Грузовик

5
2017

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

Учредитель ООО "Научно-техническое издательство "Инновационное машиностроение"
Главный редактор С.Н. ПЕДЕНКО

Редакционный совет

Д.Х. Валеев, д-р техн. наук
В.А. Волчков
С.М. Гайдар, д-р техн. наук
Л.В. Грехов, д-р техн. наук, проф.
В.А. Зорин, д-р техн. наук
В.В. Комаров, канд. техн. наук
В.А. Марков, д-р техн. наук, проф.
А.Н. Ременцов, д-р пед. наук, канд. техн. наук
О.Н. Румянцева, ген. дир. ООО "Издательство "Инновационное машиностроение"
А.Ф. Синельников, канд. техн. наук, проф.
А.А. Солнцев, д-р техн. наук
В.С. Устименко, канд. техн. наук
Х.А. Фасхиев, д-р техн. наук, проф.
Н.Д. Чайнов, д-р техн. наук, проф.

Корпункт:
Я.Е. Карповский (г. Минск)

Адрес редакции:
107076, Москва, Колодезный пер., дом 2-а, стр. 12
Тел. (499) 269-48-96
E-mail: gruzovik@mashin.ru; http://www.mashin.ru

Адрес издательства
107076, Москва, Колодезный пер., дом 2-а, стр. 2
Тел. (495) 661-03-36

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор). Регистрационный номер ПИ № ФС 77-63955 от 09.12.2015 г.

Подписной индекс:
по каталогу "Роспечать" 373409,
по объединенному каталогу "Пресса России" 39799,
по каталогу "Почта России" 25782

ООО «Издательство «Инновационное машиностроение», "Грузовик", 2017

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

За содержание рекламных материалов ответственность несет рекламодатель

В НОМЕРЕ:

Конструкция

3 *Батыщев Д. Ю., Рыжиков В. А., Агаджанян А. А., Белоконев В. А., Богунов О. С.* Анализ конструкций и перспективы развития систем питания двигателей, работающих на газовом топливе

10 *Чернов А. Е.* Автоматизированный контрольно-измерительный стенд для исследования автомобильных и автобусных генераторных установок

Исследования. Расчет

17 *Козловский В. Н. Сорокин А. Г., Петровский С. В.* Актуализация проблемы диагностики превышения уровня электромагнитных помех от системы зажигания в процессе эксплуатации автомобилей

20 *Геращенко В. В., Коваленко Н. А., Щур А. В., Гумелюк В. И.* Метод повышения проходимости и производительности грузовых автомобилей

Транспортный комплекс

24 *Заяц Ю. А., Сальников А. В., Гумеров И. Ф.* Методика оценки остаточной стоимости образцов автомобильной техники

Практика

29 *Буренин В. В., Воробьев Д. К.* Кондиционеры и системы кондиционирования воздуха для кабин грузовых автомобилей

38 *Чернов А. Е.* Методика определения степени заряженности аккумуляторной батареи автотранспортного средства в эксплуатации (*часть I*)

Безопасность

41 *Зорин В. А., Зарылбек улу Канатбек.* Влияние технического состояния автотранспортных средств на дорожно-транспортную аварийность в Кыргызской республике

Пресс-Тур
выставки, презентации, конференции

44 *DAIMLER* ищет специалистов

45 *Электронные* датчики Мишлен

46 *КАМАЗ* информирует

48 *Поздравляем!*

Журнал входит в Перечень утвержденных ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей ученых степеней http://perechen.vak2.ed.gov.ru/
Система Российского индекса научного цитирования www.elibrary.ru.
Пятилетний импакт-фактор РИНЦ 2015 г. — 0,208.
Место в рейтинге SCIENCE INDEX за 2014 г. по тематике "Транспорт" — 11; по тематике "Машиностроение" — 44. http://elibrary.ru/title_about.asp?id = 9777

Информация на сайте "Autotransportnik.ru"

Truck

5
2017

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND INDUSTRIAL MAGAZINE

Founder JSC Scientific and Technical Publishing House "Innovative Engineering"
Editor-in-Chief S.N. PEDENKO

Editorial council

D.Kh. Valeev, dr.en.s.
V.A. Volchkov
S.M. Gaydar, dr.en.s., prof,
L.V. Grekhov, dr.en.s., prof.
V.A. Zorin, dr.en.s.
V.V. Komarov, PhD in en.s.
V.A. Markov, dr.en.s., prof.
A.N. Rementsov, dr.Hab, PhD in en.s.
O.N. Rumyantseva, General Director, JSC "Publisher "Innovative Engineering"
A.F. Sinel'nikov, PhD in en.s., prof.
A.A. Solntsev, dr.en.s.
V.S. Ustimenko, PhD in en.s.
Kh.A. Faskhiev, dr.en.s., prof.
N.D. Chaynov, dr.en.s., prof.

Correspondent's office:
Ya.E. Karpovsky (Minsk)

Address of the editorial office:
107076, Moscow, Kolodezny Lane, house 2, str. 12
Ph. (499) 269-48-96
E-mail: qnjzovik@mashin.ru; snp748@yandex.ru
http://www.mashin.ru

Address of publishing house
107076, Kolodezny Lane, house 2, str. 2
Ph. (495) 661-03-36

The magazine is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Communications (Roskomnadzor).
Registration number PI number FS77.-63955 on December 9, 2015

Subscription index:
according to the catalog "Rospechat" 373409,
according to the integrated catalog "Press of Russia" 39799,
according to the catalog "Russian Post" 25782

JSC Innovatsionnoye mashinostroyeniye Publishing House, "Truck", 2017

The reprint of materials from the "Truck" magazine is possible at obligatory written coordination with editorial office of the magazine. At the link to the "Truck" magazine is obligatory for a reprint of materials.

For contents of advertizing materials responsibility is born by the advertiser.

CONTENTS:

Design

3 *Batyshhev D. Yu., Ryzhikov V. A., Aghajanian A. A., Belokonev V. A., Bohunov O. S.* Analysis of the structures and prospects of development of power system, internal combustion engines to gas fuel

10 *Chernov A. E.* Automated control — test stand for the study of motor generator sets and bus

Research. Calculation

17 *Kozlovskiy V. N., Sorokin A. G., Petrovski S. V.* Mainstreaming diagnostics excess electromagnetic interference from the ignition system during the operation of vehicles

20 *Geraschenko V. V., Kovalenko N. A., Schur A. V., Gumeluk V. I.* Advanced system of automatic speed control of vehicle movement

Transportation complex

24 *Zayats Yu. A., Sal'nikov A. V., Gumerov I. F.* Method of estimating the residual value of vehicles

Practice

29 *Burenin V. V., Vorobyov D. K.* Air conditioners and air conditioning systems for truck cabins

38 *Chernov A. E.* Technique of definition of degree of a zaryazhennost of the battery of the vehicle in operation

Security

41 *Zorin V. A., Zarylbek ulu Kanatbek.* Influence of technical condition of vehicles for road traffic accident in the Kyrgyz Republic

Press Tour

44 *DAIMLER* is looking for professional

45 *Electronic* sensors Michelin

46 *KAMAZ* informs

48 *Congratulations*

The journal is included in the list approved by the WAC RF publishers for publications of papers candidates degrees http://perechen.vak2.ed.gov.ru/
System of Russian Science Citation Index www.elibrary.ru.
Five-year impact factor INDEX 2015 — 0.208.
Place in rating of SCIENCE INDEX for 2014, on the theme "Transport" — 11; on the theme of "Engineering" is 44.
http://elibrary.ru/title_about.asp?id=9777
Information on the site "Autotransportnik.ru"

УДК 621.43

Д. Ю. Батыщев, канд. техн. наук, e-mail: batyshhev@bk.ru, **В. А. Рыжиков,** д-р техн. наук, профессор, e-mail: rigikov54@mail.ru, **А. А. Агаджанян**, студент, e-mail: ars_agadzhanya@mail.ru, **В. А. Белоконев,** студент, e-mail: fox-vlad1995@rambler.ru, **О. С. Богунов,** студент, e-mail: olegbogunov@yandex.ru, ИСОиП (филиал) ДГТУ в г. Шахты, Ростовская обл.

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ПИТАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ, РАБОТАЮЩИХ НА ГАЗОВОМ ТОПЛИВЕ

Проведен анализ конструкций систем питания ДВС, работающих на газовом топливе. Рассмотрен модельный ряд и перспективы развития систем подачи газа в камеры сгорания ДВС. Рассмотрены методы организации управления подачей газа в ДВС. Приведена классификация систем питания газовым видом топлива. Предложена конструкция форсунки для получения рабочей газовой смеси.

Ключевые слова: *система, подача, газовое, топливо, двигатель, внутреннего, сгорания, конструкция, форсунка, анализ.*

The analysis of the internal combustion engine designs power systems operating on gas fuel. Considered lineup and prospects of development of the gas supply system in the internal combustion engine combustion chamber. The methods of the organization of management of gas supply to the internal combustion engine. The classification systems supply gas fuel. Nozzle design proposed for the working gas

Keywords: *system, supply, gas, fuel, engine, internal combustion, construction, nozzle test.*

Известно, что газовые системы питания ДВС устанавливаются на базе двигателей, производимых серийно и работающих на жидких видах топлива. Процесс модификации двигателя для работы на альтернативных видах топлива не влияет на конструктивные параметры силового агрегата. ДВС оснащается газовым оборудованием в дополнение к штатной системе подачи топлива.

Наряду с принципиальными базовыми схемами газового оборудования, также существует множество современных модифицированных систем подачи газового топлива в цилиндры двигателя, которые адаптивны для эксплуатации в различных режимах [10]. Основополагающими базовыми системами являются газовые системы питания ГБА, работающие на компримированном природном газе (КПГ) и на газе сжиженном нефтяном (ГСН).

На рис. 1 изображена схема газовой системы питания ГБА, работающая на КПН.

Как видно из схемы, включение подачи газообразного топлива осуществляется при помощи переключателя цепи электрической схемы [3]. Снижение давления газа происходит в несколько этапов. Ограничение подачи горючего газа достигается путем срабатывания входного электромагнитного клапана. Основными недостатками данной системы являются:

— сложность пуска и топливоподачи при низких температурах;

— повышенная металлоемкость конструкции вследствие большого веса топливных баллонов;

— высокая стоимость оборудования;

— относительно низкая динамика разгона при оборотах коленчатого вала в диапазоне от 800 до 1500 мин$^{-1}$;

— повышенные требования к герметичности системы вследствие большого давления газа в топливных баллонах.

— высокая тепловая нагрузка на детали ЦПГ.

Система питания, работающая на ГСН, имеет аналогичный принцип действия. Она устанавливается параллельно штатным системам питания, работающим на жидком топливе [1—5]. Однако, несмотря на общность процесса топливоподачи, эти системы имеют значительные конструктивные различия, что видно из схемы основных элементов ГБО ГСН, приведенной на рис. 2.

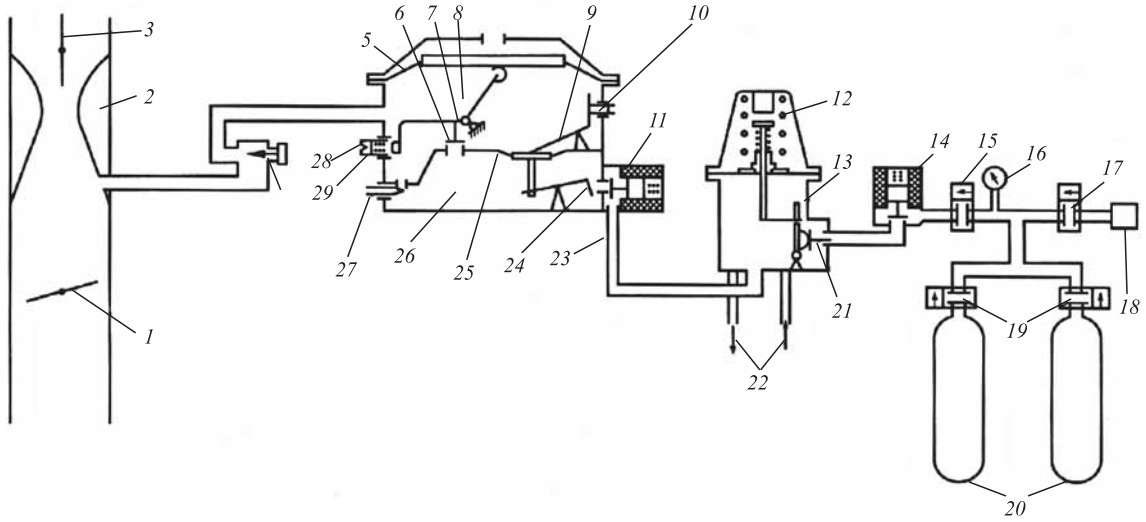


Рис. 1. Принципиальная схема газовой системы питания ГБА, работающей на КПГ:

1 — дроссельная заслонка; *2* — смеситель; *3* — воздушная заслонка; *4* — дозатор газа; *5* — мембрана второй ступени; *6* — клапан второй ступени; *7* — рычаг клапана второй ступени; *8* — полость второй ступени; *9* — рычаг мембраны первой ступени; *10* — регулировочный винт рычага первой ступени; *11* — входной электромагнитный клапан; *12* — пружина РВД; *13* — РВД; *14* — магистральный электромагнитный клапан; *15* — магистральный вентиль; *16* — манометр; *17* — заправочный вентиль; *18* — заправочный узел; *19* — расходные вентили; *20* — баллоны; *21* — клапан РВД; *22* — каналы для охлаждающей жидкости; *23* — трубопровод от РВД; *24* — клапан первой ступени; *25* — мембрана первой ступени; *26* — полость первой ступени; *27* — винт регулировочный холостого хода; *28* — регулировочный винт клапана второй ступени; *29* — пружина

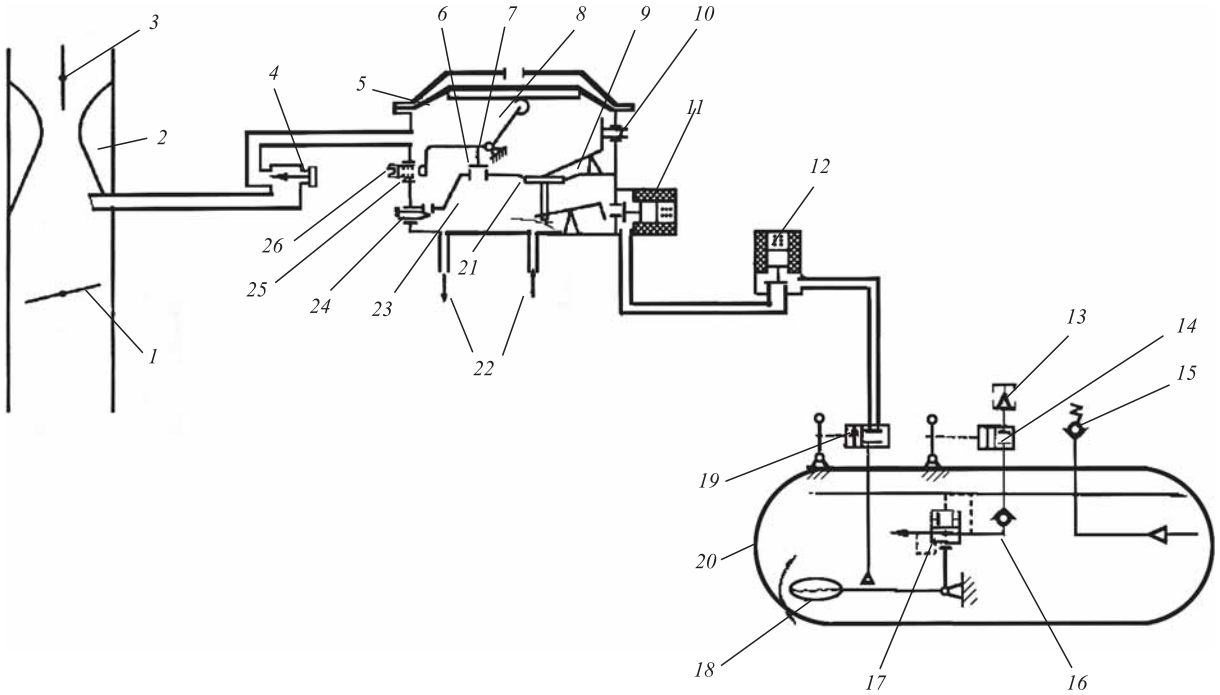


Рис. 2. Принципиальная схема основных элементов ГБО ГСН:

1 — дроссельная заслонка; *2* — смеситель; *3* — воздушная заслонка; *4* — дозатор газа; *5* — мембрана второй ступени; *6* — клапан второй ступени; *7* — рычаг клапана второй ступени; *8* — полость второй ступени; *9* — рычаг мембраны первой ступени; *10* — регулировочный винт рычага первой ступени; *11* — входной электромагнитный клапан; *12* — магистральный электромагнитный клапан; *13* — заправочное устройство; *14* — заправочный вентиль; *15* — предохранительный клапан; *16* — клапан обратный; *17* — отсечной клапан; *18* — поплавок; *19* — магистральный вентиль; *20* — баллон; *21* — мембрана с клапаном первой ступени; *22* — каналы для охлаждающей жидкости; *23* — полость первой ступени; *24* — винт регулировочный холостого хода; *25* — пружина; *26* — регулировочный винт клапана второй ступени

Подача горючего газа в цилиндры осуществляется благодаря переменному отключению входного и магистральных электромагнитных клапанов. Включение системы, как и в случае работы схемы на КПГ, осуществляется при срабатывании тумблера, расположенного на панели приборов. Существенным отличием данной системы является относительно низкое давление газа в топливном баллоне, что повышает безопасность ее эксплуатации.

Недостатки данной системы питания такие же, как у ранее описанной системы питания на КПГ (см. рис. 1).

Согласно конструктивным и принципиальным особенностям, рассмотренные ранее классические конструкции служат основой для систем с альтернативным способом организации управления подачей горючего газа [5, 6]. К таким системам относятся:

— механические системы с вакуумным управлением;

— механические системы с электронным управлением;

— инжекторные системы с электронным управлением.

Механические системы подачи газа с вакуумным управлением

Как отмечено в литературе [5, 8, 11], данный тип топливных систем устанавливается только на серийные карбюраторные двигатели. Их принцип работы основан на механическом регулировании количества газовоздушной смеси, подаваемой в двигатель, с пневматическим (вакуумным) управлением ее составом [10]. Очевидными преимуществами данного типа систем является повышенный ресурс двигателя и бездетонационная работа в широком диапазоне нагрузочных режимов. Однако стабильность топливоподачи при регулировке часто нарушается, поскольку она выполняется вручную при помощи регулировочных винтов. Данный недостаток напрямую влияет на работу двигателя в целом и может привести к сбою в работе.

Наиболее яркими представителями данного семейства газовых систем являются комплекты ГБО итальянского производства. К ним можно отнести "Систему газовой аппаратуры Бедини".

Данная система отличается высокой надежностью и полностью исключает разгерметизацию топливных баллонов, что обеспечивается путем установки на корпусе баллона компактного блока запорно-предохранительной аппаратуры [6, 9].

Наряду с системой питания "Бедини", для питания ДВС используется система "Тартарини". Как и прочие системы с вакуумным управлением, она предназначена для работы на сжиженном нефтяном газе. Также она включает в себя единый резервуар (газовый баллон) для хранения газового топлива. В основании баллонной горловины монтируется блок запорно-предохранительной аппаратуры (предохранительное приспособление). К числу непосредственных задач предохранительного приспособления относятся:

— постепенное цикличное снижение давления газового топлива при заправке баллона;

— ограничение уровня заполнения топливного резервуара на 80 %;

— предотвращение выброса газа из баллона с помощью предохранительного клапана в случае аварийного обрыва газопровода высокого давления;

— принудительный (аварийный) дренаж газа с целью регулировки или ремонта системы[1, 2, 11, 12].

Таким образом, на основании анализа конструкций и устройств механических систем подачи газа с вакуумным управлением можно сделать следующие выводы:

— отсутствие детонационных процессов приводит к "мягкой", бесшумной работе двигателя на всех режимах;

— отсутствие автоматической регулировки подачи топлива в цилиндры приводит к сбоям в работе ДВС и соответственно влияет на эмиссию отработавших газов.

Механические системы с электронным управлением

Наиболее обобщенными и характерными признаками данного поколения ГБО являются обеспечение работы системы на сжиженном газовом топливе (пропан-бутане) и возможность установки как на карбюраторных, так и на инжекторных системах подачи топлива.

Газотопливные системы второго поколения имеют ряд преимуществ над аналогами первого поколения [3]. Способ управления принципиально отличается от механических систем и основан на варьировании параметров управляющих сигналов микропроцессорных устройств [3, 4, 7].

Одной из наиболее ранних систем подачи газового топлива данного поколения является система 16 ГДПН 23/(2×30) (61 ГА). Данная система зарекомендовала себя как одна из наиболее надежных,

однако вследствие сложности ее расположения (непосредственно в двигателе) замена или ремонт неисправных деталей является весьма трудоемким процессом, требующим частичной разборки агрегата. Система включает в себя несколько подсистем, которые в значительной мере увеличивают металлоемкость всей конструкции.

Главными особенностями данной системы питания являются:

— использование обогреваемого трехступенчатого газового редуктора;

— наличие электромагнитной цепи управления;

— применение пусковых и запирающих устройств редуктора, сообщающихся с системой электрического зажигания двигателя.

Для жестких условий эксплуатации и для работы на сжиженном нефтяном газе, была разработана система "САГА-6". Комплект данного оборудования адаптирован к легковому и грузовому автопарку, а также к автобусам зарубежного и отечественного производства.

Конструктивные особенности аппаратуры данной системы позволяют обеспечивать оптимальное сгорание газо-воздушной смеси на всех режимах эксплуатации. Как следствие этого, достигается лучшая топливная экономичность и снижение токсичности отработавших газов [6, 8, 12]. Технический уровень системы соответствует международным требованиям ЕЭК ООН.

На базе итальянского комплекта ГБО "Тартарини" была разработана система подачи топлива "Скиф". Данная система адаптирована только к инжекторным автомобилям отечественного и зарубежного производства [5, 7, 10].

Основным отличием системы "Скиф" является базовая комплектация, ориентированная на определенный модельный ряд автомобилей и наличие дополнительной системы диагностики с обратной связью.

На смену системе "Скиф" пришла более высокотехнологичная система голландского производства "Vialle AMS". Данная аппаратура может быть установлена на большинство марок легковых, малотоннажных автомобилей, а также микроавтобусов отечественного и иностранного производства [6, 12]. В отличие от вышерассмотренных систем, она снабжена электронным блоком управления (что позволило оптимизировать дозировку), а также дополнена газосмесительной аппаратурой и газодозирующим устройством. В конструкции газового баллона имеется дополнительный расходный клапан вместо механического вентиля, благодаря чему скорость заправки баллона значительно увеличивается.

Следует отметить, что "газовую" электронику на впрысковых системах устанавливают таким образом, чтобы она не влияла на работу штатной системы управления ДВС. Коммутация систем осуществляется путем подключения отдельных цепей.

Тот же принцип подключения реализован и в системе итальянского производства фирмы Landi Renzo.

Принцип работы Landi Renzo не отличается от прочих комплектов ГБО второго поколения, однако работа ЭБУ имеет ряд системных отличий и дополнительных функций наряду со стандартными программными протоколами. К их числу относятся:

— имитация нормального сигнала датчика концентрации кислорода, предназначенного для работы на бензине, в режиме работы на газе;

— ЭБУ может быть перепрограммирован и работать в режиме самодиагностики;

— ЭБУ позволяет выполнить запуск двигателя на бензине, автоматически отключая подачу газа;

— наличие дополнительного переключателя позволяет осуществить переход на желаемый вид топлива без отключения двигателя.

Наиболее многообещающей системой этого семейства ГБО, по мнению ряда авторов [7, 8, 10], является система "ЭКОГАЗ" отечественного производства. Она была разработана А. П. Елгиным в Сибирском автомобильно-дорожном институте. Как следует из литературы [5, 6], система обеспечивает работу только на сжиженном нефтяном газе и исключительно автомобилей с карбюраторными двигателями, рабочий объем которых не превышает 3 л. Основными отличительными особенностями системы "ЭКОГАЗ" являются:

— стабильные, отвечающие современным требованиям рабочие параметры и характеристики независимо от состава газового топлива и температуры окружающего воздуха (погодных условий);

— высокий уровень безопасности обеспечен применением электронного блока управления газовыми электромагнитными клапанами, собранного из современных импортных электронных компонентов;

— надежный пуск на газовом топливе как холодного, так и прогретого двигателя;

— стабильная частота вращения коленчатого вала двигателя при работе на холостом ходу, в режиме прогрева и при рабочей температуре;

— высокая чувствительность газового редуктора, оснащенного сервоприводом клапана второй

ступени, обеспечивающая "беспровальный" переход от минимальной частоты вращения холостого хода к нагрузочным режимам и динамичный разгон при любом типе газосмесительного устройства, делает возможным использование аппаратуры на автомобилях с инжекторными системами питания без ухудшения характеристик двигателя при работе на бензине;

обеспечивает высокий уровень безопасности применением электронного блока управления газовыми электромагнитными клапанами, собранных из современных импортных электронных компонентов.

