

Учредитель ООО "Научно-техническое издательство
"Инновационное машиностроение"

Главный редактор **И. Ф. ГУМЕРОВ**, канд. техн. наук,
заместитель генерального директора ПАО "КАМАЗ" —
директор по развитию

Заместитель главного редактора **А. С. САВЧЕНКО**

Редакционный совет

В. С. Антипенко,
д-р техн. наук, проф.
Е. В. Балакина,
д-р техн. наук, проф.
Д. Х. Валеев,
д-р техн. наук
Ю. Э. Васильев,
д-р техн. наук, проф.
С. М. Гайдар,
д-р техн. наук, проф.
Л. В. Грехов,
д-р техн. наук, проф.
В. А. Зорин,
д-р техн. наук, проф.
М. Ю. Карелина,
д-р техн. наук, проф.
Н. Т. Катанаев,
д-р техн. наук, проф.
В. Н. Козловский,
д-р техн. наук, проф.
В. В. Комаров,
канд. техн. наук
А. В. Кочетков,
д-р техн. наук, проф.

В. А. Марков,
д-р техн. наук, проф.
Л. Б. Миротин,
д-р техн. наук, проф.
А. Н. Новиков,
д-р техн. наук, проф.
А. Н. Ременцов,
д-р пед. наук, проф.
О. Н. Румянцева,
генеральный директор
ООО "Издательство
"Инновационное
машиностроение"
А. Ф. Синельников,
канд. техн. наук, проф.
А. А. Солнцев,
д-р техн. наук, проф.
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; gruzovik.mashin@gmail.com,
<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 объединенному каталогу
"Пресса России" 39799

ООО «Издательство «Инновационное машиностроение»,
"Грузовик", 2021

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** *Климов А. В., Тишин А. М., Чиркин В. Г.*
Различные виды тяговых синхронных двигателей для городских условий эксплуатации

Исследования. Расчет

- 8** *Рябов И. М., Аль-Сумайдаи Ф. Р., Зотов В. М., Соколов А. Ю., Аль-Джумаили А. Х.* Углубленный анализ результатов экспериментального исследования тормозных свойств двигателя КАМАЗ-740 с моторным тормозом при электронном управлении
- 16** *Вашурин А. С., Мошков П. С., Торопов Е. И., Трусов Ю. П., Степанов С. В.* ГНСС-технологии в испытаниях автомобильных ADAS-систем

Эксплуатация. Ремонт

- 23** *Денисов А. С., Феклин Е. В.* Совершенствование управления техническим состоянием пассажирского парка мегаполиса

Практика

- 28** *Тарасов С. А., Табакарь С. И., Дворченко Г. Ю.* Инновации в сфере светомаскировки военной автомобильной техники

Безопасность

- 39** *Попов А. С.* Исследование склонности к риску среди водителей некоммерческого транспорта в Российской Федерации
- 43** *Андреев К. П., Борычев С. Н., Терентьев В. В., Шемякин А. В.* Дорожные ограждения: современные решения для повышения безопасности движения

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND INDUSTRIAL MAGAZINE

Founder JSC Scientific and Technical Publishing House
"Innovative Engineering"

Editor-in-Chief I. F. GUMEROV, cand. tehn. s.,
deputy general director JSC "KAMAZ" —
director of development

Deputy Editor-in-Chief A. S. SAVCHENKO

Editorial council

V. S. Antipenko,

dr. en. s., prof.

E. V. Balakina,

dr. en. s., prof.

D. H. Valeev,

dr. en. s.

Ju. E. Vasilyev,

dr. en. s., prof.

S. M. Gaidar,

dr. en. s., prof.

L. V. Grekhov,

dr. en. s., prof.

V. A. Zorin,

dr. en. s., prof.

M. Ju. Karelina,

dr. en. s., prof.

N. T. Katanaev,

dr. en. s., prof.

V. N. Kozlovsky,

dr. en. s., prof.

V. V. Komarov,

cand. tehn. s.

A. V. Kochetkov,

dr. en. s., prof.

V. A. Markov,

dr. en. s., prof.

