по научной работе ГНЦ "НАМИ"*
Гируцкий О.И. — *д-р техн. наук, профессор, зам. председателя Экспертного совета НАМИ*
Гладков В.И. — *канд. техн. наук, зам. генерального директора по научной работе ОАО "НИИТавтопром"*
Ковригин А.С. — *зам. генерального директора ОАО "АСМ-холдинг"*
Комаров В.В. — *канд. техн. наук, зам. генерального директора ОАО "НИИАТ" по научной работе*
Коровкин И.А. — *исполнительный директор НП "ОАР"*
Круглов С.М. — *зам. генерального директора ОАО "НИИТавтопром"*
Ксеневич Т.И. — *канд. физ.-мат. наук, МГТУ имени Н.Э. Баумана, НИЦ "Русаен"*
Мамити Г.И. — *д-р техн. наук, профессор Горского Агроуниверситета (Владикавказ)*
Марков В.А. — *д-р техн. наук, профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана*
Николаенко А.В. — *д-р экон. наук, ректор Университета машиностроения (МАМИ)*
Никульников Э.Н. — *канд. техн. наук, НИЦИАМТ ГНЦ "НАМИ"*
Сорокин Н.Т. — *д-р экон. наук, директор ФГБНУ ВНИМС ФАНО России*
Тер-Мкртичьян Г.Г. — *д-р техн. наук, ГНЦ "НАМИ"*
Титков А.И. — *канд. техн. наук, эксперт аналитического центра ОАО "АСМ-холдинг"*
Топалиди В.А. — *канд. техн. наук, ТАДИ*
Филимонов В.Н. — *ответственный секретарь "АП"*
Чернов А.В. — *зам. директора по научной работе НИИАЭ*

Белорусский редакционный совет:

Альгин В.Б. — *д-р техн. наук, профессор, заместитель директора по научной работе ОИМ НАН Беларуси*
Егоров А.Н. — *генеральный конструктор — начальник НТЦ ПО "БелАЗ"*
Захарик А.М. — *канд. техн. наук, технический директор РУП "МАЗ"*
Кухаренок Г.М. — *д-р техн. наук, профессор БНТУ*
Мариев П.Л. — *д-р техн. наук, директор НТЦ "Карьерная техника" ОИМ НАН Беларуси*
Николаев Ю.И. — *главный конструктор ОАО "МЗКТ"*
Сазонов И.С. — *д-р техн. наук, проф., ректор Болорусско-российского университета (Могилёв)*
Харитончик С.В. — *д-р техн. наук, доцент БНТУ (Минск)*

Информационный партнёр АНО "НИЦ "Русаен"

Технический редактор *Шацкая Т.А.*
Корректор *Сажина .И.*
Сдано в набор 24.10.2016. Подписано в печать 22.11.2016.
Формат 60×88 1/8. Усл. печ. л. 4,9. Бумага офсетная.
Отпечатано в ООО "Канцлер".
150008, г. Ярославль, ул. Клубная, д. 4, кв. 49.
Оригинал-макет: ООО "Адвансед солюшнз".
119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: **www.aov.ru**

ООО "Издательство "Инновационное машиностроение"
Адрес издательства и редакции: 107076, Москва, Колодезный пер., 2а, стр. 2
Телефоны: (915) 412-52-56 и (499) 269-54-98; (495) 785-60-69 (реклама и реализация)
E-mail: avtoprom-atd@mail.ru
www.mashin.ru

Журнал зарегистрирован Министерством РФ по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций.
Свидетельство ПИ № 77-7184
Цена свободная.
Журнал входит в перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней.

За содержание рекламных объявлений ответственность несет рекламодатель.
Перепечатка материалов из журнала "Автомобильная промышленность" возможна при обязательном письменном согласовании с редакцией; ссылка — обязательна.

АСМ-ХОЛДИНГУ — 25 ЛЕТ!

Уважаемые коллеги!

ОАО "Автосельхозмаш-холдинг", учреждённое в форме акционерного объединения 11 ноября 1991 г., стало первой в новейшей истории России межгосударственной организацией на экономическом пространстве Содружества независимых государств, объединившей большинство предприятий автомобильного, тракторного и сельскохозяйственного машиностроения стран СНГ.

Кадровый состав объединения на этом этапе формировался из наиболее квалифицированных специалистов расформированного в 1991 году Министерства автомобильного и сельскохозяйственного машиностроения СССР. Это позволило сохранить уникальную базу данных о потенциале отрасли, а высокий профессионализм работников был востребован при выполнении аналитической работы по запросам предприятий автомобильного и сельскохозяйственного машиностроения.