На основании анализа работы газовых топливных систем можно сделать следующие выводы:

— применение микропроцессорных технологий в топливных системах позволило перейти на качественно новый уровень работы газовых ДВС.

— газобаллонные системы второго поколения представляют собой модифицированный вариант газобаллонных систем первого поколения;

— замена механических систем управления на микропроцессорные позволила добиться устойчивой работы двигателя на холостом ходу и на всем диапазоне режимов эксплуатации. Также стала возможна более точная и стабильная дозировка газа и оптимизация состава горючей смеси.

Инжекторные системы впрыска газа с электронным управлением

Системы впрыска газа третьего поколения отличаются от ранее рассмотренных систем относительно пониженным расходом топлива [5, 6].

Они устанавливаются исключительно на инжекторных ДВС зарубежного и отечественного производства. Так, например, применение системы IGS итальянского производства, позволяет максимально приблизить динамические характеристики двигателя работающего на газовом топливе, к характеристикам двигателя, работающего на бензине.

Принцип действия основан на подаче газового топлива в испаренной фазе. Система также снабжена электронным блоком управления с протоколом самообучения, который позволяет отслеживать, выявлять, анализировать и исправлять ошибки работы ДВС путем варьирования параметров подачи топлива.

Голландскими специалистами фирмы KOLTEC была разработана Система MEGI (Multipoint Electronic Gas Injection. Основной отличительной чертой системы является непосредственная близость газоподающей форсунки к отверстию впускного клапана, в отличие от предыдущих систем первого и второго поколений, в которых газ смешивается с воздухом в смесителе, находящемся в воздушном тракте.

Таким образом до минимума снижена возможность нежелательного явления — заполнения впускной трубы и дроссельного узла взрывоопасной газовоздушной смесью, что в системах предыдущих поколений являлось основной причиной хлопка при неисправности в системе зажигания [5, 10].

Система с распределенным синхронизированным впрыском газа представляет собой усовершенствованную систему третьего поколения. Конструкция оснащена более совершенным блоком управления и адаптивна под большинство инжекторных двигателей как отечественного, так и зарубежного производства.

Основной отличительной чертой системы является расположение форсунки непосредственно возле впускного клапана и наличие отдельного управляющего сигнала для каждой из них. Штатная система четвертого поколения, в отличие от ранее рассмотренных систем, имеет ряд конструктивных и эксплуатационных отличий. Так, например, она включает в себя топливный баллон объемом 55 л. Однако в соответствии с правилами эксплуатации и пожарной безопасности, этот баллон не может быть заполнен более чем до 45 л. Также запуск и прогрев двигателя осуществляются на бензине, затем после достижения температуры 70—75 °С подача топлива автоматически переключается на газ.

Системы распределенного дозированного впрыска жидкого газа (системы четвертого поколения) являются наиболее передовыми и адаптивны к впрысковым ДВС, которые совместимы с нормами Евро 3 и Евро 4. Управляющим элементом являются топливные карты и запрограммированные в них базовые (штатные) протоколы.

В качестве контрольно-диагностического оборудования при анализе работы ДВС используются диагностические блоки бортовой диагностики семейства OBD.

Главным отличием системы пятого поколения является способ подачи топлива в цилиндры. Газовое топливо подается в ДВС, минуя стадию фазовых преобразований, т.е. в жидком виде. Важной конструктивной доработкой является "газонасос", который расположен внутри газового баллона и отвечает за подачу и циркуляцию газа в жидкой фазе.

Установка ГБО пятого поколения возможна на большинство систем, использующих форсунки GDI,

FSI, TSI, TFSI. Также следует отметить, что для подачи газа могут использоваться как газовые, так и бензиновые форсунки.

На данный момент ГБО пятого поколения являются мало освоенной технологией в России. Они не получили широкого применения вследствие высокой стоимости оборудования. Другим немаловажным обстоятельством является узкий спектр применяемых видов газового топлива. Известно, что системы распределенного дозированного впрыска жидкого газа могут эксплуатироваться только на пропан-бутановой смеси. Учитывая эти факторы, можно сделать вывод, что в настоящее время установка данной системы нецелесообразна.

Исходя из рассмотренных ранее систем подачи газа, классификацию систем ГБО можно представить в виде блок-схемы, показанной на рис. 3.

По мнению многих авторов, конструкция инжекторных систем впрыска с электронным управлением имеет ряд существенных недостатков. Использование существующих систем подачи газа значительно снижает ресурс работы двигателя, поскольку при сжигании газа выделяется избыточное тепло, негативно влияющее на рабочие поверхности деталей ЦПГ. Наряду с этим, существенным недостатком работы системы является наличие детонационного эффекта горения топлива.

Для снижения детонационного эффекта и тепловой нагрузки деталей ЦПГ целесообразно использовать газо-водяную топливную смесь [3, 4]. Добавление воды в газовое топливо позволит повысить мощность ДВС, уменьшить температуру нагрева, позволит снизить расход топлива и приблизить рабочие параметры газового топлива к рабочим параметрам жидкого топлива.

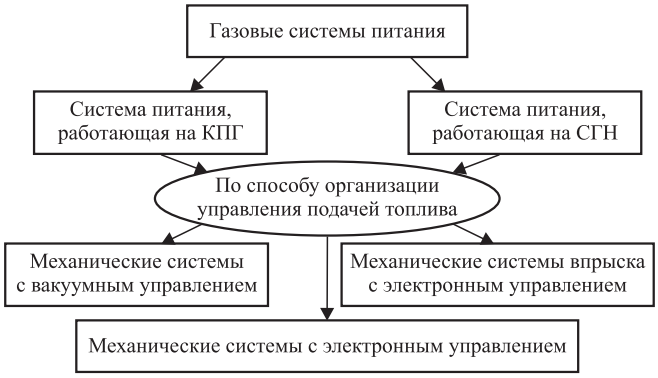


Рис. 3. Классификация систем питания, работающих на газовом топливе

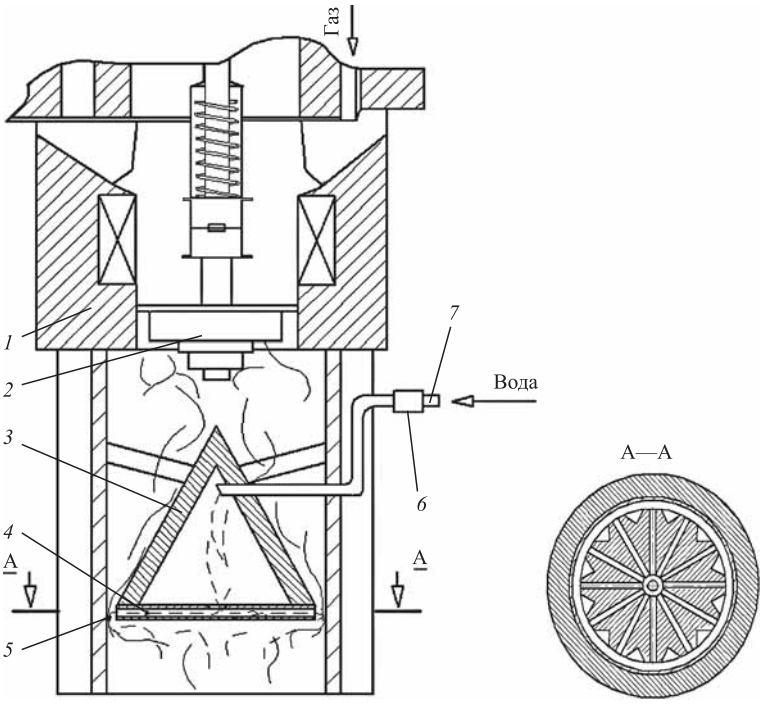


Рис. 4. Форсунка с распределенным смесеобразованием:

1 — корпус; *2* — электромагнитный клапан; *3* — полый конус; *4* — многоконечная звездочка; *5* — зазор; *6* — регулируемый дроссель; *7* — водяная магистраль

Для создания газо-водяной топливной смеси нами разработана конструкция форсунки, адаптивная к современным ДВС [2]. Конструкция форсунки показана на рис. 4.

При работе форсунки через верхнюю часть корпуса и открытый электромагнитный клапан газовое топливо подается к конусу и движется к зазору с увеличенной скоростью. Форма конуса обеспечивает ламинарный режим движения газового топлива. Газовый поток стремится к основанию конуса, и таким образом происходит образование турбулентности с большим количеством вихрей. Внутри корпуса объем свободного пространства будет уменьшаться по мере приближения к зазору, а скорость и давление газовых потоков будут стремительно возрастать. Давление газов топлива в зазоре станет меньше атмосферного. Вследствие разницы давлений вода, поступающая из калиброванных отверстий звездочки, будет засасываться в зазор. На поверхности вершин звездочки образуются зоны смешивания газового топлива и воды. После прохождения

через зазор давление топливно-водяной смеси уменьшится, создавая ее оптимальную дисперсию. При этом обеспечивается ее более полное сгорание в ДВС. Количество воды в топливной смеси регулируется при помощи регулирующего дросселя в соответствии с оптимальным режимом работы ДВС.

Для выключения форсунки электромагнитный клапан закрывается и прекращается подача газа. Ввиду малых размеров отверстий вершин звездочки и возникающих там сил поверхности натяжения также прекращается подача воды. Данная конструкция форсунки может использоваться на всех типах ДВС и различных видах газового топлива.

Выводы

1. Использование систем подачи газа позволяет в значительной мере снизить стоимость эксплуатации и повысить экологичность работы автомобильного транспорта.

2. Применение ГБО на современных ДВС позволило полностью исключить наличие детонационных процессов, благодаря чему была достигнута "мягкая" бесшумная работа двигателя на всех режимах работы.

3. Замена механических систем управления на микропроцессорные позволила добиться устойчивой работы двигателя как на холостом ходу, так и на всех режимах работы.

4. Учитывая ежегодный рост автомобильного парка, стоимость жидких горючих топлив будет постоянно увеличиваться, что повлияет на рост темпов газификации автомобильного транспорта в стране.

5. Для повышения эффективности работы ДВС на газовом топливе необходима разработка новых конструкций агрегатов, адаптированных к альтернативным видам топлива.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Лиханов В. А.** Применение и эксплуатация газобаллонного оборудования: учебное пособие / В. А. Лиханов, Р. Р. Деветьяров — Киров: Вятская ГСХА, 2006. — 183 с.
2. **Патент RU 158765 МПК 13\14 — № 2015106438\06.** Заявл.25.02.2015. Опубл.20.01.2016. Бюл. 3.
3. **Рыжиков В. А., Батыщев Д. Ю.** Моделирование процесса горения газоводяных смесей ДВС // Грузовик. — 2015. — № 5. — С. 2—4.
4. **Батыщев Д. Ю., Рыжиков В. А.** Система распределенного впрыска газа с подачей воды в цилиндры ДВС // Грузовик. —2014. — № 4. — С. 2—4.
5. **Can Zhou, Ji-an Duan, Guiling Deng, Junhui Li.** Improved thermal characteristics of a novel magnetostrictive jet dispenser using water-cooling approach // Applied Thermal Engineering. — 5 February 2017. — Vol. 112. P. 1—6. ISSN 1359-4311, http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.10.064.
6. **Guven Gonca, Bahri Sahin**. Thermo-ecological performance analyses and optimizations of irreversible gas cycle engines // Applied Thermal Engineering. — 25 July 2016. — Vol. 105. — P. 566—576. ISSN 1359-4311. http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.03.046.
7. **Qinming Tan, Yihuai Hu.** A study on the combustion and emission performance of diesel engines under different proportions of O_2 & N2 & CO_2 // Applied Thermal Engineering. — 5 September 2016. — Vol. 108. P. 508—515. ISSN 1359-4311. http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.07.151.
8. **Xiumin Yu, Haiming Wu, Yaodong Du, Yang Tang, Lin Liu, Renxu Niu.** Research on cycle-by-cycle variations of an SI engine with hydrogen direct injection under lean burn conditions // Applied Thermal Engineering. — 25 October 2016. — Vol. 109, Part A. — P. 569—581. ISSN 1359-4311. http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.08.077.
9. **Guardiola C., Martín J., Pla B., Bares P.** Cycle by cycle NOx model for diesel engine control // Applied Thermal Engineering. — 5 January 2017. — Volume 110. — P. 1011—1020. ISSN 1359-4311. http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.08.170
10. **Pradeep V., Shamit Bakshi, Ramesh A.** Direct injection of gaseous LPG in a two-stroke SI engine for improved performance // Applied Thermal Engineering. — 5 October 2015. — Vol. 89. — P. 738—747. ISSN 1359-4311.
11. **Gang Li, Chunhua Zhang, Yangyang Li.** Effects of diesel injection parameters on the rapid combustion and emissions of an HD common-rail diesel engine fueled with diesel-methanol dual-fuel // Applied Thermal Engineering. — 5 September 2016. — Vol. 108. — P. 1214—1225. ISSN 1359-4311. http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.08.029.
12. **Saad Aljamali, Shahrir Abdullah, Wan Mohd Faizal, Wan Mahmood, Yusoff Ali.** Effect of fuel injection timings on performance and emissions of stratified combustion CNGDI engine // Applied Thermal Engineering. — 25 October 2016. — Vol. 109, Part A. — P. 619—629. ISSN 1359-4311, http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.08.127.

УДК 629.73.064.51075.8

А. Е. Чернов, канд. техн. наук, ФГБОУ ВО Национальный исследовательский университет МЭИ
E-mail: alexzander_66@mail.ru

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ И АВТОБУСНЫХ ГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

В статье рассматривается конструкция разработанного авторами стенда для автоматизированного исследования автомобильных и автобусных генераторных установок. Рассмотрены основные типы приводов и систем управления для стенда. Выбран оптимальный тип и мощность асинхронного привода и блока управления. Разработан автоматизированный программно-измерительный комплекс для автоматизированного исследования энергетических и тепловых процессов. Приведена схема для исследования переходных процессов, происходящих в системе электроснабжения в условиях реальной эксплуатации. Приведен автоматизированный алгоритм управления асинхронным приводом стенда.

Ключевые слова: *генераторная установка, асинхронный двигатель, привод, система электроснабжения, программно-измерительный комплекс, энергетические процессы, тепловые процессы, потребители, качество электроэнергии, надежность системы, переходные процессы, система автоматического управления, частотное регулирование, преобразователь, обмотки, датчики, ротор, потокосцепление, байт, алгоритм.*

The article considers the design developed by the authors stand for automated research vehicle and bus genereits. The main types of drives and control systems for the stand. The optimal type and capacity of asynchronous motor drive and control unit. Developed automated software — automated measurement system for studying energy and thermal processes. Shows a diagram for the study of transient processes in the electrical system in a real operation. An automated control algorithm asynchronous drive stand.

Keywords: *generator set, induction motor drive, power supply system, program — meter, energy processes, thermal processes, customers, power quality, reliability, transients, automatic control system, frequency regulation, transformer, coil, sensors, rotor flux linkage, byte algorithm.*

В силу конструктивных особенностей асинхронная машина лишена ряда недостатков, присущих машинам постоянного тока. В частности, отсутствие коллектора и щеток в асинхронном двигателе (АД) обусловливает большую предельную единичную мощность, лучшие массо-габаритные показатели, более высокую перегрузочную способность и допустимую скорость изменения момента, более высокие скорости вращения, чем у машины постоянного тока. Известно, что преимущества АД наиболее полно реализуются при частотном управлении, что обусловливает постоянное вытеснение регулируемого электропривода постоянного тока частотно-регулируемым асинхронным электроприводом.

С разработкой и освоением серийного производства мощных силовых полупроводниковых приборов появилась возможность широкого применения мощных высоковольтных преобразователей частоты (ПЧ) для питания обмоток АД. Таким образом, появилась возможность создания регулируемых по скорости мощных асинхронных электроприводов.

Известно, что механические и динамические характеристики, энергетические показатели АД в частотно-регулируемом электроприводе определяются: принятым законом частотного управления, способом частотного управления, алгоритмической и аппаратной реализацией автоматической системы регулирования (АСР) электропривода.

Несмотря на большое количество разработанных и исследованных структур АСР для низковольтных электроприводов, применение их для мощных высоковольтных электроприводов не представляется возможным. Это связано с особенностями электропривода, а именно:

— значительным усложнением непосредственного измерения параметров электропривода;

— условием минимальной асимметрии питающих токов, вытекающей из требования к повышенной энергетике электропривода;

— применением трехфазного двухобмоточного асинхронного двигателя, питающегося от двух-

секционного преобразователя частоты, для улучшения энергетических и регулировочных характеристик.

Таким образом, на основании анализа приведенных способов и технических устройств частотного управления асинхронными электроприводами можно сделать следующие выводы.

1. Для мощных электроприводов, работающих с постоянным моментом сопротивления на валу с частыми пусковыми и тормозными режимами, целесообразно применение закона частотного управления с постоянством потокосцепления ротора, отличающегося наивысшей перегрузочной способностью и обеспечивающего наилучшие динамические свойства двигателя.

2. Благодаря своим преимуществами по сравнению с другими способами частотного управления, а именно: простоте технической реализации (по сравнению с векторными способами) и лучшими динамическими и статическими показателями (по сравнению с амплитудными способами) предпочтителен квази — векторный способ частотного управления.

3. Для наращивания мощности электропривода и одновременного повышения его энергетических показателей используются трехфазные двухобмоточные двигатели с пространственным сдвигом между трехфазными статорными обмотками, питающимися от двух трехфазных преобразователей частоты токами (напряжениями) с фазовым сдвигом в 30 электрических градусов.

4. Технические устройства для частотного управления асинхронным электроприводом [1] в полной мере не отвечают требованиям, предъявляемым к мощному высоковольтному электроприводу, и им присущи следующие недостатки:

— ограниченная низкоскоростными электроприводами область применения, необходимость изготовления специальной машины или переделка серийной, применение специальных устройств для механического сочленения валов, невозможность применения в запыленных и агрессивных средах, что обусловлено наличием датчиков на валу и внутри машины;

— высокая сложность технической реализации, обусловленная наличием сложных технических устройств: координатного преобразования, векторных фильтров, функциональных преобразователей, блоков коррекции мгновенного значения частоты;

— наличие большого числа датчиков, осуществляющих высоковольтную гальваническую развязку;

невысокая надежность, что обусловлено наличием датчиков на валу и внутри машины, высокой сложностью технической реализации блоков АСР датчиков, осуществляющих высоковольтную гальваническую развязку.

При частотном управлении асинхронными двигателями наиболее часто используются следующие законы: поддержание постоянства потокосцепления статора ($Y1$ = const), поддержание постоянства главного потока машины ($Y0$ = const), поддержание постоянства потокосцепления ротора ($Y2$ = const), и регулирование величины потокосцепления в зависимости от величины нагрузочного момента ($Y1$, $Y0$, $Y2$) = $f(M)$.

Первый закон реализуется при поддержании постоянного отношения ЭДС статора к угловой частоте поля. Основным недостатком такого закона является пониженная перегрузочная способность двигателя при работе на высоких частотах, что обусловлено увеличением индуктивного сопротивления статора и, следовательно, снижением потокосцепления в воздушном зазоре между статором и ротором при увеличении нагрузки.

Поддержание постоянства главного потока повышает перегрузочную способность двигателя, но усложняет аппаратную реализацию системы управления и требует либо изменений конструкции машины, либо наличия специальных датчиков.

При поддержании постоянного потокосцепления ротора момент двигателя не имеет максимума, однако при увеличении нагрузки увеличивается главный магнитный поток, приводящий к насыщению магнитных цепей и, следовательно, к невозможности поддержания постоянства потокосцепления ротора.

Общим недостатком законов с поддержанием постоянства потокосцепления являются: низкая надежность, обусловленная наличием датчиков, встраиваемых в двигатель, и потери в стали при работе двигателя с нагрузочным моментом меньше номинального. Эти потери вызваны необходимостью поддержания постоянного номинального потокосцепления в различных режимах работы.

Существенно повысить кпд двигателя можно путем регулирования магнитного потока статора в зависимости от величины нагрузочного момента. Недостатками такого управления являются низкие динамические характеристики привода, обусловленные большой величиной постоянной времени ротора, вследствие чего магнитный поток машины восстанавливается с некоторой задержкой, а также сложностью технической реализации системы управления.

На практике группа законов с постоянством магнитного потока получила распространение для динамичных электроприводов, работающих с постоянным

моментом сопротивления на валу и с частыми ударными приложениями нагрузки. В то же время группа законов с регулированием магнитного потока в функции нагрузки на валу применяется для низкодинамичных электроприводов и для приводов с "вентиляторной" нагрузкой.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что существующие системы не в полной мере отвечают требованиям, предъявляемым к электроприводу контрольно-измерительного стенда для исследования автомобильных и автобусных генераторных установок.

Система управления должна обеспечивать достаточно высокое быстродействие, надежность и высокие энергетические характеристики привода [2].

Как уже было отмечено, высокими энергетическими характеристиками обладают системы с регулированием магнитного потока в функции нагрузки. Увеличить их динамические характеристики можно путем увеличения напряжения (тока) во время переходных процессов и частых формирований управляющих воздействий. Получить высокую надежность можно путем применения упрощенной системы регулирования, отказа от встроенных в двигатель и механически связанных с ротором датчиков.

Для реализации поставленных задач система должна обеспечивать:

— пуск и останов двигателя;

— изменение частоты вращения вала двигателя;

— регистрацию (вывод на экран и печать) основных параметров двигателя (информация должна представляться на экране в удобной для чтения форме: в виде таблиц и графиков);

— экстренный останов двигателя в случае поступления аварийного сигнала от датчиков (при отклонении параметров от допустимых технологических пределов).

Для контроля скорости вала двигателя используется тахогенератор, сопряженный с валом рабочего двигателя, сигнал от которого заведен на аналогово-цифровой преобразователь, находящийся непосредственно в разрабатываемой системе.

Сигналы от АЦП передаются на однокристальный микроконтроллер Intel87C51FX.

Для получения информации о процессах, происходящих в системе, используются датчики различных типов. Для коммутации датчиков с модулем микроконтроллера используется принцип опроса и передачи информации о состоянии дискретных датчиков. Сопряжение осуществляется по линии связи посредством специального кабеля.

Для гальванической развязки цепей линии связи и цепей микроконтроллера используются оптроны, которые необходимы для преобразования сигналов, представленных в линии связи импульсами тока, в импульсы напряжения.

Разработку структурной схемы автоматического управления асинхронным двигателем необходимо начать с контроля температуры корпуса двигателя, частоты вращения вала двигателя.

Кроме того, для получения информации о скорости вращения вала двигателя использован тахогенератор, вал которого жестко сопряжен с валом рабочего двигателя. Двухпроводная линия связи соединяет тахогенератор с блоком управления.

Для контроля работы двигателя и ведения статистики этой работы контроллер соединяется с ЭВМ верхнего уровня.

Таким образом, структурная схема будет содержать систему датчиков, устройства сбора и промежуточной передачи информации, устройство управления работой установки и машины верхнего уровня.

Функциональную схему можно условно разбить на блоки:

— блок центрального процессора;

— блок ввода и преобразования аналоговых сигналов;

— блок ввода-вывода дискретных сигналов;

— линейные модули;

— блок гальванических развязок.

Блок центрального процессора содержит однокристальный микроконтроллер, микросхему ППЗУ и устройства сопряжения. Для обеспечения доступа к памяти на разрешающий вход микросхемы ППЗУ заведен собирающий сигнал с выхода адреса контроллера ALE, который свидетельствует об установке адреса ячейки памяти ППЗУ на шине адреса. При наличии сигнала выбора микросхемы для ППЗУ оно (ППЗУ) выставляет на шину данных содержимое ячейки по указанному адресу.

Также один из портов контроллера используется как вход от блока ввода и преобразования аналоговых сигналов, как строб завершения преобразования.

Четыре бита этого же порта используются для управления и опроса блока ввода дискретных сигналов, причем два бита — как управляющие и два — как информационные.

Базовым элементом блока ввода и преобразования аналоговых сигналов является аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), который преобразует сигнал постоянного двухполярного тока в цифровой десятиразрядный двоичный код.