L. B. Mirotin,

dr. en. s., prof.

A. N. Novikov,

dr. en. s., prof.

A. N. Rementsov,

dr. hab. phd in en. s.

O. N. Rumyantseva,
gen. dir. JSC "Publisher
"Innovative Engineering"

A. F. Sinelnikov,

cand. tehn. s., prof.

A. A. Solntsev,

dr. en. s., prof.

V. S. Ustymenko,

cand. tehn. s.

J. A. Faskhiyev,

dr. en. s., prof.

N. D. Chaynov,

dr. en. s., prof.

CONTENTS:

Design

- 3** Klimov A. V., Tishin A. M., Chirkin V. G. Various types of traction synchronous motors for urban use

Research. Calculation

- 8** Ryabov I. M., Al-Sumaydayi F. R., Zotov V. M., Sokolov A. Yu., Al-Jumaili A. Kh. In-depth analysis of the results of an experimental study of the braking properties of a KAMAZ-740 engine with an engine brake under electronic control
- 16** Vashurin A. S., Moshkov P. S., Toropov E. I., Trusov Yu. P., Stepanov E. V. GNSS-technologies in testing automotive ADAS-systems

Operation. Repair

- 23** Denisov A. S., Feklin E. V. Improving the management of the technical condition of passenger park metropolis

Practica

- 28** Tarasov S. A., Tabakar S. I., Dvorchenko G. Yu. Innovations in the field of blackout of military automotive vehicles

Safety

- 39** Popov A. S. Study of risk inclusion among non-commercial transport drivers in the Russian Federation
- 43** Andreev K. P., Borychev S. N., Terentyev V. V., Shemyakin A. V. Road barriers: modern solutions for improving traffic safety



Correspondent's office:

Ya. E. Karpovsky (Minsk)

Address of the editorial office:

107076, Moscow, Kolodezny Lane, house 2-a, str. 12
Ph. (499) 269-48-96
E-mail: gruzovik@mashin.ru; gruzovik.mashin@gmail.com;
http://www.mashin.ru

Address of publishing house:

107076, Kolodezny Lane, house 2-a, 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 integrated catalog
"Press of Russia" 39799

JSC Innovatsionnoye mashinostroyeniye Publishing House,
"Truck", 2021

А. В. Климов, канд. техн. наук, e-mail: klimmanen@mail.ru, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ) / ООО «Инновационный центр КАМАЗ», г. Москва,

А. М. Тишин, д-р ф.-м. наук, профессор, e-mail: tishin@amtc.org, МГУ имени М. В. Ломоносова / ООО «ФМТ» (группа АМТ&С), г. Москва,

В. Г. Чиркин, e-mail: chirkinv@gmail.com, ООО «ФМТ» (группа АМТ&С), г. Москва

РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ ТЯГОВЫХ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ ГОРОДСКИХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Асинхронные и вентильно-индукторные (синхронно-реактивные) двигатели обладают высокой эффективностью при высоких частотах вращения ротора, когда синхронные двигатели с постоянными магнитами (SPM и IPM) обладают высоким КПД при малых и средних частотах. Последние наиболее оптимальны для условий городской эксплуатации, а первые для условий эксплуатации на магистралях и шоссе. Синхронные двигатели с постоянными магнитами являются более дорогими, поэтому хорошей альтернативой им могут служить синхронно-реактивные двигатели с постоянными магнитами, в которых определен оптимальный баланс активного и реактивного крутящего момента, а также эффективности.

Ключевые слова: синхронный двигатель, асинхронный двигатель, вентильно-индукторный двигатель, синхронно-реактивный двигатель, постоянный магнит, эффективность, условия эксплуатации, реактивный крутящий момент.

Asynchronous and valve-inductor (synchronous-reactive) motors have high efficiency at high rotor speeds, while permanent magnet synchronous motors (SPM and IPM) have high efficiency at low and medium frequencies. The latter are the most optimal for urban conditions, and the former for conditions of operation on highways and highways. Synchronous motors with permanent magnets are more expensive, so a good alternative to them can be synchronous-jet motors with permanent magnets, which determine the optimal balance of active and reactive torque, as well as efficiency.