Сегодня "АСМ-холдинг" трансформировалось в известную и авторитетную в международном сообществе аналитическую и консалтинговую компанию широкого профиля, комплексно обслуживающую отрасли автотракторного и сельскохозяйственного машиностроения СНГ в сферах статистической и деловой информации, экономического анализа, инвестиционной деятельности, проведения отраслевых форумов и формирования выставочных и других публичных мероприятий. Специалисты компании успешно выполняют информационно-аналитические и консалтинговые проекты в сфере автомобилестроения, тракторного и сельскохозяйственного машиностроения.

"АСМ-холдинг" единственная в России отраслевая компания, которая проводит ежемесячный мониторинг деятельности предприятий автомобильного, тракторного и сельскохозяйственного машиностроения и рынка этой продукции в России и других странах СНГ. Проводимый непрерывно с 1991 года мониторинг показателей функционирования отрасли, получаемых непосредственно от производителей, а также имеющийся в компании единственный в своем роде отраслевой информационный массив позволяют не только проводить текущий анализ процессов, происходящих в отрасли, но и прогнозировать её развитие.

Информационные ресурсы "АСМ-холдинга" используют Государственная Дума, Торгово-промышленная палата РФ, Министерство промышленности и торговли, Министерство экономического развития и другие органы государственной власти. Компания оказывает консалтинговые и информационные услуги также более чем 100 отечественным и зарубежным компаниям, различным инвестиционным и аналитическим структурам, информационным агентствам.

Наиболее популярным ежемесячным изданием компании является "Аналитический обзор. Производство автомобильной, тракторной, сельскохозяйственной техники и компонентов к ней производителями России и других стран СНГ". Обзор содержит исчерпывающие данные о производстве автомобильной, тракторной и сельскохозяйственной техники и компонентов в России и других странах СНГ, в частности по объёмам производства и продаж грузовых и легковых автомобилей, автобусов и троллейбусов, мототехники, тракторов, комбайнов и других сельскохозяйственных машин и компонентов, а также содержит подробную информацию о текущем состоянии дел в автомобильном и сельскохозяйственном машиностроении. Обзор широко востребован руководителями предприятий, маркетологами и другими специалистами, работающими в отрасли.

Российскими партнерами компании являются: Объединение автопроизводителей России (ОАР), Национальная ассоциация производителей автомобильных компонентов (НАПАК), Ассоциация "Российское объединение автомобильных дилеров" (РОАД), Российская ассоциация станкоинструментальной продукции "Станкоинструмент", НП "Объединение производителей алюминия", Национальная газомоторная ассоциация, Ассоциация автомобильных инженеров (ААИ), ГНЦ РФ ФГУП "НАМИ", Московский государственный политехнический университет (МАМИ) и др.

В качестве иностранных партнёров ОАО "АСМ-холдинг" выступают: Международная организация производителей автомобилей (OICA), Союз автомобильной промышленности Германии (VDA), Ассоциация автопроизводителей и поставщиков Великобритании (SMMT), Комитет французских автопроизводителей (CCFA), Ассоциация автопроизводителей Кореи (KAMA), Ассоциация европейского бизнеса в Российской Федерации (AEB), Японская организация по развитию внешней торговли (JETRO) и др.

Ведущие российские СМИ, специализирующиеся на автомобильной и транспортной тематике, постоянно используют аналитические материалы компании "АСМ-холдинг". Отчёты о мероприятиях, проводимых Обществом, публикуют ведущие СМИ: "Ведомости", "Коммерсант", "Российская газета", "Известия", журналы — "Автомобильная промышленность", "За рулём", "Рейс", "Комтранс", "Интеграл", "Третий Рим", "Автоперевозчик. Спецтехника", "АБС-авто", "Автокомпоненты", "Спецтехника и коммерческий транспорт", "Грузовик Пресс", "Автомобильные дороги" и др. Эксперты компании выступают на телевизионных каналах — "Эксперт", "РБК" и на популярных Интернет-порталах: РБК, "ФИНАМ-инфо", "Ведомости" и др.

ОАО "АСМ-холдинг" является членом Торгово-промышленной палаты Российской Федерации и ряда ведущих отраслевых организаций: НП "Объединение автопроизводителей России", Российского союза промышленников и предпринимателей. Специалисты Общества постоянно включаются в состав комиссий и рабочих групп, формируемых Минпромторгом, Минсельхозом и профильными комитетами Государственной Думы Российской Федерации по наиболее актуальным проблемам развития отрасли.

Объёмы деятельности и круг партнёров ОАО "АСМ-холдинг" постоянно расширяются, что позволяет ему играть всё более заметную роль в развитии отрасли.

ОАО "Автосельхозмаш-холдинг"
ул. Кузнецкий мост, 21/5, г. Москва, К-31, Россия, ГСП-6, 107996
Телефоны: (495) 626-0053, 621-13-44, 626-0944, 626-0471, 626-00-81
www.asm-holding.ru; e-mail: info@asm-holding.ru