При поступлении сигнала на разрешение преобразования от контроллера АЦП замеряет сигнал на входе и после завершения преобразования вместе с сигналом "Конец преобразования" выставляет на шину данных код.

Блок ввода дискретных сигналов предназначен для ввода, нормализации и гальванической развязки сигналов от дискретных датчиков. Блок ввода дискретных сигналов работает совместно с выносными линейными модулями, объединение которых производится двухпроводной линией связи.

Опрос датчиков осуществляется последовательно время-импульсным квитированием сигналов. Цикл опроса разбит на два временных интервала — подготовительный и контрольный. Подготовительный сигнал необходим для заряда линейных модулей. Контрольный интервал разбит на 64 временных позиции, 62 из которых несут информацию о состоянии датчиков, две позиции выделены для контроля обрыва проводов линии связи [3].

Блок ввода дискретных сигналов формирует в линию связи специальные положительные и отрицательные импульсы. Импульсами положительной полярности производятся питание и синхронизация работы модулей линейных. Ответные импульсы от модулей линейных формируются во время прохождения импульсов отрицательной полярности.

В автоматизированной системе управления асинхронным двигателем связь контроллера осуществляется через последовательный канал связи. При этом используется принятый фирмой IBM интерфейс RS-232C.

Схема гальванической развязки приемопередатчика микроконтроллера предназначена для гальванической развязки линии связи и микроконтроллера, а также для преобразования сигнала передатчика из ТТЛ-уровня в токовый параметр линии связи и сигнала, поступающего из линии связи в сигнал RxD приемника ТТЛ-уровня [4].

Протокол информационного канала реализуется при помощи программного обеспечения, зашитого в ПЗУ. Информационный канал придает передаваемому сообщению определенную форму и в соответствии с этой формой упаковывает сообщение при передаче и распаковывает при приеме.

Аналогичную задачу должно решать программное обеспечение абонента.

Сообщение — это оформленная по определенным правилам последовательность байтов, имеющих помимо функционально законченной смысловой части также признак начала и конца сообщения.

Для передачи данных составим протокол обмена между контроллером и ЭВМ по последовательному каналу.

Обмен терминал — контроллер: посылки состоят из пяти байт.

1-й байт:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	1	X	X	X	X	X	X

D7-D6 — признак старт-байта; D5-D0 — поле команды.

2-й и 3-й байт:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	X	X	X	X	X	X

D5-D0 — шесть битов поля данных.

4-й байт:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	X	X	X	X	X	X

D5-D2 — четыре младших бита старшего байта контрольной суммы (D3-D0); D1-D0 — два старших бита младшего байта контрольной суммы (D7-D6).

5-й байт:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	X	X	X	X	X	X

D5-D0 — шесть младших битов младшего байта контрольной суммы.

Коды команд обмена "терминал—контроллер" помещены в табл. 1.

Таблица 1

Включить двигатель	00H
Выключить двигатель	01H
Передать состояние 1-го и 2-го датчиков	02H
Передать состояние 3-го и 4-го датчиков	03H
Установить значение разгона (значение содержится в поле данных 2-го и 3-го байта команды)	04H
Передать значение тахометра	05H

Обмен контроллер—терминал: посылки состоят из шести байт.

1-й байт

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	1	X	X	X	X	X	X

D7-D6 — признак старт-байта; D5-D0 — поле команды.

2-й байт:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	*	*	X	X	X	X

D5-D4 — состояние пускателей "пуск" и "стоп"; D3-D0 — поле данных.

3-й и 4-й байт:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	X	X	X	X	X	X

D5-D0 — поле данных.

5-й и 6-й байт:

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	X	X	X	X	X	X

D5-D0 — значение контрольной суммы (аналогично обмену "терминал—контроллер").

Коды команд обмена "контроллер — терминал" помещены в табл. 2.

Для автоматизации исследований разработан программно-измерительный комплекс, предназначенный для исследования переходных энергетических, тепловых и вибрационных процессов, протекающих в системах и компонентах электрооборудования автомобиля в условиях реальной эксплуатации автомобиля и при проведении лабораторно-стендовых испытаний, а также для определения момента сопротивления двигателя внутреннего сгорания при пуске непосредственно на автомобиле. Под энергетическими процессами понимается: изменение во времени токов и напряжений в элементах и системах электрооборудования автомобиля; под тепловыми — изменение во времени температуры элементов и систем электрооборудования автомобиля [5, 6]. В состав программно-измерительного комплекса, общий вид которого представлен на рис. 1, входят:

Таблица 2

Данные 1-го и 2-го датчиков	00H
Данные 3-го и 4-го датчиков	01H
Данные разгона двигателя	02H
Данные тахометра	03H

— блок измерительных модулей;

— переносной компьютер ASUS L8400 Series Notebook PC s/n 14 NQ 014624, процессор Intel Pentium III 850 MHz, 128 MB RAM, 20 GB Hard Drive;

— автономный блок питания для подключения АЦП и переносного компьютера;

— специальный датчик AD — 592 для измерения температуры;

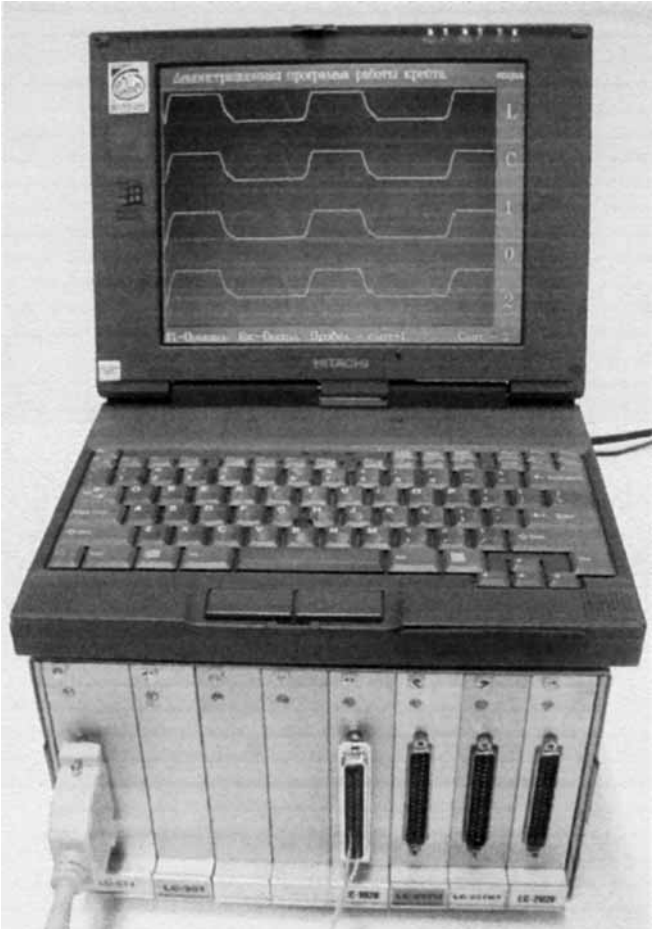


Рис. 1. Общий вид программно-измерительного комплекса

— комплекс программ записи и обработки исследуемых параметров.

Программно-измерительный комплекс с использованием переносного компьютера является удобным, мощным и эффективным средством для исследования и анализа режимов работы систем и компонентов электрооборудования автомобиля в условиях реальной эксплуатации. Программно-измерительный комплекс может также использоваться при измерениях и исследованиях при проведении лабораторно-стендовых испытаний и в испытательных боксах. Технические характеристики блока измерительных модулей программно-измерительного комплекса:

Блок измерительных модулей обеспечивает измерение и преобразование в цифровой код, доступный для считывания переносным компьютером, следующие аналоговые сигналы. Постоянное напряжение в диапазоне от 0 В до 10 В; погрешность измерений ±0,006 В; время измерений 20 мс. Количество каналов измерений равно 8. Наличие встроенного регулируемого делителя позволяет расширить диапазон измеряемого напряжения до 100 В. Постоянный ток в диапазоне от 0 А до 600 А; время измерения 100 мкс, погрешность измерений 0,03 А. Количество каналов измерений равно 16.

Температура измеряется в диапазоне от –25 до +30 °С. Измерения проводятся с помощью калиброванной термопары или специальных датчиков. Количество каналов 8. Точность измерения ±0,5 °С, время измерений 20 мс. Каждый канал блока измерительных модулей имеет индивидуальную гальваническую развязку. Гальваническая развязка выдерживает между любым из входов и корпусом прибора или между двумя входами напряжение не менее 500 В.

Диапазон рабочих температур АЦП от +5 до +50 °С.

Программно-измерительный комплекс имеет следующие возможности:

— количество одновременно измеряемых величин — 34;

— конечное число измерений ограничивается лишь объемом жесткого диска.

Функциональная блок-схема программно-измерительного комплекса представлена на рис. 2.

Принцип работы программно-измерительного комплекса заключается в следующем. Сигналы с датчиков измеряемых величин поступают на входы модулей аналогового ввода блока измерительных модулей, где некоторые из этих сигналов усиливаются. Базовый АЦП преобразователь блока измерительных модулей преобразует аналоговые величины в цифровые, которые через интерфейс блока измерительных модулей передаются в персональный

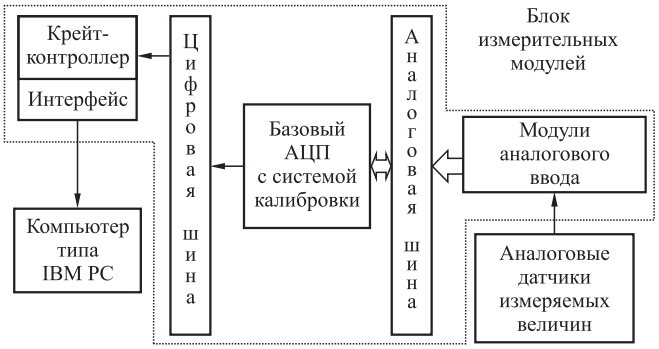


Рис. 2. Функциональная блок-схема программно-измерительного комплекса. При объеме жесткого диска 1,2 Гбайт суммарное время эксперимента — 6 ч при использовании максимального количества каналов АЦП

компьютер, где производится запись данных в файл на жесткий диск или в память компьютера, а также обработка этих данных.

Обработанные данные могут быть сохранены как в графическом, так и табличном видах. В последующем, при статистической обработке, имеется возможность перекодировать полученные данные в файл с форматом, распознаваемым программной EXEL® (Microsoft®).

Компьютерное программное обеспечение позволяет пользователю осуществлять просмотр данных в реальном масштабе времени при их записи и последующем просмотре в графическом или табличном видах. Проводить дальнейшую обработку исследуемого сигнала во временной и частотной областях. А именно: устранять постоянную составляющую, сглаживать сигнал путем усреднения, проводить расчет амплитудно-частотной характеристики исследуемого процесса и проводить статистический анализ.

Для обеспечения точных результатов измерений проводится калибровка каждого измерительного канала соответствующего измерительного модуля. Калибровка измерительного канала может осуществляться как в многоканальном режиме (отдельно датчик, субмодуль и измерительный канал), так и в сквозном (датчик — канал) режимах. Для получения точной характеристики канала при его калибровке необходимо задать не менее 10 контрольных точек, равномерно распределенных от минимума до максимума эффективного диапазона измерений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Чернов А. Е., Сугробов А. М.** Интеллектуальные системы электроснабжения автотранспортных средств // Грузовик. —2010. — № 4.
2. **Чернов А. Е.** Оптимизированная система электроснабжения для автотранспортных средств // Грузовик. — 2010. — № 6.
3. **Чернов А. Е.** Разработка систем электроснабжения транспортных средств с улучшенными энергетическими и экологическими показателями: дис. ... канд. техн. наук. —М.: МЭИ ТУ, 1994. — 185 с.
4. **Чернов А. Е., Акимов А. В., Кротов А. Н**. Многофункциональный регулятор напряжения для генераторных установок нового поколения // Известия МГТУ "МАМИ". — 2010. — № 2 (10).
5. **Чернов А. Е., Сугробов А. М.** Основные особенности современных гибридных автомобилей // Грузовик. — 2011. — № 4.
6. **Чернов А. Е., Стрекозин А. М.** Системы электроснабжения, обеспечивающие заданный уровень стабильности напряжения в бортовой сети // Электрооборудование автомобилей и тракторов: Сборник научных трудов. — М.: НИИАЭ, 1988, 166 с.

"КАМАЗ" усиливает борьбу с контрафактом и нарушением прав

В ПАО "КАМАЗ" введен в действие корпоративный почтовый ящик, предназначенный для получения информации о фактах нарушения исключительных прав компании на товарный знак и патентных прав.

Корпоративный почтовый ящик kontrafakt@kamaz.ru, куда можно направить сообщения о фактах нарушения исключительных прав ПАО "КАМАЗ" на товарный знак и патентные права с гарантией полной конфиденциальности, начал свое функционирование в начале 2017 г. Новая мера призвана увеличить число выявленных фактов правонарушений и усилить противодействие проникновению на российский рынок контрафактных запасных частей, которые наносят не только экономический ущерб, но и серьезный урон имиджу компании.

По итогам 2016 г. было выявлено 47 фактов нарушения интеллектуальных прав ПАО "КАМАЗ", из них 42 факта незаконного использования товарного знака и пять фактов нарушения интеллектуальных прав на патент. Предъявлено 22 иска на сумму 15,3 млн руб., вынесено шесть судебных решений, по которым уже взыскано 3 млн руб.

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"

УДК 629.113

В. Н. Козловский, д-р техн. наук, **А. Г. Сорокин,** канд. техн. наук,
С. В. Петровский, ведущий инженер, СамГТУ
E-mail: kozlovskiy-76@mail.ru

АКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОСТИКИ ПРЕВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОМЕХ ОТ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

В работе проводится анализ проблемы диагностики превышения уровня электромагнитных помех автомобиля от системы зажигания.

Ключевые слова: *качество, надежность, электромагнитная совместимость, электрооборудование, автомобиль.*

The paper analyzes the problems of diagnosis exceeded the level of electromagnetic interference from car ignition system

Keywords: *quality, reliability, electromagnetic compatibility, electrical equipment, automobile.*

(рисунки на 2-й полосе обложки)

Процесс проектирования и создания новых автомобилей сопряжен, в том числе и с корректированием уровня электромагнитных помех (ЭМП) от системы зажигания, поэтому необходимо проводить сертификационные и омологационные испытания [8]. После испытаний на этапе постановки в серию новая модель должна полностью соответствовать действующим требованиям ЭМС [2, 9, 10].

Однако при продолжительной эксплуатации автомобилей излучаемые помехи от системы зажигания (СЗ) значительно изменяются, что обусловлено процессами старения различных конструкций и элементов, влияющих на параметры ЭМП [3, 6]. При этом ситуация усложняется тем, что возможность измерить уровень помех на станциях технического обслуживания (СТО) зачастую отсутствует. Провести подобные измерения могут только специализированные по данному профилю организации, число которых ограничено из-за стоимости требуемого оборудования и недостатка специалистов, способных производить грамотную диагностику уровня ЭМП.

Источниками высокочастотных помех помимо системы зажигания являются автомобильные телевизионные и радиоприемники, стартер, научное и медицинское оборудование (в случае его наличия на автомобиле), а также высокочастотные схемы (микропроцессоры, микроконтроллеры и другие высокоскоростные цифровые устройства) [3, 5].

На рис. 1 [5] показаны экспериментальные данные по напряжению широкополосных радиопомех в бортовой сети автомобилей современного автомобиля отечественного производства для разных пробегов (1000 км, 50 000 км, 120 000 км). Эксперимент проводился для диапазона частот от 0,1 до 1000 МГц, в котором основным является промежуточный диапазон частот от 0,15 до 110 МГц, где измеряется уровень радиопомех от электрооборудования автомобиля согласно ГОСТ 28279—89.

На рис. 2 [5] показаны экспериментальные данные по напряженности поля индустриальных широкополосных радиопомех для этого же автомобиля при разных пробегах (1000 км, 50 000 км, 120 000 км). Эксперимент проводился в диапазоне частот от 30 до 1000 МГц, в котором также измерялся уровень радиопомех от электрооборудования автомобиля согласно ГОСТ 28279—89 и ГОСТ 51320—99.

Из частотных характеристик, показанных на рис. 2, видно, что СЗ автомобилей, имеющих пробег 120 000 км в частотном диапазоне от 30 до 70 МГц, несовместимы по параметрам ЭМС с другим электрооборудованием автомобиля и устройствами вне его (аналогичные данные и для рис. 1 в частотных диапазонах от 8 до 15 МГц и от 20 до 25 МГц). Источниками данного вида ЭМП могут быть непрерывно работающие электрические излучатели (например, системы зажигания или мобильная связь) [11, 12].

Электромагнитные помехи генерируются и при переходных процессах, когда источник излучает короткие импульсы вместо непрерывного сигнала. Переходные процессы возникают при коммутациях в различных электрических цепях — примерами таких цепей являются системы зажигания, электромагниты, электромоторы и подобное электрооборудование.

Важным фактором работы системы зажигания является и то, что генерируемые ею ЭМП оказывают влияние на биологические организмы. При исследовании воздействия ЭМП от системы зажигания на биологические организмы необходимо учитывать, что во временном интервале измерений на организм оказывают влияние много факторов (стрессы, заболевания, травмы, воздействие естественной и искусственной радиации и так далее), которые могут дополнять последствия облучения ЭМП. По этой причине эффект воздействия ЭМП чрезвычайно сложно выделить в чистом виде, из чего следует, что полную статистику по результатам взаимодействия излучения автомобильных систем зажигания с биологическими организмами не удастся получить в ближайшем будущем вследствие очень большого объема статистических данных и сложности контрольного эксперимента.

Для обеспечения электромагнитной безопасности радиотехнических средств (РТС) и биологических объектов нужно, прежде всего, уменьшать уровень помех, создаваемых СЗ автомобиля. В то же время для достижения оптимальных результатов необходимо стараться комплексно подходить к проблеме ЭМС, потому что необоснованные меры по подавлению ЭМП приводят к ухудшению характеристик работы и качества автомобиля. По этой причине требуется детальное исследование зависимости параметров ЭМП по уровню электрических и магнитных полей, создаваемых системой зажигания от различных влияющих факторов [3, 4, 12].

Для косвенного изучения влияния электромагнитных помех от системы зажигания на биологические организмы при использовании санитарных правил и норм (СанПИН) проводился эксперимент, в котором измерялся уровень электрических и магнитных полей при работе системы зажигания. В ходе эксперимента было рассмотрено влияние низкочастотной составляющей электромагнитного поля катушки зажигания как на работу электрооборудования автомобиля и внешних устройств, так и на биологические организмы [10].

В ходе исследования данного косвенного воздействия на биологические организмы использовался прибор для измерения параметров электрического и магнитного полей В/Е-МЕТР-АТ002 МГФК 411173.004. Испытания проводились на современных автомобилях отечественного производства, причем вышеуказанный прибор работал в двух низкочастотных диапазонах: от 0,005 до 2 кГц и до 400 кГц.

В экспериментальных исследованиях использовалась система зажигания с катушкой типа 21120.3705010. Сами эксперименты заключались в снятии значений напряженности электрического поля и магнитной индукции в низкочастотном диапазоне во время работы ДВС на разных скоростных режимах (600, 1000, 2000, 4000 об/мин). Измерения проводились при следующих условиях: при номинальном токе I_n в первичной обмотке катушки зажигания; в режиме холостого хода, при пониженных токах $\left(I = \frac{I_n}{3}\right)$, когда снят высоковольтный ввод катушки зажигания; для фоновых значений (при отключенном стенде).

Измеряемые значения снимаются в девяти точках (по три на каждой координатной оси), которые расположены на расстояниях 0,5, 1,0 и 1,5 м от катушки зажигания. Для получения итоговой напряженности электрического поля и магнитной индукции производится суммирование значений в точках, расположенных на каждой из взаимно перпендикулярных осей.

В табл. 1 приводятся экспериментальные данные, полученные для точек, расположенных на расстоянии 0,5 м от катушки (характер экспериментальных данных, полученных для других точек, аналогичен).

Фоновые значения и при отключенном стенде сведены в табл. 2.

При пониженных токах $\left(I = \frac{I_n}{3}\right)$, когда снят высоковольтный ввод, также производились измерения параметров электрического и магнитного полей, указанные в табл. 3.

Согласно правилу № 10 ЕЭК ООН, а также СанПИН и ГОСТ 12.1.006—84, уровень помех по напряженности электрического поля для рабочих мест (т. е. данные правила распространяются как на водителя, так и на пассажиров автомобиля, которые проводят в автомобиле достаточно длительное время) не должен превышать 15—80 В/м, в зависимости от частотного диапазона ЭМП и до 0,46 мкТл для индукции магнитного поля.

На основании этих правил и вышеприведенных табличных данных можно сделать вывод, что исследуемая катушка зажигания (при пробеге 50 тыс. км) согласно правилу № 10 ЕЭК ООН и СанПИН может быть опасной по требованиям электромагнитной совместимости для биологических организмов.

Таблица 1

Экспериментальные данные при номинальном токе через первичную обмотку катушки зажигания (пробег 50 000 км)

Параметры	Частота вращения, мин$^{-1}$	Ось	*X*	*Y*	*Z*	Общее
$E_{нч}$, В/м	600	*X*	127	50	82	159,3
		Y	67	42	112	137,1
		Z	27	65	90	114,25
	1000	*X*	115	67	30	136,43
		Y	100	67	62	135,4
		Z	25	75	95	123,6
	2000	*X*	107	37	52	124.6,
		Y	77	110	85	158,9
		Z	17	87	55	104,3
	4000	*X*	110	37	52	127,2
		Y	20	55	22	62,52
		Z	30	87	75	118,7
$B_{нч}$, мкТл	600	*X*	0,32	0,5	0,35	0,69
		Y	0,57	0,6	0,32	0,887
		Z	0,25	0,22	0,25	0,416
	1000	*X*	0,3	0,47	0,27	0,62
		Y	0,32	0,75	0,35	0,82
		Z	0,25	0,27	0,22	**0,43**
	2000	*X*	0,35	0,32	0,27	0,54
		Y	0,35	0,4	0,4	0,665
		Z	0,2	0,3	0,25	**0,44**
	4000	*X*	0,55	0,4	0,95	1,144
		Y	0,4	0,32	0,47	0,7
		Z	0,17	0,35	0,42	0,573

* В столбце "Общее" светлым цветом помечены величины, которые превышают допустимый уровень электромагнитных помех.

Таблица 2

Фоновые значения напряженности электрического поля и магнитной индукции

Расстояние, м	Ось	Ось			Общее
		X	*Y*	*Z*	
0,51	*X*	2/0,07	2/0,1	2/0,07	3,46/0,141
	Y	5/0,1	5/0,12	2/0,1	7,35/0,185
	Z	7/0,07	5/0,1	5/0,1	9,95/0,158
1	*X*	2/0,05	2/0,1	2/0,07	3,46/0,132
	Y	5/0,12	7/0,07	5/0,1	9,95/0,171
	Z	7/0,12	5/0,07	5/0,1	9,95/0,171
1,5	*X*	2/0,1	2/0,1	2/0,07	3,46/0,158
	Y	5/0,1	5/0,12	2/0,1	7,35/0,185
	Z	7/0,12	5/0,1	5/0,1	9,95/0,185

Таблица 3

Эксперимент с высоковольтным вводом

Высоковольтный ввод	Расстояние (*S*, м)			
	X	*Y*	*Z*	Общее
Есть	12/0,45	20/0,3	10/0,47	25,37/0,72
Снят	10/0,5	5/0,17	7/0,42	13,2/0,675

Таким образом, для уменьшения влияния помех необходимо либо применять экранированную катушку зажигания, либо обеспечить снижение каким-либо другим способом негативного эффекта наводимых данной катушкой ЭМП, оказываемого как на биологические организмы, так и на электрооборудование внутри и вне автомобиля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Барнс Дж**. Электронное конструирование: методы борьбы с помехами. — М.: Мир, 1990. — 238 с.
2. **Кечиев Л. Н., Степанов П. В.** ЭМС: стандартизация и функциональная безопасность — М.: МИЭМ, 2001. — 82 с.
3. **Князев А. Д.** Элементы теории и практики обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств. — М.: Радио и связь, 1984. — 336 с.
4. **Леоненков А. В.** Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. — СПб.: БВХ — Петербург, 2005. — 736 с.
5. **Николаев П. А.** Электромагнитная совместимость современных автомобильных систем зажигания: монография. — Тольятти: ПВГУС, 2011. — 224 с.
6. **Петровский С. В., Николаев П. А.** Электромагнитная совместимость автомобильного генератора напряжения // Известия Высших учебных заведений. Электромеханика. — 2014. — № 5.
7. **Петровский С. В.** Интеллектуально-измерительная система для идентификации и классификации радиопомех от системы зажигания автомобиля // Сборник трудов пятой международной научно-практической конференции "Измерения в современном мире 2015". СПб.: СПГПУ, 2015. — С. 89—99.
8. **Панюков Д. И., Козловский В. Н.** Проектирование новых производственных процессов // Стандарты и качество. — 2014. — № 11. — С. 92—95.
9. **Рудаков М. Л.** Зарубежные гигиенические стандарты на параметры электромагнитных воздействий в диапазоне радиочастот // Зарубежная радиоэлектроника. — 1998. — № 2. — С. 68—75.
10. **Строганов В. И., Козловский В. Н.** Моделирование систем электромобилей и автомобилей с комбинированной силовой установкой в процессах проектирования и производства: монография. — М.: МАДГТУ "МАДИ", 2014. — 264 с.
11. **Petrovski S., Bouchet F., Petrovski A.** Data-driven Modelling of Electromagnetic Interferences in Motor Vehicles. // IEEE International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications (INISTA 2013) Albena, Bulgaria 2013. ISBN: 978-1-4799-0659-8. DOI: 10.1109/INISTA.2013.6577658. P. 1—7.