Keywords: synchronous motor, asynchronous motor, valve-inductor motor, synchronous-jet motor, permanent magnet, efficiency, operating conditions, reactive torque.

Ссылка для цитирования

Климов А. В., Тишин А. М., Чиркин В. Г. Различные виды тяговых синхронных двигателей для городских условий эксплуатации // Грузовик. — 2021. — № 6. — С. 3—7

Введение

От аккумуляторных электрических транспортных средств (АЭТС) с тяговым электрическим приводом, как и от других транспортных средств потребители желают получать максимальную эффективность. Эксплуатирующие организации хотят с минимум затрат ресурсов осуществлять транспортные операции. То есть для пассажирских АЭТС с минимальными издержками осуществлять перевозку пассажиров. Для этого необходимо четко выдерживать график

движения, значит электробусы должны работать в соответствии с транспортным потоком, поддерживать скорости движения, а также соответственно ускоряться, замедляться, преодолевать необходимые дорожные уклоны и спуски. Особенно стоит обращать внимание на эффективность перевозки, а именно этот процесс должен осуществляться с минимумом потерь энергии. Тяговый двигатель таких машин является основным источником потерь. От его эффективности зависит насколько долгим будет пробег электро-мобиля и электробуса без подзарядки, а значит

и сама эффективность транспортного процесса. Поэтому немаловажным является вопрос выбора оптимального типа двигателя с учетом условий эксплуатации и конструктивных требований, предъявляемых к агрегатам.

Основные требования, предъявляемые к тяговым электрическим двигателям

В тяговых электрических приводах АЭС эффективность и производительность электрических машин оказывают прямое влияние на дальность хода, безопасность и комфорт движения и управления. Поэтому к характеристикам тяговых электродвигателей электрических транспортных средств предъявляются следующие требования [1]:

- высокий крутящий кратковременный момент на низкой скорости для большого ускорения и легкого подъема;
- диапазон регулирования скорости, при постоянной мощности в 3—4 раза превышающий номинальную скорость;
- высокий КПД в широком рабочем диапазоне;
- способность к периодическим перегрузкам для обеспечения разгона, торможения и преодоления подъема;
- высокая удельная мощность на единицу массы для снижения общей массы и увеличения дальности пробега;
- высокая удельная мощность на единицу объема для упрощения компоновки;
- низкая стоимость изготовления и обслуживания;
- высокая надежность и безопасность.

В настоящее время из-за высокого значения крутящего момента, КПД, надежности и экономии массы синхронные электромашин с постоянными магнитами являются преобладающим типом электромашин в составе привода легковых электромобилей и большого числа электробусов и грузовых электромобилей [2].

На рис. 1 показана типичная внешняя тяговая электромеханическая характеристика электромашин и зависимость механической мощности от скорости вращения, необходимые для привода электромобилей. Электродвигатель электромобиля должен обеспечивать высокий постоянный крутящий момент на низкой скорости и обладать широким диапазоном постоянной мощности на высокой скорости. Крайне желательно, чтобы электродвигатель обладал высоким КПД во всем диапазоне скоростей.

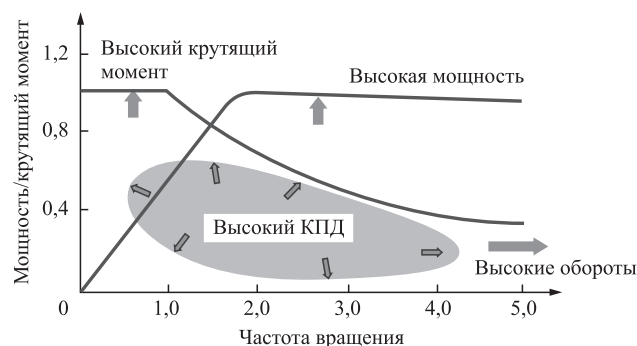


Рис. 1. Электромеханическая характеристика и мощность электродвигателя с постоянными магнитами

Электродвигатель должен быть способен работать непрерывно внутри области, отмеченной синей линией, не достигая своих тепловых пределов. Пиковый крутящий момент рассчитывают на работу с кратковременной перегрузкой, в соответствии с требованиями к ускорению и преодолению требуемого подъема АЭС.