УДК 629.114

В. В. Геращенко, канд. техн. наук, доцент, **Н. А. Коваленко,** канд. техн. наук, доцент,
А. В. Щур, канд. техн. наук, доцент, ГУ ВПО Белорусско-Российский университет,
В. И. Гумелюк, д-р техн. наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
E-mail: mogilev-kovalenko@rambler.ru

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ПРОХОДИМОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Предложена усовершенствованная система автоматического управления скоростью движения грузового автомобиля.

Ключевые слова: *метод, грузовой автомобиль, проходимость, производительность, системы автоматического управления скоростью, датчик частоты вращения, момент сопротивления движению, дифференцирующая цепь, датчик крутящего момента.*

The improved system of automatic control is offered by the rate of movement of truck.

Keywords: *method, truck, throughput, performance, automatic control system speed, speed sensor, the moment of resistance movement, the differentiating circuit, a torque sensor.*

Применяемые системы автоматического управления скоростью движения грузовых автомобилей отличаются тем, что обеспечивают достаточный уровень таких эксплуатационных свойств, как проходимость и производительность только при постоянном нагрузочном режиме эксплуатации. В то же время момент сопротивления движению автомобиля $M_к$ является динамическим, а уровень проходимости и производительности при переменных режимах эксплуатации (как наиболее нагруженных) снижается из-за недостаточного быстродействия существующей системы автоматического управления скоростью движения.

Объясняется это тем, что при увеличении момента сопротивления движению на ведущих колесах транспортного средства в процессе его эксплуатации увеличивается и приведенный момент сопротивления на валу двигателя внутреннего сгорания по отношению к вращающему моменту двигателя внутреннего сгорания, вследствие чего происходит снижение его частоты вращения. Известно, что снижение частоты вращения $n_{ди}$ двигателя происходит по апериодической кривой первого порядка, т. е. с задержкой во времени, равной Δt_1 (рис. 1).

При снижении частоты вращения коленчатого вала происходит увеличение количества подаваемого топлива $h_{ди}$ в цилиндры двигателя, но, вследствие постепенного снижения частоты вращения, этот процесс происходит за время, также равное Δt_1 (рис. 2), т. е. медленно. Поэтому вращающий момент на валу двигателя возрастает столь же медленно.

Транспортное средство очень медленно преодолевает возросшее сопротивление движению, при этом снижаются его производительность и проходимость. Возникает необходимость в совершенствовании известной системы автоматического регулирования путем увеличения ее быстродействия.

В результате выполнения научно-исследовательских работ для решения данной задачи был разработан метод повышения проходимости и производительности транспортного средства путем увеличения быстродействия системы автоматического управления двигателем внутреннего сгорания при увеличении момента сопротивления движению и предложена система автоматического управления для его реализации.

Сущность метода заключается в том, что приведенный момент $M_{пс}$ сопротивления на валу двигателя непрерывно измеряют в процессе эксплуатации автомобиля (рис. 3), производят его дифференцирование и, при его увеличении, получают его производную $dM_{пс}/dt$ со знаком плюс на выходе дифференцирующей цепи (рис. 4) посредством диода, включенного

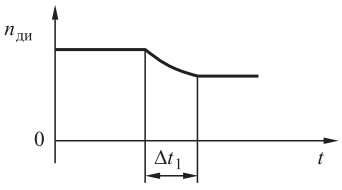


Рис. 1. Снижение частоты вращения $n_{ди}$ двигателя при возрастании момента сопротивления движению транспортного средства в известных системах управления

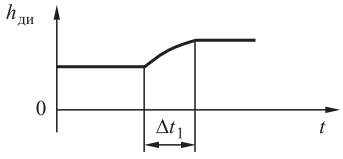


Рис. 2. Увеличение количества подаваемого топлива $h_{ди}$ при возрастании момента сопротивления движению в известных системах управления

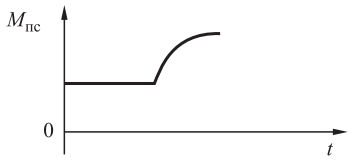


Рис. 3. Увеличение приведенного к валу двигателя момента $M_{пс}$ сопротивления валу двигателя при увеличении момента сопротивления движению транспортного средства

Рис. 4. Импульс напряжения на выходе дифференцирующей цепи

в прямом направлении. Подают полученную производную приведенного момента сопротивления положительной гибкой обратной связью на дополнительный вход системы автоматического управления автомобилем, таким образом получая управляющий сигнал, который подается на усилитель.

При наличии напряжения на выходе усилителя электронным блоком управления формируется напряжение в виде прямоугольного импульса с большей длительностью, чем формировалось ранее до увеличения момента сопротивления движению транспортного средства. Поэтому с помощью форсунки подается больше топлива $h_{дн}$ (рис. 5) и происходит это быстрее благодаря введению в систему управления гибкой положительной обратной связи, что и показано на рис. 5, так как задержка во времени в установке нового значения подачи топлива, равная Δt_2, в предлагаемой системе управления значительно меньше, чем в известной системе управления.

Момент, развиваемый двигателем, возрастает быстрее и становится равным увеличенному приведенному к валу двигателя внутреннего сгорания моменту сопротивления более быстро, а частота вращения $n_{дн}$ двигателя внутреннего сгорания, а следовательно, и частота вращения ведущего колеса претерпевает незначительное снижение (рис. 6).

Система автоматического управления (рис. 7) содержит последовательно кинематически соединенные двигатель *1* внутреннего сгорания с педалью *2* управления подачей топлива, коробкой *3* передач, главную передачу *4*, ведущее колесо *5*, первый сумматор *6* с двумя входами *7* и *8* и выходом *9*, датчик *10* перемещения педали *2* управления подачей топлива, выход *11* которого соединен с первым входом *7* первого сумматора *6*, датчик *12* частоты вращения двигателя *1* внутреннего сгорания, выход которого соединен со вторым входом *8* первого сумматора *6*, образуя при этом соединении жесткую обратную отрицательную связь *13*, датчик *14* крутящего момента, установленный на упругом валу *15*, соединяющем двигатель *1* внутреннего сгорания с коробкой *3* передач, последовательно соединенные усилитель *16* и электронный блок *17* управления, исполнительный элемент, выполненный в виде электромагнитной форсунки *18*, ввернутой в камеру сгорания двигателя *1* внутреннего сгорания, с обмоткой *19*, соединенной с выходом электронного блока *17* управления, второй сумматор *20* с двумя входами *21* и *22* и выходом *23*, первый вход *21* которого соединен с выходом *9* первого сумматора *6*, а выход *23* второго сумматора *20* соединен с усилителем *16*, дифференцирующую цепь *24*, включающую в себя конденсатор *25* и резистор *26*, последовательно соединенный с дифференцирующей цепью *24*, диод *27*, включенный в прямом направлении, при этом выход датчика *14* крутящего момента соединен с входом дифференцирующей цепи *24*, а выход дифференцирующей цепи *24* с диодом *27*, включенным в прямом направлении, соединен со вторым входом *22* второго сумматора *20*, образуя при этом соединении гибкую обратную положительную связь *28*.

Датчик *14* крутящего момента включает в себя установленные по концам упругого вала *15* двигателя *1* металлические диски *29*, *30* с радиальными прорезями и выступами, преобразователи *31*, *32* импульсные, установленные с обеспечением возможности прохождения выступов и прорезей каждого из дисков *29*, *30* возле соответствующего преобразователя *31*, *32*, соединенные с выходами преобразователей *31*, *32*, дифференцирующие цепи *33*, *34* с отсекающими диодами *35*, *36*, триггер *37*, выполненный на первом *38* и втором *39* транзисторах и четырех резисторах *40*, *41*, *42*, *43*, при этом базы транзисторов *38*, *39* соединены с выходами дифференцирующих цепей *33*, *34*, последовательно соединенный эмиттерный повторитель 44, выполненный на транзисторе *45* и резисторе *46*, входом соединенный с выходом триггера *37*, интегрирующую цепь *47*, выполненную на резисторе *48* и конденсаторе *49*, выходной резистор *50*.

Дифференцирующая цепь *33* включает в себя резисторы *51*, *52* и конденсатор *53*. Дифференцирующая цепь 34 включает в себя резисторы *54*, *55* и конденсатор *56*.

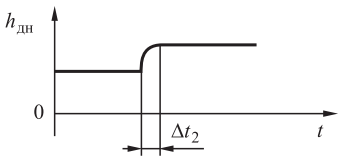


Рис. 5. Увеличения количества подаваемого топлива $h_{дн}$ при возрастании момента сопротивления движению транспортного средства в предлагаемой системе управления

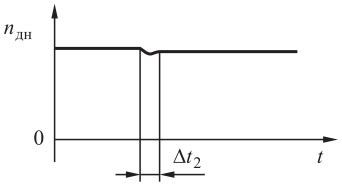


Рис. 6. Изменение частоты вращения $n_{дн}$ двигателя при возрастании момента сопротивления движению транспортного средства в предлагаемой системе управления

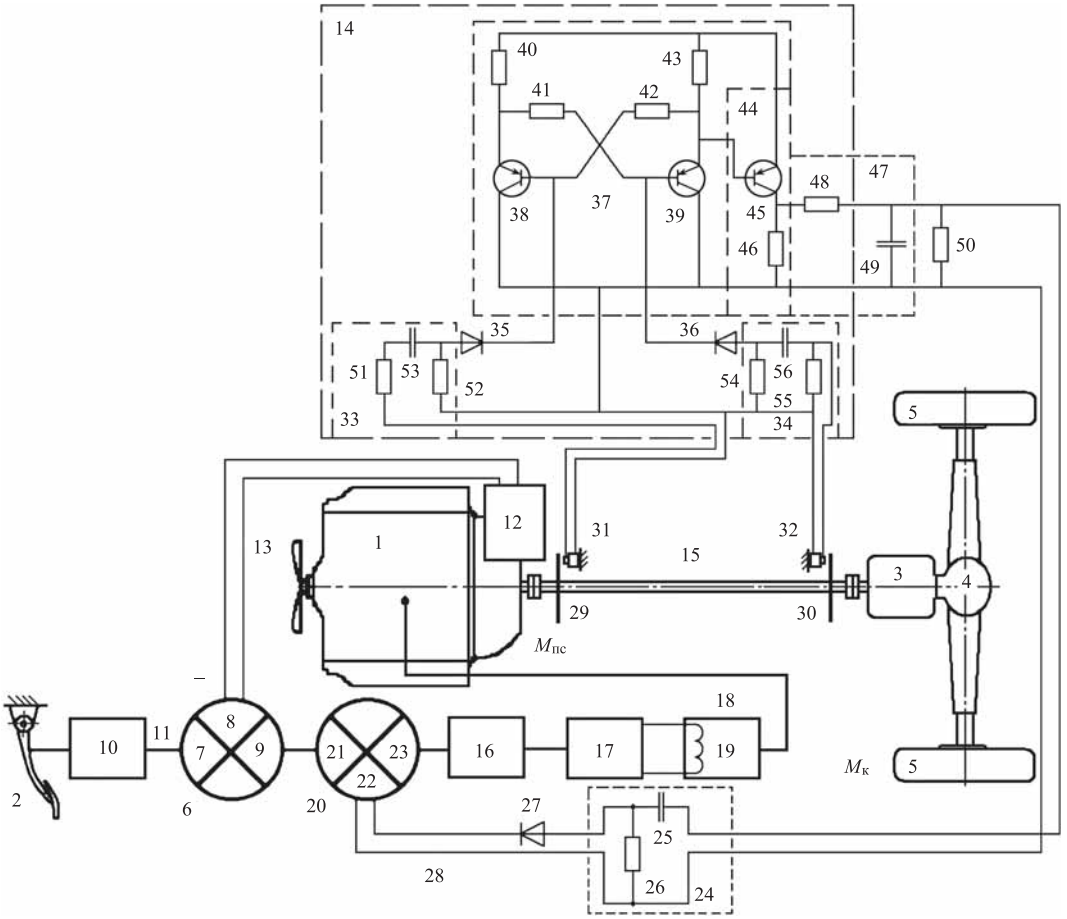


Рис. 7. Схема предлагаемой системы управления

Крутящий момент на валу двигателя *1* измеряется следующим образом. В исходном состоянии транзистор *38* триггера *37* закрыт, а транзистор *39* открыт. Поэтому напряжение на коллекторе транзистора *39* равно нулю, а на коллекторе транзистора *38* принимает максимальное значение. При вращении вала *15* и нагружении его моментом диск *29* проходит выступом возле преобразователя *31* и на выходе преобразователя *31* появляется первый импульс. Он дифференцируется цепью *33*, на выходе которой образуются два разнополярных импульса. Выходной сигнал цепи *33* выпрямляется диодом *35*, образуя положительный импульс, который подается на базу транзистора *38*. Транзистор *38* открывается, а транзистор *39* закрывается, поэтому на коллекторе транзистора *39* появляется положительное напряжение.

При нагружении моментом вал *15* закручивается на угол пропорционально приложенному моменту. Поэтому диск *30* закручивается относительно диска *29* и на выходе преобразователя *32* формируется импульс, имеющий фазовое смещение относительно первого импульса, сформированного преобразователем *31*.

Этот импульс дифференцируется цепью *34*, выходной сигнал цепи *34* выпрямляется диодом *36*, образуя положительный импульс, который подается на базу транзистора *39*. Транзистор *39* открывается, а транзистор *38* закрывается. На коллекторе транзистора *39* опять устанавливается напряжение, равное нулю. В результате происходит формирование на коллекторе второго транзистора *39* прямоугольного импульса, длительность которого пропорциональна величине крутящего момента в данный момент времени.

Далее формирование прямоугольных импульсов на выходе второго транзистора *39* происходит аналогично описанному выше. Полученные прямоугольные импульсы подаются на вход интегрирующей цепи *47* посредством эмиттерного повторителя *44*, с помощью которого выполняется согласование высокого сопротивления на выходе триггера *37* с низким сопротивлением интегрирующей цепи *47*. На выходе интегрирующей цепи *47* и на выходном резисторе *50* формируется напряжение, уровень которого пропорционален крутящему моменту на валу двигателя *1*.

При движении транспортного средства, с помощью датчика *10* перемещения педали управления по-

дачей топлива, задается скоростной режим двигателя *1*, а с помощью датчика *12* частоты вращения двигателя измеряется его частота вращения. При сравнении напряжений на выходе датчика *10* и датчика *12* первым сумматором *6* формируется управляющее напряжение на его выходе в виде разности этих напряжений.

При равенстве напряжения с выхода датчика *10* перемещения педали и напряжения с выхода датчика *12* частоты вращения двигателя, подаваемых на входы *7* и *8* первого сумматора *6*, напряжение на выходе *9* первого сумматора *6* равно нулю, транспортное средство при этом движется с постоянной скоростью, так как прямоугольные импульсы напряжения, формируемые электронным блоком *17* управления и подаваемые на обмотку *19* электромагнитной форсунки *18,* имеют одинаковую длительность, и этим обеспечивается постоянная по величине подача топлива в цилиндры двигателя.

При увеличении момента $M_к$ сопротивления движению транспортного средства от внешней среды, а следовательно, и увеличении приведенного момента сопротивления на упругом валу *15* по отношению к вращающему моменту двигателя, частота вращения двигателя внутреннего сгорания начинает снижаться. На выходе датчика *12* частоты вращения двигателя *1* внутреннего сгорания начинает уменьшаться напряжение, а на выходе *9* первого сумматора *6* появляется напряжение.

Одновременно на выходе датчика момента, установленного на валу двигателя внутреннего сгорания, напряжение увеличивается, оно дифференцируется цепью *24*, вследствие чего на ее выходе формируется положительное напряжение, пропорциональное производной от увеличения момента сопротивления на валу двигателя внутреннего сгорания.

Посредством диода *27*, включенного в прямом направлении, полученное положительное напряжение подается на второй вход *22* второго сумматора *20* по цепи обратной положительной гибкой связи *28*, содержащей дифференцирующую цепь *24* и диод *27*. Далее производится сложение его с выходным напряжением первого сумматора *6*. Результат в виде положительного напряжения с выхода *23* второго сумматора *20* подается на усилитель *16*.

На выходе электронного блока *17* управления увеличится длительность формируемого им прямоугольного импульса, подача топлива $h_{дн}$ (см. рис. 5) увеличивается, момент двигателя возрастет и станет равным новому увеличенному моменту сопротивления, и частота вращения двигателя прекратит снижаться. Благодаря оперативному, практически без замедления увеличению вращающего момента двигателя по цепи положительной гибкой обратной связи *28* (см. рис. 7), повышается проходимость и производительность транспортного средства с предлагаемой системой управления.

При уменьшении момента сопротивления движению транспортного средства, а следовательно, и уменьшении приведенного момента сопротивления на упругом валу *15* по отношению к вращающему моменту двигателя внутреннего сгорания на выходе датчика *14* момента напряжение снижается, оно дифференцируется цепью *24*, и на ее выходе формируется отрицательное напряжение, пропорциональное производной от снижения момента сопротивления на упругом валу *15*.

Однако посредством диода *27*, включенного в прямом направлении, полученное отрицательное напряжение не подается на второй вход *22* второго сумматора *20*. Поэтому коррекции подаваемого количества топлива не происходит.

Экономический эффект получается за счет повышения производительности и проходимости транспортного средства путем использования для управления двигателем внутреннего сгорания такого информационного параметра, как производная от увеличения момента сопротивления на валу двигателя при повышении момента сопротивления движению транспортного средства.

Выводы

1. Предложен метод повышения проходимости и производительности грузового автомобиля за счет увеличения быстродействия системы автоматического управления двигателем внутреннего сгорания при увеличении момента сопротивления движению и предложена система автоматического управления для его реализации.

2. Использование для управления двигателем внутреннего сгорания такого информационного параметра, как производная от увеличения момента сопротивления на его валу при повышении момента сопротивления движению транспортного средства, позволит повысить быстродействие системы автоматического управления скоростью движения грузовых автомобилей, и соответственно их проходимость и производительность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Крутов В. И.** Автоматическое регулирование и управление двигателей внутреннего сгорания: учебник для студентов вузов. 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 1989. С. 12, рис. 1.2, *в*; С. 164—167, рис. 6.6.
2. **Савич Е. Л.** Техническая эксплуатация автомобилей: учеб. пособие. В 3 ч. Ч. 2. Методы и средства диагностики и технического обслуживания автомобилей. — Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2015. С. 11, рис. 1.1.
3. Патент РБ 3098, МПК В 60К 41/04, 1999.

УДК 656.13

Ю. А. Заяц, д-р техн. наук, профессор, Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище имени генерала армии В. Ф. Маргелова, e-mail: sajua@yandex.ru,
А. В. Сальников, канд. техн. наук, ООО "Интеграл", г. Бронницы, e-mail: alex_s79@list.ru,
И. Ф. Гумеров, канд. техн. наук, ПАО КАМАЗ, e-mail: gumerov@kamaz.ru

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОЙ СТОИМОСТИ ОБРАЗЦОВ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

На основе решения задачи прогнозирования технических воздействий и остаточного ресурса предложена методика оценки остаточной стоимости образцов автомобильной техники. Авторы не ставят знака равенства между понятиями "срок службы", "остаточный ресурс", "остаточная стоимость" и показывают почему. Методика оценки базируется на допущении о том, что имеется значимый объем информации об отказах типовой конструкции в зависимости от наработки при различных режимах работы и условиях эксплуатации, а также на оцениваемом образце с начала эксплуатации ведется учет наработки по режимам работы и условиям эксплуатации. При этом система прогнозирования воздействий и остаточного ресурса использует детерминированный подход, а не вероятностный.

Ключевые слова: *срок службы, остаточный ресурс, остаточная стоимость, прогнозирование воздействий, вопросы оценки, предельное состояние.*

On the basis of solving the problem of forecasting the technical impacts and residual life assessment methodology proposed by the residual value of vehicles. The authors do not equate the concepts of "service life", "residual life", "and residual value" and show why. Methods of assessment is based on the assumption that there is a significant amount of information about the failure of the type design, depending on the operating time under different operating conditions and environments, as well as the assessed sample with manual start keeps track developments on the operating mode and operating conditions. The system effects and residual life prediction using deterministic approach, rather than a probability.

Keywords: *service life, residual life, residual value, forecasting of impacts, assessment questions, limiting condition.*

Определение остаточной стоимости военной автомобильной техники (ВАТ) строится, как правило, исходя из расчета остаточного срока службы. Однако следует отметить, что согласно ГОСТ 27.002—89 [4] срок службы объекта — календарное время, равное периоду эксплуатации, отсчитываемое от ввода в эксплуатацию (поставки в воинскую часть) образца ВАТ до достижения предельного состояния (снятия с эксплуатации). Тогда, следуя указанному выше тезису, у образцов ВАТ, достигших предельного состояния, остаточной стоимости нет, так как нет остаточного срока службы. Это противоречит практике и реальному положению дел, и, следовательно, остаточный срок службы и остаточная стоимость — это не совсем связанные категории. Однако предельное состояние объекта и остаточный срок службы связаны вышеуказанным ГОСТом. При невозможности дальнейшей эксплуатации и равенстве нулю остаточного срока службы образца ВАТ в целом его остаточная стоимость может значительно отличаться от нуля. Эта стоимость может включать стоимость базовых деталей, агрегатов, сборочных единиц, механизмов, остаточный ресурс которых отличен от нуля. По сути, это разность между утилизационными доходами и расходами, которая определяет утилизационное сальдо машины. Оно может быть как положительным, так и отрицательным.

В настоящее время при оценке остаточного срока службы существуют три основных подхода: затратный подход, доходный и сравнительный [2]. Следует отметить, что само по себе понятие "остаточный срок службы" за границами гостовского определения не имеет смысла. Представим себе, что в этом определении отсутствует понятие "предельное состояние". То есть, предположим, что срок службы имеет смысл за пределами понятия "предельное состояние". Эта задача

не имеет решения в связи с отсутствием ограничения. Изделие будет служить до тех пор, пока его составляющие части в результате технических воздействий будут меняться на новые, т. е. пока в результате ремонта будет восстанавливаться работоспособное состояние.

При сравнительном подходе остаточная стоимость образца сравнивается с известной ценой аналога как по марке, так и по износу. Однако найти такой аналог достаточно проблематично. Пробег или наработка в часах не может указывать на техническое состояние и уж тем более на идентичное техническое состояние образца аналога.

Поэтому точность оценки рыночной стоимости ВАТ в большой степени зависит от того, насколько правильно выбран аналог.

Эти недостатки метода являются причиной того, что он используется в комбинированном виде совместно с затратным методом. Сначала оценивают стоимость машины данной марки в новом состоянии — восстановительную стоимость, а затем корректируют ее с учетом износа оцениваемой машины. В таком виде данный метод представляет собой метод амортизированных затрат замещения.

При доходном подходе рыночная стоимость машины оценивается, исходя из тех (чистых) выгод, которые она будет приносить в будущем, а именно — как их дисконтированная сумма за оставшийся срок службы. Важно, что эти выгоды должны относиться к наилучшему, наиболее эффективному способу использования образца с тем, чтобы получающаяся в результате оценка стоимости образца ВАТ была наибольшей.

Эти методы основаны на данных, получение которых достаточно затруднительно в условиях реальной ситуации. Рыночная цена, чистая выгода в будущем, эффективное использование образца — все эти понятия не вносят ясности в механизм определения рыночной стоимости на вторичном рынке образцов ВАТ при их реализации в коммерческий сектор.

Следовательно, дальнейшее рассмотрение затратного, доходного и сравнительного подходов при оценке остаточной стоимости и остаточного срока службы не имеет смысла, так как остаточный срок службы не несет информации об остаточном ресурсе и уж тем более об остаточной стоимости.

В зависимости от того, какой информацией обладают специалисты при оценке технического состояния ВАТ, возможны различные методы определения остаточной стоимости.

К сожалению, прогноз остаточной стоимости даже при полномасштабном техническом диагностировании конкретного образца ВАТ с использованием соответствующих средств диагностики и интроскопии не может считаться надежным. Более того, такой, подход требует больших затрат, и поэтому его рекомендуется применять для оценки единичных и дорогостоящих образцов АТ.

К надежным методам определения остаточной стоимости образцов ВАТ можно отнести только определение технического состояния по структурным параметрам.

Кроме того, необходимо отметить, что методы индивидуального прогнозирования остаточного ресурса ВАТ, основанные на моделях физических процессов износа машин (накопление усталостных повреждений, изнашивание механизмов и т. п.), также не нашли широкого практического применения при оценке остаточной стоимости. Это связано с их трудоемкостью и необходимостью применения несоизмеримо большого количества моделей процессов износа, которых просто не существует.

Проблема оценки остаточной стоимости в целом по парку ВАТ привела к необходимости создания упрощенных методов, обеспечивающих оценку "потоком", используя минимум входной информации об объекте оценки [9, 10, 13—16]. Однако минимум входной информации об объекте оценки при оценке "потоком" дает минимум точности полученного результата.

Существуют также технологии определения остаточного срока службы, опирающиеся на модели линейного или экспоненциального износа [1, 5, 11, 12]. Эти методы в основном опираются на детерминированные модели износа. При этом остаточный срок службы (ресурс) в рамках данных моделей обычно определяется как разность между некоторым нормативным сроком службы и его эффективным возрастом. Таким образом, при эффективном возрасте в 14 лет, а нормативном в 12 лет образец ВАТ, имеющий пробег 84 000 км (по 6000 км за год) остаточной стоимости не имеет, а если точнее, то остаточный срок службы равен минус 2 года.

Эти замечания показывают несостоятельность и неприменимость существующих теорий определения остаточной стоимости образцов ВАТ, которую почему-то отождествляют с остаточным сроком службы.

В предлагаемой методике не используются вероятностные методы, но принцип минимума входной информации является определяющим. Учитывая, что фактические моменты достижения образцами ВАТ предельного состояния могут существенно

различаться в зависимости от индивидуальных свойств и условий эксплуатации объектов, примем в качестве минимума информации для оценки остаточной стоимости информацию о режимах работы и условиях эксплуатации образца, перечень проведенных воздействий к текущему моменту оценки. Эти величины не являются случайными, и, следовательно, они не могут описываться вероятностными моделями.

Предлагаемая методика не использует никаких экономических коэффициентов, учитывающих изменение стоимости образца ввиду инфляционных и других процессов. Это принято для того, чтобы сделать методику простой, наглядной и понятной для применения. Несмотря на минимум информации, применение методики имеет существенные ограничения. Вот они.

1. Образец ВАТ с момента ввода в эксплуатацию оснащен системой сбора и накопления информации со встроенных датчиков, учитывающих режим работы и условия эксплуатации образца. Эта система к текущему времени оценки не прерывала свою работу.

2. При проведении технических воздействий на образец в информационной системе фиксировался факт воздействия с указанием его характеристик и суммарной наработки по режимам работы и условиям эксплуатации образца.

3. Существует единая информационная система (ИС), которая хранит по образцам ВАТ данной типовой конструкции всю информацию о воздействиях и суммарной наработки по режимам работы, и условиям эксплуатации образца до них. Эта информация значима.

Наложенные ограничения позволяют в любой момент времени получить вариационный ряд технических воздействий (отказов) на период времени, имеющийся в ИС по данной типовой конструкции, т. е. выполнить прогнозирование воздействий и остаточного ресурса (ПВ и ОР) до них. Более подробно это описано в работах [3, 7, 8].

Изменение стоимости в зависимости от количества замен агрегата (детали, механизма и др.) в методике не ведется, так как это является предметом анализа системы ПВ и ОР.

Этот вариационный ряд может содержать десятки или даже сотни прогнозируемых воздействий в системе отказов с указанием остаточного ресурса до них.

Из всего вариационного ряда выбираются только те воздействия, которые связаны с отказом наиболее значимых элементов (агрегатов) и их заменой, которые в совокупности определяют начальную стоимость образца. Этими элементами могут быть:

— силовая установка;
— коробка передач;
— раздаточная коробка;
— мосты — передний, задний (другие);
— кузов;
— рама;
— кабина.

Вся стоимость образца ВАТ условно распределяется между этими элементами, определяющими остаточную стоимость образца.

Тогда сумма произведений доли остаточного ресурса элемента на долю в стоимости образца даст остаточную стоимость образца.

Основываясь на рис. 1 и с учетом вышесказанного, запишем:

$$C_{\text{ост}} = \sum_{j=1}^{J} \frac{r_j}{r_j + r_m} \frac{c_j^{\text{усл}}}{C_{\text{нач}}}, \qquad (1)$$

где r_j — ресурс до j-го отказа с заменой агрегата; r_m — наработка в текущий момент времени; $c_j^{\text{усл}}$ — стоимость агрегата (элемента, механизма, базовой детали, др.), приведенная к стоимости нового образца; $C_{\text{нач}}$ — стоимость нового образца; $C_{\text{ост}}$ — остаточная стоимость образца ВАТ.

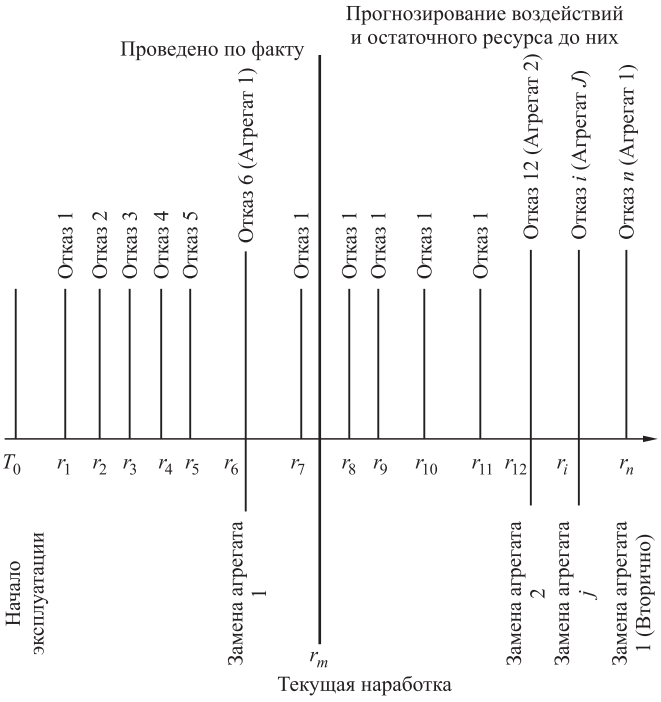


Рис. 1. Схема учета прогнозируемых воздействий и остаточного ресурса до них для оценки остаточной стоимости образцов ВАТ

При практическом функционировании системы совсем не принципиально то, какие элементы будут выбраны для распределения стоимости и каково будет их количество. С увеличением количества элементов точность оценки будет возрастать. Условием является лишь обеспечение однократного учета элемента, т. е. элемент не может быть учтен, если он был учтен как составная часть агрегата.

Полученная формула при минимуме исходных данных позволяет рассчитать оценку остаточной стоимости образцов ВАТ.

В таблице приведен пример расчета.

Из приведенного примера следует важный вывод. При известной наработке по режимам работы и условиям эксплуатации на текущий момент времени остаточный ресурс можно вычислить через остаточную стоимость образца ВАТ.

$$M_{\text{ост}} = \frac{r_m}{(C_{\text{нач}} - C_{\text{ост}})/C_{\text{нач}}}, \qquad (2)$$

где $M_{\text{ост}}$ — остаточный ресурс образца АТ.

Для указанного примера $M_{\text{ост}}$ = 316 210 км. Эта величина может быть меньше ресурса отдельных элементов типа кузова и рамы.

На основании данных, представленных в таблице, выполним моделирование изменения остаточной стоимости образца ВАТ. При этом коэффициент восстановления ресурса при замене агрегата (детали, механизма и др.) примем 0,96 [6]. На модели (рис. 2) видно, что остаточная стоимость убывает до тех пор, пока не начинают выходить из строя наиболее дорогие элемента образца, которые меняются на новые. Так, для случайно выбранных данных минимальная остаточная стоимость установилась на отметке 240 тыс. км и далее начала колебаться с изменением периода.

Пример расчета остаточной стоимости образца ВАТ
(для ресурса 180 000 км, при коэффициенте полноты восстановления ресурса 0,96)

№ п/п	Агрегат (элемент, механизм, базовая деталь, и др.)	Ресурс при замене, км	Ресурс до замены, км	Условная стоимость агрегата (элемент, механизм, базовая деталь, др.), руб	Доля стоимости элемента	Доля остаточного ресурса	Коэффициент остаточной стоимости	Остаточная стоимость агрегата, руб
1	Двигатель	0	71735	550 000	0,239	0,285	0,068	156 729
2	Коробка передач	125 643	66260	180 000	0,078	0,549	0,043	98 881,8
3	Раздаточная коробка	156 432	126607	120 000	0,052	0,843	0,044	101 168
4	Главная передача	152 926	47829	25 000	0,011	0,639	0,007	15 963,7
5	Передний мост	0	63678	60 000	0,026	0,261	0,007	15 679,2
6	Задний мост	0	32321	40 000	0,017	0,152	0,003	6089,08
7	Средний мост	0	85786	60 000	0,026	0,323	0,008	19 365,8
8	Сцепление	136 807	23815	18 000	0,008	0,355	0,003	6397,3
9	Карданная передача на передний мост	159 119	10680	12 000	0,005	0,338	0,002	4060,64
10	Карданная передача на средний мост	159 285	1905	8000	0,003	0,084	0,000	673,853
11	Карданная передача на задний мост	164 025	2166	12 000	0,005	0,119	0,001	1432,82
12	Кузов	0	146 980	600 000	0,260	0,450	0,117	269 705
13	Рама	0	205 000	400 000	0,174	0,532	0,092	212 987
14	Кабина	0	110 675	220 000	0,095	0,381	0,036	83 765,4
	Итого:			**2 305 000**	**1**	**5,312**	**0,431**	**992 898**

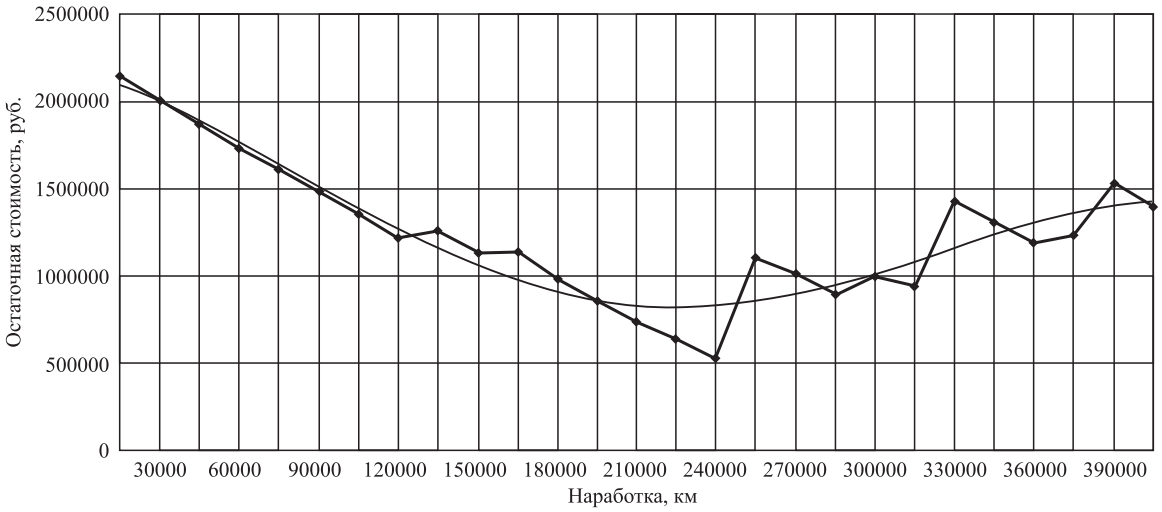


Рис. 2. Изменение остаточной стоимости в зависимости от наработки

Становится очевидным отсутствие связей между остаточным сроком службы и остаточной стоимостью. Данная модель позволяет определить как выгодную точку продажи образца, так и выгодную точку покупки, исходя из результатов работы системы прогнозирования.

Выводы

1. Разработанная методика может быть применена на практике при внедрении системы прогнозирования воздействий и накоплении значимого объема данных в информационной системе.

2. Система прогнозирования воздействий и остаточного ресурса является необходимым и достаточным условием, определяющим минимальный объем исходной информации для проведения оценки остаточной стоимости образцов АТ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Андрианов Ю. В., Юдина В. В.** Систематизация методов расчета при оценке машин и оборудования // Московский оценщик, август. — 2003. — № 4 (23).
2. **Беленький В. З**. Анализ н моделирование экономических процессов // Сборник статей под ред.В. З. Беленького. Вып. 5. — М.: ЦЭМИ РАН, 2008. — С. 23—51.
3. **Власов А. О., Коледов Н. Е., Заяц Т. М., Заяц Ю. А** Информационный подход к мониторингу технического состояния транспортных средств // Сб. науч. трудов по материалам Международной науч.-практ. конф. "Альтернативные источники энергии на автомобильном транспорте: проблемы и перспективы рационального использования", Воронеж, 20—21 ноября 2014 г. — Воронеж: ФГОУ ВПО "ВГЛТА", 2014. — С. 86—88.
4. **ГОСТ 27.002—89** Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. — М.: Госстандарт СССР, 1989.
5. **Гунба В. С., Власов О. А.** Моделирование организации и технологии ремонта по техническому состоянию дизелей КамАЗ // Всероссийская заочная научно-техническая конференция "Проблемы исследования систем и средств автомобильного транспорта", г. Тула, 15 декабря 2014 г. — Тула: ФГОУ ВПО "ТуЛГУ", 2014. — 9 с.
6. **Заяц Ю. А.** Основы теории надежности: учебник. — Рязань: РВВДКУ, 2013. — 277 с.
7. **Заяц Ю. А., Гайдар С. М., Заяц Т. М., Власов А. О.** Подходы к определению технического состояния транспортных средств // Грузовик. — 2015. — № 5. — С. 27—30.
8. **Заяц Ю. А., Заяц Т. М.** Теория и математические методы планирования эксплуатации вооружения и военной техники с использованием информационных технологий: монография. — Рязань: РВВДКУ, 2011. — 102 с.
9. **Ковалев А. П., Курова Е. В.** Массовая оценка оборудования: методика и проблемы // Вопросы оценки. — 2003. № 1.
10. **Ковалев А. П., Курова Е. В.** Массовая оценка оборудования: методика и проблемы // Вопросы оценки. — 2003. — № 2.
11. **Козлов В. В.** Техника оценки машин и оборудования // Вопросы оценки. — 2002. — № 2. С. 48—63.
12. **Методическое** руководство по определению стоимости автотранспортных средств с учетом естественного износа и технического состояния на момент предъявления. РД 37.009.015-98 с изменениями №№ 1, 2, 3, 4. — М., 2005.
13. **Тришин В. Н., Шатров М. В.** Основные задачи и технические решения, реализованные в компьютерной системе помощи оценщику и аудитору ASIS // Имущественные отношения в Российской Федерации. — 2004. — № 11 (http//www.okp-okp.ru/).
14. **Тришин В. Н.** О начислении износов при массовой оценке имущественного комплекса предприятия // Вопросы оценки. — 2005. — № 2 (http//www.okp-okp.ru/).
15. **Тришин В. Н., Шатров М. В.** Метод экспресс-оценки для крупного предприятия // Имущественные отношения в Российской Федерации. — 2002. — № 10. — С. 77—85.
16. **Яскевич Е. Е.** Машины и оборудование. Оценка "потоком" // Имущественные отношения в Российской Федерации. — 2005. — № 11 (50). С. 94—102.

УДК 669,1: 621.874: 613,6

В. В. Буренин, канд. техн. наук, профессор, e-mail: madi.1965@mail.ru,
Д. К. Воробьев, студент, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), e-mail: v.oiga.v@mail.ru

КОНДИЦИОНЕРЫ И СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА ДЛЯ КАБИН ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Рассматриваются новые конструкции воздушных кондиционеров и систем кондиционирования воздуха для кабин грузовых автомобилей, отличающиеся улучшенными характеристиками и предложенные в патентах и научно-технической литературе промышленно развитых стран мира. Показаны основные тенденции развития конструкций воздушных кондиционеров и систем кондиционирования воздуха.

Ключевые слова: *воздушный кондиционер, система кондиционирования воздуха, грузовик, кабина, автомобиль, трактор, автобус, окружающая среда, запыленность воздуха, увлажненность воздуха, температура.*

There are considered new designs of air conditioner and air conditioning systems for truck cabins distinguished by improved characteristics and suggested in patents and scientific-technical literature of industrially advanced countries of the world. The basic tendencies of development of designs air conditioner and air conditioning systems are shown.

Keywords: *air conditioner, air conditioning system, truck, cabin, car, tractor, bus, atmosphere, air dustiness, air humidity, temperature.*

Результаты исследования гигиенических условий труда в кабинах грузовых автомобилей, автобусов и различных транспортных машин специального назначения, эксплуатируемых в различных географических широтах с большим диапазоном температур окружающего воздуха, показывают, что основными производственными вредностями, оказывающими неблагоприятное воздействие на организм водителей и пассажиров, являются повышенная запыленность, загазованность, неблагоприятный микроклимат, а также повышенные уровни шума и вибрации. В жарком климате в летний период высокая температура и запыленность воздуха в кабинах грузовых автомобилей (грузовиков) являются одной из главных причин резкого нарушения процессов терморегулирования и расстройства сердечно-сосудистой системы и органов дыхания, что приводит к снижению эффективности труда водителей (операторов, машинистов и др.). Низкие температуры, которые удерживаются на протяжении длительного периода в северных районах, могут привести к переохлаждению организма водителей, находящихся в кабинах грузовиков, и являются причиной многих заболеваний. Например, проявляется обострение хронического гастрита, радикулита и других болезней, обусловленных повышением артериального давления в связи со спазмом кожных сосудов в результате охлаждающего воздействия низких температур.

К изменениям в организме водителя могут привести и отклонения в относительной влажности воздуха в кабине грузовика. Высокая относительная влажность вызывает интенсивное потоотделение и вследствие этого быстрое утомление. Постоянно высокая влажность препятствует испарению пота с кожного покрова, вызывая перегревание тела, которое может привести к тепловому удару. При низкой относительной влажности воздуха пересыхают кожа, слизистые оболочки носа, рта и горла.

Подвижность воздуха в кабине грузовика при высокой относительной влажности оказывает благоприятное действие на терморегуляцию организма человека. Неподвижный воздух даже при низкой относительной влажности вызывает перегревание тела человека. С повышением скорости циркуляции воздуха отдача теплоты организмом увеличивается. При температуре окружающего воздуха выше температуры тела человека перегревание может не произойти, если другие факторы (влажность воздуха, темпера-

тура окружающих предметов и т. п.) обеспечат отвод от тела человека достаточного количества теплоты.

Состав воздуха в кабине грузовика играет важную роль. При уменьшении содержания кислорода в кабине до 17,5 % (при нормальном его содержании в воздухе, равном 23,1 % по массе) человек погибает через несколько минут. Увеличение концентрации углекислоты в воздухе кабины до 3 % по объему вызывает повышение температуры кожи человека примерно на 1 °С.

Накопление теплоты в организме человека приводит к его постоянному перегреванию. Вредные примеси, содержащиеся в воздухе кабины в виде взвешенных частиц пыли различного химического состава и в виде газов, паров, туманов, аэрозолей и поступающие в организм человека в основном через органы дыхания, нарушают его нормальную жизнедеятельность и могут привести к необратимым патологическим изменениям.

В связи с этим для нормальной деятельности организма человека необходимо кабины грузовых автомобилей и других колесных и гусеничных транспортных средств (машин) оборудовать кондиционерами и системами кондиционирования воздуха, автоматически поддерживающими требуемые комфортные параметры воздуха внутри кабины: чистоту, температуру, влажность, газовый состав и др. Для автоматического регулирования и поддержания комфортных параметров воздуха в кабинах грузовых автомобилей, автобусов и различных транспортных машин специального назначения используются воздушные кондиционеры и системы кондиционирования воздуха [1].

За последние годы в Российской Федерации и промышленно развитых странах мира разработаны, запатентованы и выпускаются новые конструкции кондиционеров и систем кондиционирования воздуха для кабин грузовых автомобилей, отличающиеся улучшенными характеристиками.

Кондиционирование атмосферного (наружного) или рециркуляционного (внутреннего) воздуха призвано обеспечить наиболее благоприятные условия для работы водителя, оператора или машиниста, находящихся в кабине грузового автомобиля или транспортного средства специального назначения, независимо от параметров воздуха, окружающего кабину.

Комплекс технических средств, осуществляющих требуемую обработку воздуха (подогрев, охлаждение, увлажнение, осушку, фильтрацию, ионизацию, стерилизацию и т. п.), транспортирование его и распределение по кабине; средства автоматического регулирования, контроля и управления параметрами воздуха в кабине, а также вспомогательное оборудование составляют систему кондиционирования воздуха. Устройство, в котором осуществляется требуемая тепловлажностная обработка воздуха, его очистка и т. д., снабженное специальной автоматической аппаратурой, называется воздушным кондиционером. Достоинствами кондиционеров являются компактность, простота монтажа, отсутствие разветвленной сети воздуховодов.

Автомобильные кондиционеры (воздушные кондиционеры для кабин и салонов автомобилей и других транспортных средств) выпускаются в моноблочном исполнении, имеющем специальную конструкцию заслонок, позволяющую направлять поток воздуха в кабине во всех направлениях, или в виде двух блоков (сплит-система): внутреннего, расположенного внутри кабины, и наружного, наиболее шумного (с компрессором), расположенного вне кабины, например, на крыше кабины (накрышный кондиционер). Ученые определили, что в местах, где человек чувствует наибольший прилив сил — около водопадов, на морском побережье, в горах — концентрация в воздухе отрицательно заряженных частиц (аэронов) максимальна. В то же время в кабинах машин, производственных помещениях, офисах она в сотни раз ниже (таблица) [2]. Поэтому некоторые модели кондиционеров оснащаются ионизаторами воздуха. Кондиционеры компаний Самсунг, Панасоник, Тошиба (Япония), Электра (Италия), Хайер (Германия) оснащены безозоновыми ионизаторами, способными довести концентрацию отрицательных ионов до 15 000—30 000 на см^3. Ряд фирм выпускают автомобильные кондиционеры, способные увеличить концентрацию кислорода в кондиционируемом помещении (кабине).

Как известно, атмосферный воздух состоит в основном из азота и кислорода, поэтому, удаляя излиш-

Количество отрицательных ионов (аэронов), см^3

№ н/н	Место расположения	Количество аэронов
1	В районе водопада	50 000
2	На морском побережье	10 000
3	В горах	5 000
4	В сельской местности	1 500
5	В городах	1 000
6	В кабинах строительных и дорожных машин, производственных помещениях, офисах	50

ки одного, можно повысить концентрацию другого. Это достигается благодаря применению сепаратора-поглотителя адсорбционного типа, который использует физический метод разделения и поглощения газов. При помощи специального компрессора воздух из кабины грузовика поступает в сепаратор-поглотитель, где азот поглощается, а воздух, обогащенный кислородом, возвращается в кабину. Когда один из сепараторов, поглотителей наполняется азотом, включается другой сепаратор-поглотитель, а азот из первого удаляется наружу (происходит регенерация первого сепаратора-поглотителя). Таким образом, два сепаратора-поглотителя работают попеременно, обеспечивая непрерывную подачу в кабину водителя воздуха, обогащенного кислородом.

Высокими технико-экономическими характеристиками отличается установка кондиционирования воздуха для кабин грузовиков и других колесных и гусеничных машин [3], содержащая установленный на крыше кабины блок обработки воздуха и его подачи на рабочее место водителя после соответствующей очистки и охлаждения. В блок обработки потока *19* (рис. 1) воздуха входят: воздушный механический фильтр *1*, несущая камера *4*, вентиляторный агрегат *5* с отработавшим воздушным потоком *6* и парокомпрессионная холодильная машина. В контур парокомпрессионной холодильной машины установки кондиционирования воздуха входят: теплообменник-испаритель *2*, размещенный на крыше кабины, терморегулирующий вентиль *18*, размещенный в подкапотном пространстве двигателя внутреннего сгорания машины ресивер *15*, теплообменник-конденсатор *14*, компрессор *12*, сообщенные между собой соответствующими трубопроводами *11* и *17*. В контур водоиспарительного охладителя входят: орошаемая насадка *3*, размещенная в блоке обработки воздуха, а также смонтированные на полу кабины водяной бак *10* и водяной насос *9*, сообщенные трубопроводами *7*, *8* и *16*. При относительно невысокой температуре наружного воздуха, на которую и должна быть рассчитана холодопроизводительность парокомпрессионной холодильной машины, орошаемая насадка *3* как вторая ступень снижения температуры воздуха в кабине практически не будет функционировать.

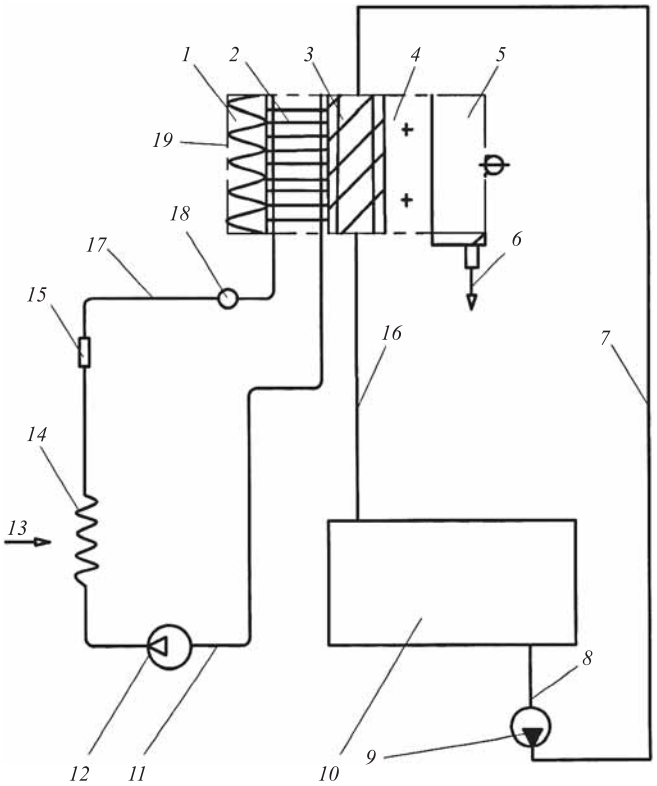


Рис. 1. Схема установки кондиционирования воздуха для кабин грузовых автомобилей с вентиляторным агрегатом

Если температура наружного воздуха существенно возрастет, то вследствие недостаточной холодопроизводительности парокомпрессионной холодной машины температура воздуха после теплообменника-испарителя *2* повысится, что обусловит соответственное автоматическое включение в процесс обработки воздуха его дальнейшее водоиспарительное охлаждение в насадке *3*. При этом, чем выше будет температура наружного воздуха, тем большую тепловую нагрузку будет брать на себя вторая ступень снижения температуры воздуха в кабине. Кроме того, орошаемая насадка *3*, выполненная из пластин пористого пластика, обладает необходимыми свойствами в части очистки кондиционируемого воздуха от высокодисперсной пыли, так как в ней установлена функциональная связь между эффективностью очистки воздуха от пыли и степенью снижения его температуры. Для очистки кондиционируемого воздуха от газообразных примесей в воду орошаемой насадки 3 вводят специальные активные добавки для осуществления в ней процесса хемосорбации.

Автомобильные кондиционеры марки Compact Cooler фирмы "Вебасто" (Германия) отличаются компактностью. Они представляют собой единый устанавливаемый на крыше кабины грузовика блок, включающий испаритель, конденсатор, фильтр-осушитель и блок управления. Холодильный компрессор с приводом от коленчатого вала двигателя автомобиля устанавливается в моторном отсеке.

Переключатели скорости воздушных вентиляторов устанавливаются на воздухораспределительной пластине, встроенной в накрышный блок снизу. Такая конструкция автомобильных кондиционеров упрощает их эксплуатацию [4].

Во время отдыха водителя грузового автомобиля с воздушным кондиционером, имеющим привод от двигателя автомобиля, часто приходится выбирать между двух зол: изнемогать от жары в душной кабине, либо пускать во время стоянки двигатель, что очень сильно влияет на расход топлива и на экологическую безопасность окружающей среды. Поэтому компании-производители автомобильных воздушных кондиционеров выпускают специальные стояночные накрышные кондиционеры для кабин грузовых автомобилей, которые предназначены для работы во время отдыха водителя при выключенном двигателе автомобиля. Их используют не как замену штатному кондиционеру, работающему от привода двигателя автомобиля, но как дополнение к нему, когда грузовик останавливается на стоянке и водитель выключает двигатель. Так, фирма "Вайко" (Германия) выпускает специальные стояночные накрышные воздушные кондиционеры, работающие от 24-вольтового аккумулятора грузовика и имеющие автоматическую защиту от понижения напряжения аккумуляторной батареи, сохраняя заряд батареи для пуска двигателя автомобиля.

Повышенной эффективностью и надежностью работы отличается система кондиционирования воздуха с комбинированным косвенным охлаждением [5] для создания комфортных условий водителю в кабине грузового автомобиля с избыточным выделением тепла. Тепловлажностная обработка воздуха, подаваемого в кабину *19* (рис. 2), осуществляется в камере смешения *2*, в которую по воздуховоду *1* подается поток 15 наружного воздуха, а по воздуховоду *12* — поток *13* рециркуляционного воздуха. Из камеры *2* смешанный поток наружного и рециркуляционного воздуха через механический фильтр *3* и теплообменник *4* поступает в форсуночную камеру орошения *5* с форсунками *18*, интенсифицирующими процесс тепломассообмена. Из камеры орошения *5* вентилятором *6* воздух подается через воздухораспределительное устройство *14* в кабину *19*, в которой установлен датчик *7*, регистрирующий влажность, и датчик *8*, регистрирующий температуру воздуха в кабине *19*.

Регулирование температуры в кабине *19* осуществляется по показаниям датчика *8*, который через систему автоматического регулирования (на рис. 2 не показана) воздействует на исполнительный механизм клапана *11*, установленного на трубопроводе подачи теплоносителя в теплообменник *4*. Регулирование влажности воздуха в кабине *19* осуществляется по импульсу датчика *7*, воздействующего на исполнительный механизм воздушного клапана *10*, который позволяет изменить соотношение расходов воздуха, обработанного в камере *5*, и воздуха, прошедшего через байпасный (обводной) воздуховод *9*. Воздух из кабины *19* удаляется через воздухораспределительные устройства по воздуховоду *12*, при этом часть воздуха, при соответствующем положении клапанов *17* и *20* на выходном воздуховоде *12* с выходным устройством *16*, возвращается как рециркуляционный воздух в камеру смешения *2*, где смешивается с потоком *15* наружного воздуха, поступающим по воздуховоду *1*.

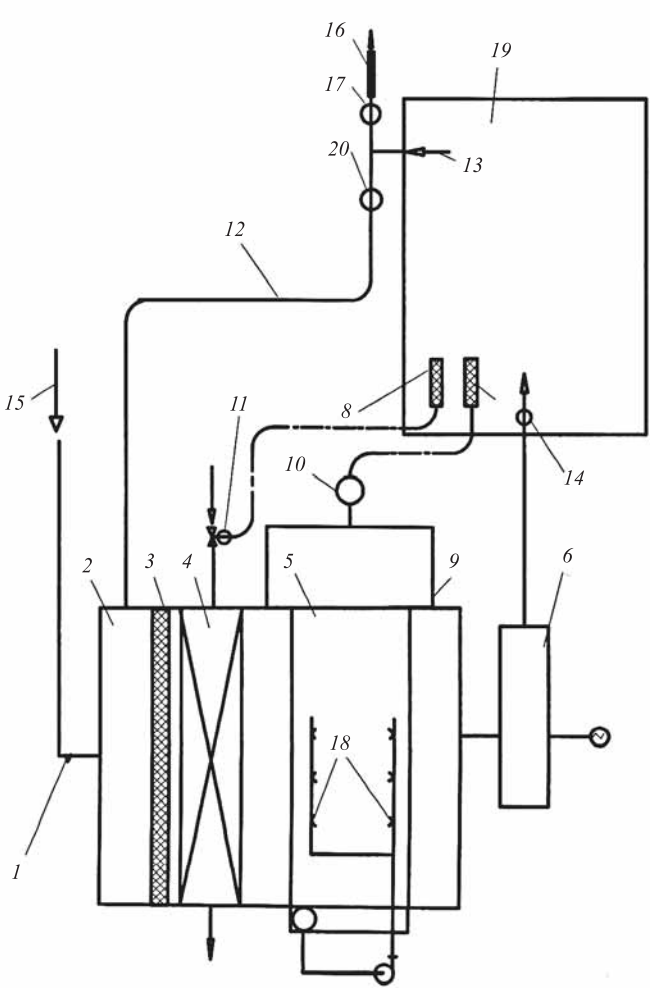


Рис. 2. Схема системы кондиционирования воздуха с комбинированным косвенным охлаждением для кабины грузового автомобиля

Особенностью конструкции системы кондиционирования воздуха является то, что поверхностный

теплообменник *4*, выполняющий в теплый период функцию воздухоохладителя первой ступени имеет весьма развитую поверхность. Это связано с тем, что разность температур между обрабатываемым воздухом и холодоносителем сравнительно небольшая. В холодный период разность температур достигает больших значений, что позволяет обеспечить его высокую теплопроизводительность. При этом оказывается целесообразным возложить на этот теплообменник *4* не только функцию первой и второй ступени подогрева, но и функцию воздушного отопления.

Фирма Shimizu Air Conditioning Works, Hitachi Appliances, Inc (Япония) выпускает для кабин грузовых автомобилей воздушные кондиционеры типа "сплит-система" небольшой мощности [6]. Они способны эффективно работать при наружной температуре до –20 °С. В состав кондиционеров входят парокомпрессионные холодильные машины со спиральными компрессорами, работающими с хладагентом R410A, инверторы, системы интегрально-дифференциального управления, электроприводы с электродвигателями постоянного тока и т. д. Кондиционеры отличаются удобством эксплуатации и надежностью работы.

Высокой эффективностью работы и пониженными энергозатратами отличается система кондиционирования воздуха для кабин грузовых автомобилей, тракторов, самоходных комбайнов, строительно-дорожных машин и т. д. [7], использующая для охлаждения или подогрева воздуха теплоту, получаемую при сгорании топлива в двигателе внутреннего сгорания транспортного средства и обычно выбрасываемую в окружающую среду с отработавшими газами.

В принципиальную пневмогидравлическую схему системы кондиционирования воздуха входит совмещенная установка, включающая абсорбционную холодильную машину и абсорбционный тепловой насос. Кипятильник-генератор совмещенной установки установлен на поверхность выхлопной трубы двигателя внутреннего сгорания транспортного средства. Из кипятильника-генератора обедненный рабочий раствор, состоящий из двух компонентов, поступает в абсорбер. Внутренний теплообменник, расположенный в кабине транспортного средства, охлаждает воздух в кабине летом (режим холодной машины) и подогревает зимой (режим теплого насоса). Переключение с режима холодильной машины на режим теплового насоса и наоборот в совмещенной установке осуществляется с помощью двухпозиционного четырехходового крана-переключателя.

Фирма Mitsubishi Heavy Industries Ltd. (Япония) выпускает для кабин транспортных средств системы кондиционирования воздуха [8], отличающиеся низким уровнем шума и вибрации. Системы кондиционирования устанавливаются на крыше кабин грузовиков и незначительно увеличивают высоту автомобиля, а их аэродинамическая форма органично вписывается в современный дизайн автомобилей и минимизирует сопротивление воздуха при движении автомобиля. В состав систем кондиционирования воздуха входят совмещенные установки со спиральными компрессорами (тепловой насос + холодильная машина) парокомпрессионного типа. В качестве рабочего тела в этих системах используется хладагент марки R410A.

Воздушный кондиционер [9] для кабин грузовиков, схема которого изображена на рис. 3, позволяет использовать воздушный компрессор *4* с электроприводом малой мощности, что важно для экономии энергоресурсов в транспортном средстве. Холодный воздух с холодного патрубка *2* делящей вихревой трубы *1* по воздуховоду под давлением поступает в расположенный в кабине грузовика рекуперативный теплообменник *5* "воздух-воздух", обеспечивая эффективное охлаждение его поверхности. Прошедший теплообменник *5* охлажденный воздух и горячий воздух от вихревой трубы с горячего патрубка *3* вихревой трубы *1* поступают через разные воздуховоды в сепаратор *6*. Воздушный дроссель *7* на воздуховоде горячего воздуха способствует предварительному охлаждению горячего воздуха перед его поступлением в сепаратор *6*.

Потоки охлажденного и горячего воздуха смешиваются в сепараторе *6*, вызывая конденсацию содержащихся в них водных паров и выравнивание давления воздушных потоков. Вследствие этого на вход компрессора *4* поступает воздушный поток, аэродинамические характеристики которого позволяют обеспечить необходимое сжатие воздуха с использованием компрессора меньшей мощности. Теплообменник *5* обдувается вентилятором (на рис. 3 вентилятор не изображен), который охлаждает кабину транспортного средства. Таким образом в воздушном кондиционере реализуется полностью замкнутый цикл по воздушному потоку, не требующий забора воздуха из атмосферы для формирования потока сжатого воздуха, подаваемого на вход вихревой трубы *1*.

Для снижения массы и габаритных размеров разработана конструкция системы кондиционирования воздуха кабины грузового автомобиля [10], включающая вихревую трубу *1* (рис. 4), на передней стенке *17* которой закреплен статор *16* электродвигателя,

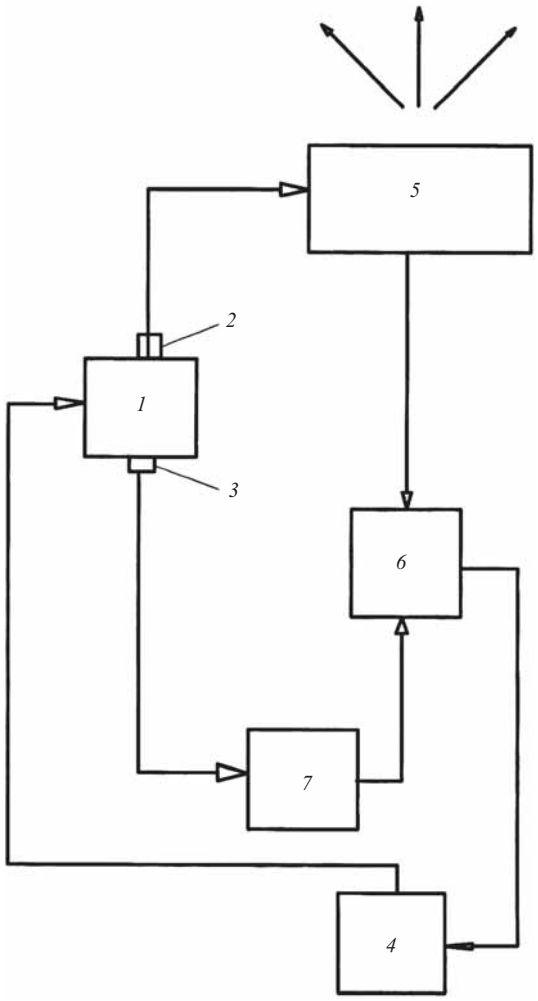


Рис. 3. Схема воздушного кондиционера с электроприводом воздушного компрессора малой мощности и делящей вихревой трубой для кабины грузового автомобиля

а в ее задней части — регулирующий конус *2* и перегородка *19* с отверстием в ее центре. На роторе *15* электродвигателя закреплены лопасти *13* вентилятора. В передней стенке *17* имеется кольцевое отверстие *14*. От вихревой трубы *1* отходят трубопроводы холодного *12* и горячего *7* потоков воздуха, сходящиеся в управляющем устройстве, к которому подведены также труба *10*, ведущая в кабину грузового автомобиля, и выпускная труба *18*. Управляющее устройство состоит из корпуса *9*, намагниченной заслонки *8*, установленной с возможностью вращения вокруг оси управляющего устройства в пределах, ограниченных эластичными упорами, закрепленными на концах электромагнитов. Регулирующий конус *2* соединен с рейкой *3*, перемещаемой электродвигателем *4*, который управляется процессором *5*

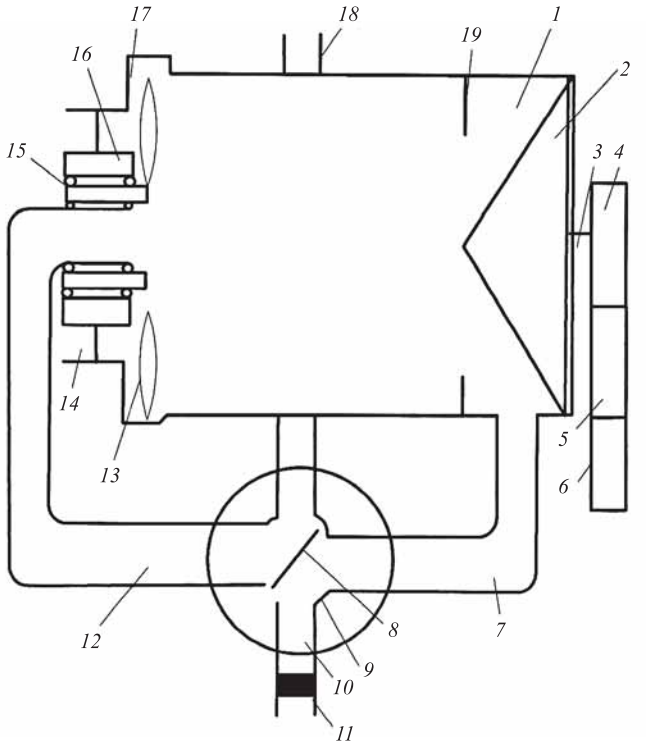


Рис. 4. Конструкция системы кондиционирования воздуха с вихревой трубой и электроприводным воздушным вентилятором для кабины грузового автомобиля

в соответствии с сигналами датчика температуры *6*. На трубе *10* установлен воздушный фильтр *11*. При включении в работу системы кондиционирования электродвигатель, состоящий из статора *16* и ротора *15*, начинает вращать лопасти *13* вентилятора, которые втягивают воздух через кольцевое отверстие *14* и направляют его в заднюю часть вихревой трубы *1*, сообщая ему движение по спирали. Воздушный поток прижимается к боковым стенкам вихревой трубы *1*. Его давление и температура повышаются, он поступает в трубопровод *7*. Остальная часть воздуха возвращается по оси вихревой трубы, при этом его давление и температура понижаются. Этот поток поступает в трубопровод *12*.

Режим работы системы кондиционирования задается переменными магнитами. Северный конец заслонки *8* притянут к южному полюсу магнита, а южный — к северному полюсу магнита. В этом случае горячий поток воздуха по трубопроводу *7* и трубе *10* через воздушный фильтр *11* подается в кабину грузового автомобиля, а холодный поток воздуха по трубопроводу *12* и выпускной трубе *18* выбрасывается наружу.

Для изменения режима работы достаточно на обмотки переменных магнитов подать ток противо-

положного направления. При этом изменятся полюса магнитов. Заслонка *8* своим южным полюсом переместится на эластичный упор, а северным — на другой упор и займет другое положение. В результате горячий воздух по трубопроводу *7* будет выбрасываться по выпускной трубе *18* наружу, а холодный поток воздуха по трубопроводу *12* и трубе *10* через воздушный фильтр *11* будет подаваться в кабину грузового автомобиля.

Температура в кабине задается на процессоре *5* и поддерживается перемещениями управляющего конуса *2* с помощью рейки *3* и электродвигателя *4* по командам от процессора *5* в соответствии с сигналами, поступающими от датчика температуры *6*. Объединение воздушного вентилятора, имеющего лопасти *13*, с вихревой трубой *1* в одном агрегате исключает необходимость в корпусе вентилятора, в его подводящем и нагнетательном трубопроводах, что позволяет снизить массу системы кондиционирования воздуха и уменьшить ее габаритные размеры, свести количество необходимой арматуры до одного управляющего устройства. Кроме того, исключение аэродинамических потерь на перемещение воздуха по подводящему и нагнетательному трубопроводам вентилятора повышает экономичность системы кондиционирования воздуха.

Фирма Wolf GmbH (Германия) выпускает надежные в работе и удобные в эксплуатации системы кондиционирования воздуха типа KG/KGW-TOP [11], отвечающие требованиям новых норм VDI 6022. Системы укомплектованы вентиляторами, механическими и биологическими фильтрами, теплообменниками и другими агрегатами с высокими технико-экономическими показателями и предназначены для кабин транспортных средств и стационарных объектов.

Повышенной надежностью обладает моноблочный кондиционер [12], работающий в режимах "зима" (подогрев воздуха, подаваемого в кабину грузовика) и "лето" (охлаждение воздуха, подаваемого в кабину грузовика). Кондиционер (рис. 5) содержит парокомпрессионную холодильную машину (контур циркуляции хладагента на рис. 5 не показан) с конденсатором *1*, охлаждаемым наружным воздухом с помощью вентилятора *10*. Для охлаждающего конденсатора *1* наружного воздуха кожух *9* кондиционера выполнен с входным *В* и выходным *Б* окнами, снабженными регулируемыми поворотными жалюзийными заслонками, соответственно *8* и *2*. Входная *Г* и выходная *А* камеры кожуха *9* кондиционера связаны между собой байпасным перепускным каналом *Д*, в котором

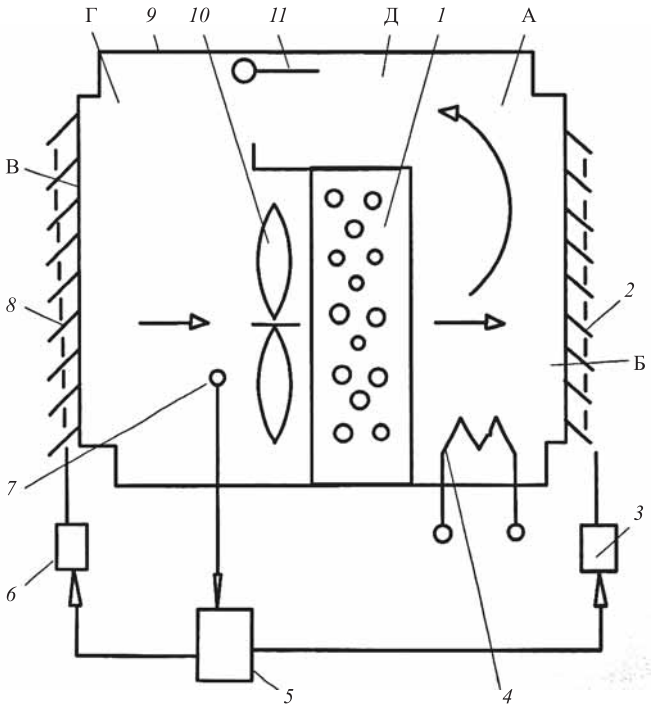


Рис. 5. Воздушный моноблочный кондиционер с конденсатором холодильной машины, охлаждаемый воздухом

установлена шиберная заслонка *11*, обеспечивающая переключение режимов работы кондиционера ("лето" или "зима"). При температуре наружного воздуха выше 5 °С шиберная заслонка *11* перекрывает байпасный перепускной канал *Д* (режим "лето"). Наружный воздух под действием вентилятора *10* поступает в кожух *9* через входное окно *В* при открытых поворотных жалюзийных заслонках *8,* проходит входную камеру *Г* и охлаждает конденсатор *1*, отбирая тепло от хладагента холодильной машины. Далее воздух проходит выходную камеру *А* и через выходное окно *Б* при открытых поворотных жалюзийных заслонках *2* выбрасывается в окружающую среду. При температуре наружного воздуха ниже 5 °С шиберная заслонка *11* устанавливается в открытое положение, изображенное на рис. 5 (режим "зима"), при этом по сигналу от датчика температуры *7* регулятор температуры *5* выдает управляющий импульс исполнительным механизмам *6* и *3* на прикрытие жалюзийных заслонок *8* и *2* входного *В* и выходного *Б* окон. В результате такого преобразования в кожухе *9* по байпасному перепускному каналу *Д* выходящий из конденсатора *1* воздух, нагретый теплом, отобранным от хладагента холодильной машины (частично или полностью), перепускается на вход в конденсатор *1*, смешивается с наружным воздухом и поступает

в кабину грузовика. Таким образом обеспечивают подогрев воздуха, поступающего на охлаждение конденсатора *1* и в кабину грузовика. При этом утилизируется тепло, отобранное от парового хладагента при его конденсации.

Для пуска кондиционера при температуре ниже –30 °С в выходной камере *А* кожуха *9* кондиционера размещен нагревательный элемент *4*, который обеспечивает подогрев циркулирующего внутри кожуха *1* воздуха до требуемой температуры.

Для поддерживания заданного температурно-влажностного режима в кабине грузового автомобиля предназначена воздушная система кондиционирования [13], схема которой изображена на рис. 6. Пары хладагента, сжатые в компрессоре *1,* поступают на вход двухпозиционного регулятора *2*. После чего, в зависимости от температуры поступающего в кабину грузовика воздуха на выходе из системы кондиционирования, измеренной датчиком температуры *10*, пары хладагента поступают либо непосредственно в охлаждающий теплообменник *11* (положение регулятора *2* "закрыто"), либо сначала проходят через нагревательный теплообменник *12* (положение регулятора *2* "открыто") и лишь затем поступают в охлаждающий теплообменник *11*.

В теплообменнике *11* пары хладагента охлаждаются хладоносителем контура системы охлаждения (на рис. 6 контур системы охлаждения не показан). Из теплообменника *11* хладагент через одну из полостей рекуперативного теплообменника *15* поступает в терморегулирующий вентиль *14*, где происходит его дросселирование, понижение температуры и сжижение, после которого он попадает в теплообменник *13* с вентилятором. В этом теплообменнике *13* хладагент охлаждает и осушает проходящий через него, воздух, а затем хладагент направляется в другую полость теплообменника *15*, охлаждая хладагент, поступающий на вход терморегулирующего вентиля *14*. При этом хладагент из теплообменника *13* нагревается и испаряется. Из теплообменника *15* пары хладагента засасываются компрессором *1*. Поток воздуха, создаваемый вентилятором теплообменника *13*, соприкасается с его теплообменной поверхностью, имеющей температуру ниже температуры точки росы, и охлаждается. При этом влага из него конденсируется на поверхности теплообменника *13* и удаляется системой сбора конденсата (на рис. 6 контур системы сбора конденсата не показан).

Осушенный и охлажденный воздух попадает затем в нагревательный теплообменник *12*, где подогревается до необходимого комфортного значения

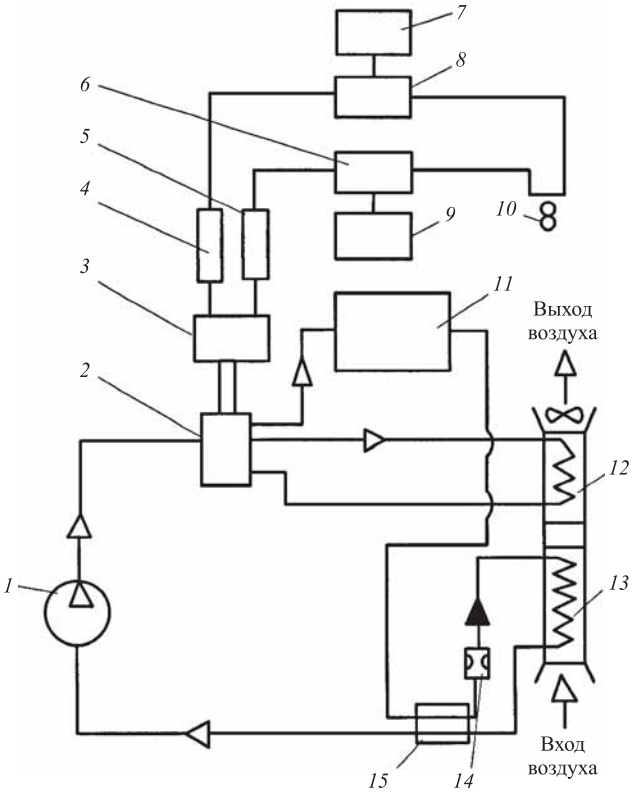


Рис. 6. Схема воздушной системы кондиционирования с парокомпрессионной холодильной машиной для кабины грузового автомобиля

температуры и подается в кабину грузовика. Датчик температуры воздуха *10* измеряет температуру выходящего из нагревательного теплообменника *12* воздуха. Если значение температуры воздуха выходит за минимально допустимый диапазон, устанавливаемый задатчиком минимально допустимой температуры воздуха *7* (например, 15 °С), то через устройство сравнения *8* и формирователь *4* выдается управляющее воздействие на привод *3* регулятора *2*. После этого регулятор *2* открывается, и нагретые до 50—60 °С пары хладагента поступают в нагревательный теплообменник *12*, который, в свою очередь, подогревает осушенный воздух.

При повышении температуры воздуха выше максимально допустимого значения, например 25 °С, сигнал от датчика *10* попадает в устройство сравнения *6*, где сравнивается со значением максимально допустимой температуры, выдаваемым задатчиком *9*. Затем формирователь *5* выдаст управляющую команду на привод *3* регулятора *2* для его закрытия, и подогрева воздуха не происходит. Воздушная система кондиционирования позволяет полностью выполнить поставленную задачу, а именно: обеспечить

осушку воздуха, подаваемого в кабину грузовика и поддерживать температуру выходящего из теплообменника *12* воздуха в диапазоне комфортных значений. При этом не потребуется дополнительная электроэнергия, поскольку в системе используется тепло, выделяемое в холодильном цикле.

Анализ научно-технической литературы и патентных материалов промышленно развитых стран мира показывает, что основные тенденции развития конструкций воздушных кондиционеров и систем кондиционирования воздуха для кабин грузовых автомобилей, тракторов, самоходных комбайнов, строительно-дорожных машин и других транспортных средств направлены на:

— повышение надежности в работе;
— снижение массы и габаритных размеров;
— улучшение качества обработки воздуха;
— удобство эксплуатации;
— улучшение шумовых и вибрационных характеристик и т. д.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Буренин В. В.** Системы температурно-влажностного режима: учебное пособие. — М.: Изд-во МАДИ, 2008. — 173 с.
2. **Литвинчук Г.** Кондиционеры // Итоги. — 2003. — № 20. — С. 59—68.
3. **Михайлов В. А., Сотникова Е. В.** Комбинированная установка для кондиционирования воздуха в кабине колесных и гусеничных машин при работе в тяжелых условиях эксплуатации // Безопасность жизнедеятельности. — 2015. — № 10. — С. 3—10.
4. **Обзор мирового рынка кондиционеров** // Холодильная техника. — 2012. — № 5. — С. 34—35.
5. **Пат. 2509961 Россия.** МПК F24F 3/06. Способ кондиционирования воздуха с комбинированным косвенным охлаждением и кондиционер для его осуществления / О. С. Кочетов, М. О. Стареева. Опубл. 20.03.2014. Бюл. № 8.
6. **Nakamura Kenichi.** High heating capacity packaged air conditioners with liquid injection cycle // Refrigeration. — 2007. — N 952. — P. 14—18.
7. **Пат. 2231453 Россия.** МПК B60H 1/18. Устройство для обработки воздуха в кабине транспортного средства / В. П. Хохряков, Г. И. Сирота, Н. А. Хохрякова. Опуб. 27.06.2004. Бюл. № 18.
8. **Kato Tadahiro.** Gas engine nonstop heating multi-type air conditioner // Refrigeration. — 2007. — N 952. — P. 32—37.
9. **Пат. 2386549 Россия.** МПК B60H 1/32. Кондиционер для транспортного средства / И. И. Гринвальд, Л. А. Белозерова. Опубл. 20.04.2010. Бюл. № 11.
10. **Пат. 2247901 Россия.** МПК F 24 F 1/02. Кондиционер / С. С. Чепилко. Опубл. 10.03.2005. Бюл. № 7.
11. **Inklusive** Hygienekomponenten // TAB: Techn. Bau. — 2006. — N 11. P. 23.
12. **Пат. 21855574 Россия.** F24F 01/00 Способ работы кондиционера и кондиционер / Б. П. Харитонов. Опубл.20.07.2002. Бюл. № 20.
13. **Пат. 2156923 Россия** F24F 01/02. Автономный кондиционер с водным конденсатором / К. А. Коптев, С. Ю. Романов, В. М. Цихотский. Опубл. 27.09.2000. Бюл. № 27.

"КАМАЗ" — "ЛУКОЙЛ"

ПАО "КАМАЗ", основываясь на результатах более чем полугодовых промышленных тестов, полностью переводит свои производственные мощности на использование масел ЛУКОЙЛ.

Компания смазочных материалов "ЛУКОЙЛ" увеличила поставки своих фирменных индустриальных масел на камазовские предприятия. Речь идет о гидравлических маслах ЛУКОЙЛ ГЕЙЗЕР и закалочных маслах ЛУКОЙЛ АССИСТО. По словам генерального директора ПАО "КАМАЗ" Сергея Когогина, этот переход обусловлен модернизацией оборудования, что приводит к ужесточению требований к комплектующим и расходным материалам. "Отрадно, что отечественный производитель — "ЛУКОЙЛ" — обеспечивает нас смазочными материалами, отвечающими международным стандартам качества", — отметил камазовский руководитель.

"С 2007 г. наша компания поставляет "КАМАЗу" смазочные материалы для первой заливки, а с 2013 г. выпускает на своих производственных площадках оригинальные масла КАМАЗ, разработанные специально для крупнейшей российской автомобильной компании, — сказал первый вице-президент ПАО "ЛУКОЙЛ" Владимир Некрасов. — Сегодня мы видим возможности для расширения взаимовыгодного сотрудничества и стремимся их в полной мере реализовать".

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"

УДК 629.73.064.51075.8

А. Е. Чернов, канд. техн. наук, ФГБОУ ВО Национальный исследовательский университет МЭИ
E-mail: alexzander_66@mail.ru

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ ЗАРЯЖЕННОСТИ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В ЭКСПЛУАТАЦИИ (ЧАСТЬ 1)

Аккумуляторная батарея, включенная параллельно генераторной установке, работает в режиме циклирования, являясь источником энергии для потребителей бортовой сети объекта в условиях, когда напряжение вырабатываемое генератором, ниже номинального. В момент времени, когда частота вращения ротора генератора достигает частоты вращения начала отдачи, происходит заряд аккумуляторной батареи, и генератор компенсирует электроэнергию, отданную в период разряда.
В этих условиях важно оперативно получать информацию о балансе количества электричества, поступившего в химический источник тока (ХИТ) при заряде и отданного им в режиме разряда. В работе осуществлены моделирование переходных процессов при пуске и результаты экспериментальных исследований, проведенных с целью оценки экстремальных пусковых токов и выбора соответствующего типа датчика тока.
В статье рассмотрен метод определения степени заряженности аккумуляторной батареи автотранспортного средства в эксплуатации. Это необходимо для автоматизированного выбора оптимального уровня регулируемого напряжения в бортовой сети для снижения мощности, расходуемой ДВС на привод генератора, а следовательно, и на расход топлива. Решение задачи контроля количества электроэнергии, получаемой или отдаваемой аккумуляторной батареей, осуществляется методом квантования интегрального значения сигнала датчика тока по вольт-секундной площади. Это позволяет исключить потери информации при нестационарных режимах, а также повысить помехоустойчивость измерительной системы.

Ключевые слова: *автотранспортное средство, аккумуляторная батарея, степень заряженности, пуск двигателя, баланс электроэнергии, электростартер.*

Battery, connected in parallel with the generating set operates in the mode of Cycling as a source of energy for the consumers of the onboard network of the object in conditions when the voltage generated by the generator is below par. In time, when the rotational speed of the rotor of the generator reaches the rotation frequency of the beginning of recoil, occurs the battery, and the generator compensates the energy that was in the period of discharge.
In these circumstances, it is important to quickly obtain information about the balance of the quantity of electricity received by the HIT when you charge and cast them in the mode of discharge. In the work the modeling of transients at start-up and experimental studies carried out to assess extreme inrush currents and selecting the appropriate type of current sensor. The article describes the method for determining the state of charge of the battery of the vehicle in operation. It is necessary for the automated choice of the optimal level of regulated voltage in the vehicle electrical system to reduce the power required of the internal combustion engine to drive the generator, and consequently also on fuel consumption. The solution to the problem of controlling the amount of energy received or delivered battery is made by the method of quantization of the integral value signal of the current sensor according to volt-second area. This eliminates information loss in non-steady modes, as well as to increase the noise immunity of the measuring system.

Keywords: *the vehicle, the battery, zaryazhennost degree, the electric power, start-up of the engine, balance of the electric power, generating installation, electrochemical systems, a chemical source of current, the microcontroller, discrete values, algorithm, the program, an electric.*

Для уменьшения отрицательного влияния двигателя автотранспортного средства (АТС) на окружающую среду, с точки зрения авторов, наиболее простым решением является снижение мощности, передаваемой от двигателей к приводу различных устройств, получающих энергию от коленчатого вала. Экспериментальные исследования показывают, что наибольшую мощность двигатель АТС расходует на привод генераторной установки [1]. Поэтому необходимо проводить выбор уровня регулируемого напряжения генератора (напряжение настройки регулятора напряжения) в зависимости от состояния аккумуляторной батареи (АБ), а для этого необходимо знать ее степень заряженности в любой момент эксплуатации [2]. Авторами была предложена методика определения степени заряжен-

ности АБ в эксплуатации. Эта методика может быть использована не только для свинцово-кислотных АБ, но и для других, например литий-кадмиевых, используемых в электромобилях и гибридных АТС, поэтому в дальнейшем АБ будут называться электрохимическими системами (ЭХС).

В результате анализа современных методов разработки электротехнических устройств следует сделать вывод, что наиболее приемлемым является способ построения цифровой измерительной системы на базе микроконтроллера. Это обусловлено преимуществами, которые имеют микроконтроллеры по сравнению с устройствами, разработанными на аппаратной логике:

— меньшее энергопотребление;

— упрощенное решение с точки зрения схемотехники;

— возможность изменения функциональных возможностей путем редактирования кода программы без доработки аппаратной части.

Структурная схема цифровых электротехнических комплексов контроля количества электричества с программным управлением изображена на рис. 1.

Для эффективного использования ресурсов микроконтроллера алгоритм функционирования управляющих программ при осуществлении цифрового интегрирования следует построить таким образом, чтобы общее время интегрирования было разбито на отрезки времени ΔtИ (шаги временного интегрирования), в течение которых будут определяться значения приращения количества электричества ΔQ_i. Текущее значение $Q(i)$ будет определяться выражением:

$$Q(i) = \sum_{i=1}^{n} \Delta Q_i, \qquad (1)$$

где n — количество временных интервалов времени ΔtИ.

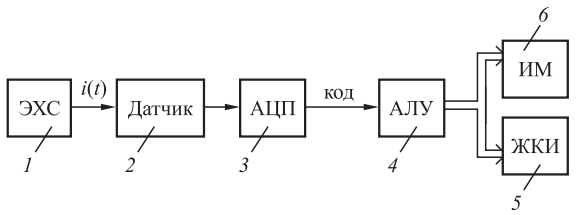


Рис. 1. Структурная схема цифровых электротехнических комплексов контроля количества электричества:

1 — электрохимическая система, являющаяся объектом исследования (ЭХС); *2* — измерительный преобразователь, преобразующий текущее значение тока $i(t)$ в аналоговый электрический сигнал $u(t)$; *3* — аналогово-цифровой преобразователь (АЦП); *4* — блок обработки сигналов (АЛУ); *5* — блок регистрации результата (ЖКИ); *6* — исполнительный блок (ИМ)

При этом определение ΔQ_i может осуществляться как методом квантования, так и методом дискретизации по времени. При использовании метода квантования текущее интегральное значение входного сигнала $u(t)$ заменяется суммой элементарных равных по величине площадок (квантов) ΔQ_i = const. При использовании метода дискретизации полное время интегрирования разбивается на равные отрезки времени ΔtИ = const, в течение которых значение ΔQ_i определяется согласно выражению:

$$\Delta Q_i = \sum_{m=1}^{k} s u_m \Delta t, \qquad (2)$$

где Δt —шаг дискретизации; u_m — дискретное значение сигнала на определенном интервале времени Δt_m; $k = \Delta t$И$/\Delta t$ — число выборок на интервале ΔtИ; s — коэффициент преобразования датчика.

В этом случае значение $Q(i)$ определяется методом алгебраического суммирования, т. е. ΔQ_i может входить в выражение (1) как с положительным, так и с отрицательным знаком.

Решение задачи контроля количества электричества при протекании тока в электрохимических устройствах происходит с использованием метода квантования интегрального значения сигнала датчика тока по вольт-секундной площади. По сравнению с дискретным способом обработки сигнала позволяет исключить потери информации при нестационарных режимах, а также повысить помехоустойчивость измерительной системы.

На рис. 2 изображена блок-схема принципа квантования вольт-секундной площади с использованием микроконтроллерного управления системой импульсного интегрирования сигнала.

Квантование по вольт-секундной площади заключается в замене текущего интегрального значения входного сигнала $u_д(t)$ суммой дискретных значений элементарных вольт-секундных квантов, преобразованных в последовательность счетных импульсов, которые при суммировании несут информацию об интегральной величине входного параметра.

Алгоритм управляющей программы микроконтроллера обеспечивает:

— непрерывное получение дискретных значений выходного напряжения интегратора $u_{вых_i}$;

— сравнение текущего значения $u_{вых_i}$ с пороговыми значениями $U_{пор}$, задающими величину кванта q_0 (в такте заряда интегрирующей емкости $U_{пор}$ = 5 В, в такте разряда $U_{пор}$ = 0 В);

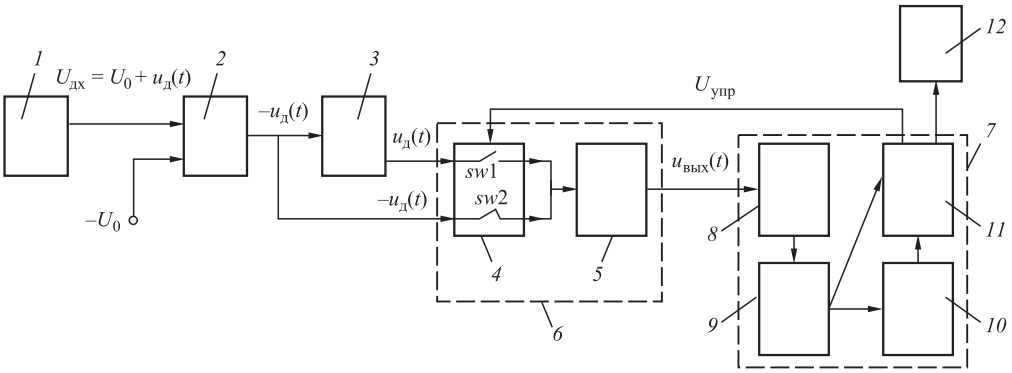


Рис. 2. Блок схема микроконтроллерной системы аналогово-цифрового импульсного интегрирования текущего аналогового сигнала датчика:

1 — датчик тока; 2 — сумматор; 3 — инвертор; *4* — аналоговый двухканальный ключ; *5* — импульсный интегратор; *6* — блок переключения сигнала; *7* — микроконтроллер; *8* — аналогово-цифровой преобразователь; *9* — алгоритм обработки дискретного значения выходного сигнала интегратора $u_{вых}(t)$; 10 — счетчик числа квантов $q_0 = \Delta Q_i = \text{const}$; *11* — интерфейс микроконтроллера; *12* — жидкокристаллический индикатор

— суммирование числа квантов вольт-секундной площади $\sum_{i=1}^{n} q_0$ при достижении *u*-вых(*t*) пороговых значений;

— управление контактами аналогового ключа путем выработки управляющего сигнала низкого и высокого уровня на интервалах времени, требуемых для попеременного заряда и разряда интегрирующего конденсатора до пороговых уровней напряжения;

— вывод текущего значения $Q(i) = \sum_{i=1}^{n} q_0$ на устройство индикации *11*;

— контроль текущего времени интегрирования;

— режим дозирования при достижении $\sum_{i=1}^{n} q_0$ заданного значения *Q*.

Далее будут рассмотрены вопросы построения электротехнического комплекса контроля качества функционирования системы энергообеспечения потребителей бортовой сети транспортного средства с химическими аккумуляторными накопителями и штатными генераторами электрической энергии [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Чернов А. Е., Сугробов А. М.** Интеллектуальные системы электроснабжения автотранспортных средств // Грузовик. — 2010. — № 4.
2. **Чернов А. Е.** Оптимизированная система электроснабжения для автотранспортных средств // Грузовик. — 2010. — № 6.
3. **Чернов А. Е.** Разработка систем электроснабжения транспортных средств с улучшенными энергетическими и экологическими показателями: дис. ... канд. техн. наук. — М.: МЭИ ТУ, 1994. — 185 с.
4. **Чернов А. Е.**, **Акимов А. В.**, **Кротов А. Н.** Многофункциональный регулятор напряжения для генераторных установок нового поколения // Известия МГТУ "МАМИ". — 2010. — № 2 (10).
5. **Чернов А. Е.**, **Сугробов А. М.** Основные особенности современных гибридных автомобилей // Грузовик. — 2011. — № 4.
6. **Чернов А. Е.**, **Стрекозин А. М.** Системы электроснабжения, обеспечивающие заданный уровень стабильности напряжения в бортовой сети // Электрооборудование автомобилей и тракторов: сборник научных трудов 74, 1998 год. — М.: НИИАЭ, 1988. — 166 с.

УДК 629

В. А.Зорин, д-р техн. наук, профессор, e-mail: madi-dm@list.ru, **Зарылбек улу Канатбек,** магистрант, ФГБОУ ВО "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет" (МАДИ)
E-mail: Abcd_kana_92@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНУЮ АВАРИЙНОСТЬ В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

В статье рассмотрено влияние технического состояния автотранспортных средств на показатели дорожно-транспортной аварийности в Кыргызской Республике. Проанализированы основные причины, вызывающие отказы транспортных машин и являющиеся причиной дорожно-транспортных происшествий.

Ключевые слова: *неисправность, статистика, дорожно-транспортное происшествие, техническое состояние, колесо, амортизатор, ресурс.*

This article describes the impact of the technical condition of vehicles on the road traffic accident figures in the Kyrgyz Republic. Analyzes the main causes of failures and transport vehicles are the cause of road — traffic accidents.

Keywords: *fault, statistics, traffic accident, the technical condition, tire, shock absorber, resource.*

(рисунки на 3-й полосе обложки)

Несмотря на осуществляемые мероприятия по предотвращению вероятности возникновения ДТП, ежегодно в мире на дорогах погибает более 500 тыс. и получают ранения около 10 млн чел. В Кыргызской Республике в результате ДТП ежегодно гибнет более 1000 чел.

Автомобильно-дорожная сеть Кыргызской Республики построена в сложных физико-географических условиях: сильно пересеченный рельеф, тектоническая нестабильность, резко континентальный климат и подверженность природным и природно-техногенным опасностям (рис. 1).

11 апреля 2014 г. на заседании правительства по обсуждению проекта о внесении дополнений в закон "О дорожном движении Кыргызской Республики" было отмечено: "По количеству дорожно-транспортных происшествий Кыргызстан находится на одном из первых мест среди стран СНГ, аварийность приобретает катастрофические масштабы..."

Основными причинами дорожно-транспортных происшествий (ДТП) по материалам мировой статистики являются: неправильные действия водителей, несоблюдение правил дорожного движения, сложные дорожные условия, а также технические неисправности транспортных средств.

В ряде случаев официальной статистикой не учитывается, что ДТП, причиной которого формально не являлась техническая неисправность систем и узлов автомобиля, влияющих на безопасность движения, сопутствовало неудовлетворительное техническое состояние других агрегатов и механизмов. На первый взгляд, неисправность системы отопления или вентиляции автомобиля не имеет отношения к ДТП, которое произошло в результате неумышленного нарушения Правил дорожного движения. Однако, учитывая географические и климатические особенности республики, такое нарушение может явиться следствием неудовлетворительного психологического состояния водителя, вызванного нарушением микроклиматических условий в кабине (жара, загазованность, посторонний шум, резкие изменения, температуры, сухой воздух, запотевание стекол и т. п.).

Причиной аварии при обгоне в горных условиях может явиться и резкое снижение атмосферного давления, что ухудшает наполнение цилиндров двига-

теля, поэтому его мощность, например, на высоте 3—4 тыс. м падает на 25—30 %. На возможность возникновения ДТП также влияет ограниченная обзорность зоны поворота вследствие его малого радиуса и обычно узкой проезжей части. Поэтому выполнение маневров в таких ситуациях связано с большим нервным напряжением. Обычно подобное ДТП расценивается как результат невнимательности водителя (рис. 1).

При расследовании причин ДТП зачастую эти факторы не учитываются, что не позволяет вскрыть первопричину подобных происшествий — неудовлетворительное техническое состояние автотранспортного средства (АТС). Дополнительное влияние на статистические данные оказывают недостаток квалифицированных экспертных групп для проведения доброкачественной экспертизы, отсутствие необходимых контрольных приборов и их высокая стоимость.

Географические условия Кыргызской Республики предъявляют повышенные требования к состоянию шин, тормозной системы и деталей рулевого управления автомобиля. Важным обстоятельством является то, что по мере подъема автомобиля в гору увеличивается и относительное давление воздуха в шинах, так как возникает большая разность между атмосферным давлением и внутренним давлением в шинах. При таких условиях ухудшается сцепление колеса с дорожным полотном, что приводит к ухудшению управляемости автомобиля и к увеличению тормозного пути.

Для предотвращения ДТП вследствие технической неисправности автотранспортных средств, помимо особого внимания к узлам и агрегатам, непосредственно влияющим на безопасность движения, необходимо добиваться полной технической исправности автомобиля.

Согласно предоставляемой ГИБДД МВД Российской Федерации информации по аварийности, более 70 % всех ДТП, возникающих по причине неисправностей автомобилей, приходится на отказы тормозной системы, рулевого управления и передней подвески. В процентном соотношении дефекты систем и узлов автотранспортных средств (АТС) распределяются следующим образом: тормозная система — 45 %, передняя подвеска — 19,2 %; рулевое управление — 16 %, приборы освещения — 11 %, шины — 8 %, прочие —14 %. При этом средний возраст автомобиля в России составляет 9,9 лет, в Кыргызской Республике средний возраст автомобилей на разных предприятиях составляет 10—15 лет.

Проблема аварийности автотранспортных средств (АТС) вследствие неисправности требует в Кыргызской Республике незамедлительного и даже опережающего решения. Для этого необходимо разработать систему мероприятий, направленных на обеспечение работоспособности элементов подвески и системы управления автомобиля.

При общепризнанной научной ценности и практической значимости работ, посвященных исследованию надежности автомобилей и их составных частей, недостаточно внимания уделено элементам подвески и системам управления автомобилем.

Подвеска играет фундаментальную роль в обеспечении безопасности на дорогах и является важнейшей системой функционирования автомобиля.

Именно подвеска физически соединяет колеса или неразрезные мосты с несущей системой автомобиля — кузовом или рамой; передает на несущие элементы конструкции силы и моменты, возникающие при взаимодействии колес с дорогой; обеспечивает требуемый характер перемещения колес относительно кузова или рамы, а также необходимую плавность хода (рис. 3).

Характерными отказами подвески автомобиля являются износ пальцев шаровых опор (верхних и нижних), течь жидкости из амортизаторов вследствие износа сальниковых узлов. Значительное число отказов подвески приходится на амортизаторы и сайлент-блоки амортизаторов и рычагов подвески. На их долю приходится свыше 65 % затрат, связанных с устранением отказов этой системы.

Обследования, проводимые в России и за рубежом, показывают, что 30—50 % подвижного состава, находящегося на линии, эксплуатируется с неисправностями в тормозной системе, рулевом управлении, в элементах подвески и в других узлах и механизмах, непосредственно влияющих на безопасность движения.

Распределение отказов по агрегатам и системам автомобилей в различных условиях эксплуатации показано в таблице.

Отсутствие строгого контроля, систематизации, накопления и анализа статистических данных по результатам анализа безопасности движения автомобилей в Кыргызской Республике не позволяет получить обоснованную картину причин ДТП.

Учитывая все отмеченные факторы, при эксплуатации автомобилей в горной местности необходимо сократить на 40 % периодичность операций технического обслуживания и контроля технического состояния автомобилей. Необходимо организовать работу служб технического контроля таким образом, чтобы

Распределение отказов по агрегатам и системам автомобилей в различных условиях эксплуатации, %

Агрегат и система	Местность	
	горная	равнинная
Двигатель	21,5	14,7
Сцепление	4,9	6,3
Коробка передач	1,7	7,1
Карданная передача	3,8	6,3
Ведущие мосты	3,4	7,1
Рама	0,3	—
Подвеска	9,6	5,4
Передняя ось	2,3	6,7
Колеса и ступицы	12,0	7,5
Рулевое управление	3,5	6,2
Тормоза	16,7	10,3
Электрооборудование	11,0	12,5
Платформа	4,9	6,3
Кабина	4,4	3,6
Автомобиль в целом	100	100

сведения о выявленных в ходе проведения ежегодного техосмотра автомобилях, техническое состояние которых не отвечает требованиям БДД, передавались в ГАИ. Это позволило бы своевременно пресекать возможную эксплуатацию неисправных автомобилей.

Рекомендуется также обязать автотранспортные предприятия внедрить в работу контрольно-технических пунктов (КТП) обязательный контроль состояния подвески и систем управления перед выходом автомобиля на линию.

Серьезной реорганизации в Кыргызской Республике требует система поставки и контроля качества автомобильных запасных частей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Зорин В. А., Даугелло, Н. С. Севрюгина В. А.,** Требования безопасности к наземным транспортным системам: учебник. — Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. — 217 с.
2. **Зорин В. А., Ким К. Ю.** Применение двухэтапного подхода к оценке рисков легковых автомобилей с учетом условий эксплуатации (на примере эксплуатации в РФ). — Грузовик. — 2016. — № 9. — С. 27—30.
3. **Амбарцумян В. В., Бабанин, Гуджоян О. П., Петридис А. В.** Безопасность дорожного движения / под ред. В. Н. Луканина. — М.: Машиностроение, 1997. — 288 с.
4. **Агеев Е. В., Щербаков А. В., Пикалов С. В.** Особые условия технической эксплуатации и экологическая безопасность автомобилей: учебное пособие. — Курск: изд. Юго Зап. гос. ун-та, 2015. — 212 с.
5. **Атамкулов У. Т., Маткеримов Т. Ы.** Влияния дорожных условий горных и высокогорных дорог Кыргызстана на работу автомобилей // Наука и новые технологии. — 2011. — № 10.

"КАМАЗ" Вошел в ТОП самых дорогих предприятий России

По данным рейтинга Медиагруппы "Россия Сегодня", ПАО "КАМАЗ" вошел в перечень самых дорогих публичных компаний РФ по итогам 2016 г.

В ТОП-100 крупнейших компаний страны по капитализации "КАМАЗ" занимает 82-е место. При этом среди перечисленных в рейтинге автомобилестроительных компаний челнинский автозавод стал первым.

"В целом список ста крупнейших публичных компаний России за год поменялся не сильно, — отмечают авторы рейтинга. — В нем лишь семь новых компаний". Так, в первой десятке, в основном, сырьевые и финансовые компании. Капитализация этих предприятий за год увеличилась в среднем на 55 %. Капитализация "КАМАЗа" в 2016 г. выросла на 68,5 %.

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"

DAIMLER ИЩЕТ СПЕЦИАЛИСТОВ

В конце февраля прошла официальная пресс-конференция ООО "ДАЙМЛЕР КАМАЗ РУС", совместного предприятия концерна Daimler AG и ПАО "КАМАЗ". Мероприятие было посвящено итогам деятельности "ДК РУС" за 2016 г. в сфере производства, продаж, послепродажного обслуживания грузовых автомобилей "Мерседес-Бенц" и "ФУСО", а также автобусов "Мерседес-Бенц" и "Сетра".

В пресс-конференции приняли участие генеральный директор ООО "ДК РУС" Хайко Шульце, финансовый директор Оксана Карахова, заместитель генерального директора Юрген Ольбердинг, директор марки "Мерседес-Бенц" Герман Гильфанов и директор марки "ФУСО" Илья Бочкарев.

Г-н Хайко Шульце подвел итоги успешной деятельности концерна Daimler AG и ООО "ДАЙМЛЕР КАМАЗ РУС" в 2016 г., а также рассказал о стратегии развития компании на период с 2017 по 2020 гг., важнейшими моментами которой станут строительство завода кабин и пуск нового модельного ряда автомобилей. Одним из ключевых моментов 2016 г. стала презентация в России проекта SelectTrucks, цель которого — упорядочить процесс покупки подержанных грузовиков и предложить конечному потребителю различные финансовые инструменты, способствующие повышению стоимости и ликвидности грузовиков с пробегом. Благодаря новому решению в 2016 г. компанией было продано 519 ед. подержанной техники.

Важными элементами успеха ООО "ДК РУС" являются широкая география присутствия и прямой контакт с транспортниками, эксплуатирующими технику "Мерседес-Бенц". В 2016 г. дилерская сеть компании, насчитывающая более 50 центров, расширилась: начали работу четыре новых дилера — "МБ-ЮТС" в Московской области, "ЛОРРИ СЕРВИС" в Калининграде, "ФЕРРОМОТОРС" в Казани и "ДЖЕНЕРАЛ ТРАКС ТРУП" в Тольятти. В дальнейших планах не только количественное, но и качественное расширение сети: повышение сервисных партнеров до ранга дилеров и др.

Оксана Карахова отметила, что, несмотря на все еще сложную экономическую ситуацию в стране, 2016 г. стал успешным для компании: были перевыполнены практически все основные цели, поставленные в части продаж и послепродажного обслуживания грузовых автомобилей "Мерседес-Бенц" и "ФУСО". Оборот "ДК РУС" увеличился на 34 %, прибыль (EbiT) — на 61 %. В частности, продажи грузовиков "Мерседес-Бенц" выросли на 40 % (с 1518 ед. в 2015 г. до 2118 ед. в 2016 г.). Оборот по запчастям "Мерседес-Бенц" увеличился на 25 %. Продажи грузовиков "ФУСО" выросли на 26 % (с 562 ед. до 708 ед. в 2016 г.). Оборот по запчастям "ФУСО" увеличился на 14 %. Более 80 % всех проданных автомобилей марки "Мерседес-Бенц" и 100 % марки "ФУСО" были произведены на заводе в г. Набережные Челны.

ООО "ДК РУС" по итогам 2016 г. является финансово независимой, динамично развивающейся компанией, обеспечивающей рост рабочих мест и благосостояния сотрудников. Постепенная стабилизация в российской экономике, укрепление позиции рубля ведут к положительным переменам в индустрии коммерческого автотранспорта. Поэтому компания ставит перед собой еще более амбициозные цели на будущее. Например, в рамках партнерства с "Мосгортранс" заключен контракт на поставку до конца мая 2017 г. 50 туристских автобусов Setra ComfortClass, которые будут обеспечивать перевозки на футбольных состязаниях — Кубке Конфедерации в 2017 г. и Чемпионате Мира в 2018 г.

В прошлом году было начато строительство в Набережных Челнах нового заводского корпуса — завода кабин. Старт производства новых кабин запланирован на 2019 г. Производственная мощность — до 55 000 кабин в год.

Как сообщил Юрген Ольбердинг, на действующем сегодня заводе по сборке грузовиков "Мерседес-Бенц" в течение 2016 г. было произведено 1752 ед. техники "Мерседес-Бенц" и 390 ед. техники "ФУСО".

С 1 марта 2017 г. завод перешел на двухсменный график работы.

"Мы довольны итогами ушедшего года и с оптимизмом смотрим в будущее. Стремясь к лидерству в "большой семерке", мы продолжаем инвестировать в крайне важный для нас российский рынок и сконцентрированы прежде всего на повышении уровня удовлетворенности наших клиентов", — подчеркнул г-н Хайко Шульце.

А потом участники пресс-конференции ответили на вопросы журналистов. Мы тоже задали свой вопрос: можно ли считать, что в Набережных Челнах, в рамках представленного проекта, будет создана своя научная школа?

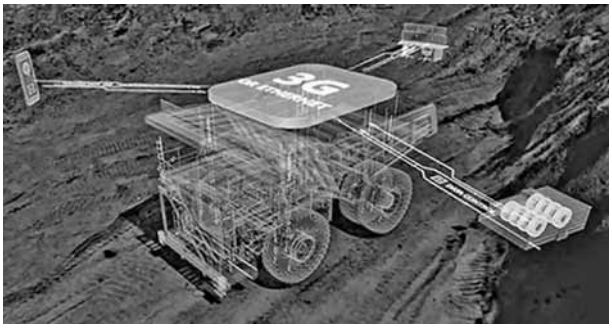
"Мы стремимся к этому!" — воскликнул Юрген Ольбердинг. И пояснил, что качество производства и успешной эксплуатации автомобилей напрямую зависит от мастерства персонала всех уровней, включая водителей. Все они проходят специальные курсы. Компания ищет, как выразился г-н Ольбердинг, технологически подготовленных специалистов. Правда, в Набережных Челнах сделать это сложно...

С. Педенко

КОМПАНИЯ МИШЛЕН В РОССИИ НАЧАЛА УСТАНОВКУ ЭЛЕКТРОННЫХ ДАТЧИКОВ MEMS EVOLUTION 3, РАЗРАБОТАННЫХ ДЛЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ШИН

Одна из ключевых задач компании Мишлен — предоставить своим клиентам высокотехнологичный продукт, обеспечивающий максимальный уровень производительности и повышенную безопасность. Шины для крупногабаритной техники, эксплуатируемой в сложных условиях карьерных и горных разработок, испытывают многотонные нагрузки, поэтому их долговечность и исключительная прочность являются залогом эффективности решения поставленных задач бизнеса.

С целью удовлетворения потребностей клиентов компания Мишлен представляет на рынке самую востребованную систему MEMS Evolution 3 (Michelin Earthmover Management System): датчики системы регистрируют давление и температуру воздуха в шине и передают эти данные в режиме реального времени на бортовой регистратор.



В 2016 г. компания Мишлен в России начала установку электронных датчиков системы MEMS Evolution 3 внутри крупногабаритных шин размером свыше 49 дюймов, предназначенных для жесткорамных самосвалов и фронтальных погрузчиков. Теперь оператор может самостоятельно отслеживать одновременно давление и температуру воздуха в шинах в процессе эксплуатации, своевременно принимая необходимые меры. Таким образом, новейшая программа отчетности помогает избежать или сократить время простоя оборудования, что играет важную роль в увеличении эффективности производства и повышении рентабельности.

Уникальная система MEMS уже установлена и успешно работает в 11 странах на пяти континентах, включая Австралию, Южную Африку, Северную и Южную Америку.

Система MEMS в цифрах

Более чем 1200 оборудованных самосвалов в мире. На 38 месторождениях в 11 странах на 5 континентах.

Работа над развитием системы ведется с 1996 г. Более 2000 датчиков протестировано в реальных условиях с 2006 г.

Пресс-служба Мишлен в России

"КАМАЗ" ИНФОРМИРУЕТ

"КАМАЗ" ПОДВЕЛ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИТОГИ

В ПАО "КАМАЗ" подведены предварительные итоги производства и продаж за 2016 г.

Российский рынок грузовых автомобилей полной массой свыше 14 т в 2016 г. (данные по регистрациям автотехники) составил 40 тыс. шт., что на 11 % больше по сравнению с 2015 г. Падение рынка удалось избежать благодаря госпрограммам стимулирования спроса.

По итогам 2016 г. ПАО "КАМАЗ" реализовало 34,5 тыс. грузовых автомобилей, что на 21 % больше по сравнению с 2015 г., в том числе 28,3 тыс. грузовых автомобилей на внутреннем рынка (прирост к 2015 г. составил 25 %) и 6,2 тыс. грузовых автомобилей на внешних рынках (+6 %).

Доля ПАО "КАМАЗ" на российском рынке грузовых автомобилей полной массой свыше 14 т (данные по регистрациям автотехники) по итогам 2016 г. составила 56 %. Для сравнения, в декабре 2015 г. она не превышала 51 %.

Согласно Программе стратегического развития ПАО "КАМАЗ" на период до 2025 г., в 2017 г. запланировано произвести 36 тыс. автомобилей и продолжить модернизацию производства.

По словам генерального директора "КАМАЗа" Сергея Когогина, приоритетными направлениями развития остаются организация производства нового семейства 6-цилиндровых рядных двигателей и новый завод по производству каркасов кабин. "В 2017 г. компания планирует направить на развитие почти 20 млрд руб.: мы продолжим выводить модели нового поколения — транспортного, тяжелого семейства, обновленный магистральный тягач КАМАЗ-5490; будем работать над замещением импортных комплектующих, использующихся в производстве автомобилей нового модельного ряда", — отметил Когогин.

Предприятиями группы в целом за 2016 г. было произведено 35 416 машкомплектов с СКД, что на 9 % или почти на 3 тыс. ед. больше запланированного бизнес-планом. Из них на полноприводное и тяжелое семейства пришлось более 22 тыс. ед. и более 9,5 тыс. — на модернизированные грузовики. Сборка флагмана нового модельного ряда компании — магистрального тягача КАМАЗ-5490 — в полтора раза превысила запланированный показатель и составила более 2,5 тыс. шт.

Потребителям в 2016 г. было отгружено запасных частей на сумму 16,46 млрд руб., в том числе 12,21 млрд — на внутреннем рынке, продукции диверсификации — на 7,75 млрд руб.

"КАМАЗ" НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ

Доля "КАМАЗа" на российском рынке грузовых автомобилей полной массой свыше 14 т (данные по регистрациям автотехники) по итогам 2016 г. составила 56 % (доля по итогам 2015 г. составляла 51 %). Об этом свидетельствует информация, предоставленная департаментом маркетинга ПАО "КАМАЗ".

ТОП-5 наиболее популярных моделей на российском рынке грузовых автомобилей полной массой свыше 14 т (по данным регистраций автотехники) полностью состоит из моделей на шасси КАМАЗ. Наиболее востребованные модели КАМАЗ на рынке по итогам 2016 г. — спецтехника на шасси КАМАЗ-43118, самосвалы на шасси КАМАЗ-65115, магистральный седельный тягач КАМАЗ-5490, самосвалы на шасси КАМАЗ-6520, различные виды спецтехники на шасси КАМАЗ-65115. Флагман нового модельного ряда компании КАМАЗ-5490 продемонстрировал впечатляющий рост продаж по данным регистраций — более чем в 2,6 раза по сравнению с 2015 г.

КАМАЗ-6511 — ЛИДЕР РЫНКА

По данным исследования аналитического агентства "Автостат", четыре модели автомобилей производства ПАО "КАМАЗ" вошли в пятерку самых популярных в России грузовиков по итогам 2016 г. Лидером рынка новых грузовых автомобилей в РФ стал КАМАЗ-6511.

Как подчеркивают эксперты, ТОП-5 лидеров рынка грузовых автомобилей полностью состоит из отечественных моделей. Согласно рейтингу наиболее продаваемых моделей, самым популярным на российском рынке в 2016 г. стал КАМАЗ-6511: за год было реализовано около 5 тыс. машин. На втором месте — КАМАЗ-4311, объем рынка которого за минувший год вырос на 14 % — до 4,7 тыс. экз. Замыкает тройку лидеров в сегменте грузовых автомобилей ГАЗ Gazon Next: реализовано 4,4 тыс. шт. машин. Кроме того, в первой пятерке — модели КАМАЗ-6520 и КАМАЗ-5490: в 2016 г. реализовано 3,3 тыс. и 2,3 тыс. ед. машин соответственно.

При этом флагман нового модельного ряда компании, КАМАЗ-5490, продемонстрировал впечатляющий рост продаж — 157 % по сравнению с 2015 г.

ДОРОЖНАЯ КАРТА "АВТОНЕТ"

ПАО "КАМАЗ" с деловым визитом посетила делегация участников программы Развития НТИ Фонда содействия инновациям.

В составе делегации — около 20 представителей различных компаний — участников программы. Основная цель визита — переговоры по проектам программы развития Национальной технологической инициативы (НТИ) по дорожной карте "Автонет". Во встрече, которая проходила в Научно-техническом центре "КАМАЗа", приняли участие главный конструктор по инновационным продуктам "КАМАЗа" Сергей Назаренко, а также камазовские инженеры-конструкторы, занимающиеся разработкой автономных автомобилей и автомобилей с ADAS-системами.

В конце прошлого года состоялась презентация ассоциации "Автонет", цель которой — объединить разработчиков транспортных средств с частичным и полностью автономным управлением. Сейчас в нее входят государственный научный центр НАМИ, "КАМАЗ", "Соллерс", "Группа ГАЗ". Дорожная карта "Автонет" до 2035 г. была утверждена на Совете при президенте России по модернизации экономики и инновационному развитию. Работа "Автонета" будет вестись в нескольких направлениях. Помимо разработки научных и технических решений для организации движения беспилотного транспорта, ассоциация должна разработать нормативные акты, которые обеспечат возможность использования такого транспорта.

Фонд содействия инновациям — государственная некоммерческая организация в форме федерального государственного бюджетного учреждения. Среди задач фонда — проведение госполитики развития и поддержки в научно-технической сфере, финансовая, информационная и другая помощь, вовлечение молодежи в инновационную деятельность, привлечение внебюджетных инвестиций в сферу малого инновационного предпринимательства.

КАМАЗ-5490 — В ЧИСЛЕ ЛУЧШИХ

Автомобиль КАМАЗ-5490 стал лауреатом конкурса "Лучшие товары и услуги Республики Татарстан" 2016 г. в номинации "Продукция производственно-технического назначения".

Церемония чествования победителей с участием премьер-министра Татарстана Ильдара Халикова и министра промышленности и торговли РТ Альберта Каримова состоялась в Казанской ратуше. Диплом лауреата получила заместитель генерального директора — корпоративный директор ПАО "КАМАЗ" Жанна Халиуллина.

Конкурс в РТ проводится 13 лет подряд. В этот раз более 200 предприятий и организаций представили на нем почти 450 товаров и услуг. Победители конкурса отныне могут маркировать продукцию знаком "Лучший товар Республики Татарстан". Этот знак — своего рода гарантия качества для потенциальных потребителей.

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"

ПОЗДРАВЛЯЕМ!

ГЛУБОКОУВАЖАЕМЫЙ ДАНИС ХАДИЕВИЧ!

Коллектив редакции журнала "Грузовик" искренне поздравляет Вас с 65-летием!

Это время оглянуться на прожитое, оценить ситуацию с учетом использованных и упущенных возможностей. Так пусть же Ваш юбилей будет настоящим праздником и несет с собой только теплые воспоминания! Пусть он будет демонстрацией и широким общественным признанием накопленного богатого опыта инженера, организатора, педагога, преданного друга, заботливого отца и внимательного мужа! Пусть он станет фундаментом для новых замыслов, мечтаний, надежд!

Благодаря Вашему умелому руководству, настойчивости, дальновидности, умению оценить текущую ситуацию и спрогнозировать тенденции развития технических систем, коллектив ПАО "КАМАЗ" достиг впечатляющих успехов в автомобилестроении. Множество конструкторских разработок и научных исследований воплотились в реальные конструкции. ПАО "КАМАЗ" стал одним из крупнейших мировых производителей автомобилей и двигателей.

Одна из Ваших основных заслуг — создание мощного, талантливого коллектива единомышленников, который, как показала жизнь, способен решать самые сложные задачи – будь это разработка двигателей в соответствии с самыми современными международными требованиями или разработка высокоэффективных, экологически чистых грузовиков и автобусов или специальной техники для Министерства обороны России.

Вы – заслуженный конструктор РФ, член Совета генеральных конструкторов и ведущих ученых и специалистов в области высокотехнологичных секторов экономики при Правительстве Российской Федерации, член президиума Союза машиностроителей России, член редколлегии ряда научно-технических журналов и других общественных организаций.

Вас всегда отличали высочайший профессионализм, трудолюбие, мудрость, лидерство, порядочность и врожденная интеллигентность. Так пусть эти качества остаются с Вами и в будущем и будут хорошим примером для подражания для новых поколений специалистов сформированной инженерной школы ПАО "КАМАЗ".

Впереди — новые задачи, новые идеи и замыслы, новые технические решения!

Благодарим Вас за многолетний плодотворный труд на благо ПАО "КАМАЗ", автомобильной промышленности России. Мы ценим вашу постоянную заботу о кадрах и огромный вклад в разработку и постановку на производство конкурентоспособной автомобильной техники.

От всего сердца желаем Вам, Данис Хадиевич, богатырского здоровья, неиссякаемой энергии, долголетия, счастья и новых творческих успехов!

Коллектив редакции журнала "Грузовик"

Художественный редактор *Д. С. Рыбакова*. Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Кравчинская Ю. Ф.*
Сдано в набор 02.03.2017. Подписано в печать 11.04.2017. Формат 60 × 88 1/8. Усл. печ. л. 5,88.
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**