Эффективность различных типов тяговых электрических двигателей

Как говорилось выше, желательно иметь максимальный КПД в широком диапазоне частот вращения и крутящего момента, но зачастую это связано с усложнением и удорожанием. Поэтому конструкция должна обеспечивать максимальную эффективность в наиболее вероятных режимах эксплуатации. Типовая электромеханическая характеристика тягового электродвигателя и зоны наибольшего КПД для различных типов электродвигателей изображены на рис. 2.

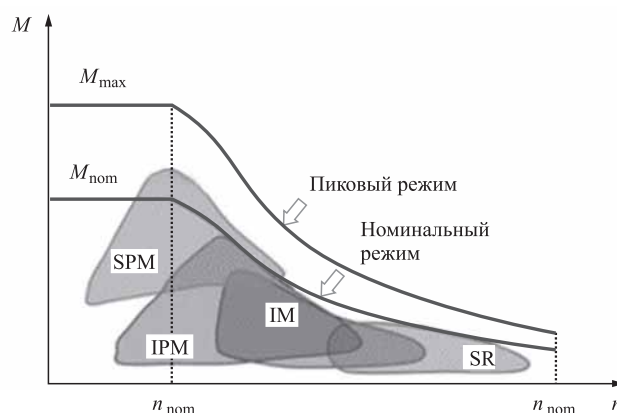


Рис. 2. Типовая электромеханическая характеристика тягового электродвигателя и зоны наибольшего КПД для различных типов электродвигателей

КПД асинхронных электродвигателей (ИМ) достигает своего максимума при относительно высокой скорости и низком крутящем моменте и значительно снижается из-за потерь в обмотках статора и в роторе. КПД вентильных индукторных электродвигателей (SRM) максимален на более высоких скоростях, но обычно ниже, чем у других двигателей. Данные двигатели будут показывать неплохую эффективность для условий эксплуатации, когда АЭТС большую часть времени движется с высокими скоростями движения. Также их можно использовать как вспомогательный двигатель для машин, эксплуатируемых как в городских условиях, так и на шоссе.

Благодаря использованию высокоэнергетических и высококоэрцитивных редкоземельных магнитов электромашин с постоянными магнитами могут обеспечивать высокий удельный крутящий момент, успешно конкурируя с другими типами электродвигателей. Недостатком постоянных магнитов является их чувствительность к высоким температурам, а также высокая стоимость. Электромашин с поверхностными магнитами (SPM) широко распространены в различных областях благодаря простоте конструкции (рис. 3). Тем не менее этот тип электромашин не характеризуется выраженной явнополюсностью, т. е. реактивный момент, производимый такими электромашинами, незначителен. В результате перегрузочная способность и способность регулирования скорости относительно ограничены.

В синхронных реактивных электромашинах с постоянными магнитами (PМаSynRM) предполагается достаточно низкое использование постоянных магнитов, а благодаря $L_d > L_q$ реактивная составляющая крутящего момента доминирует в создании крутящего момента. Крутящий мо-

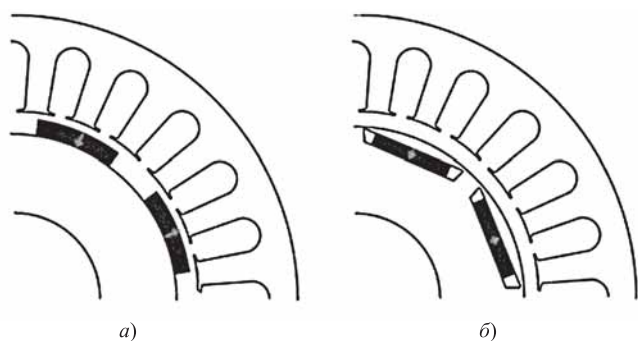


Рис. 3. Варианты конструкции электромашин с постоянными магнитами

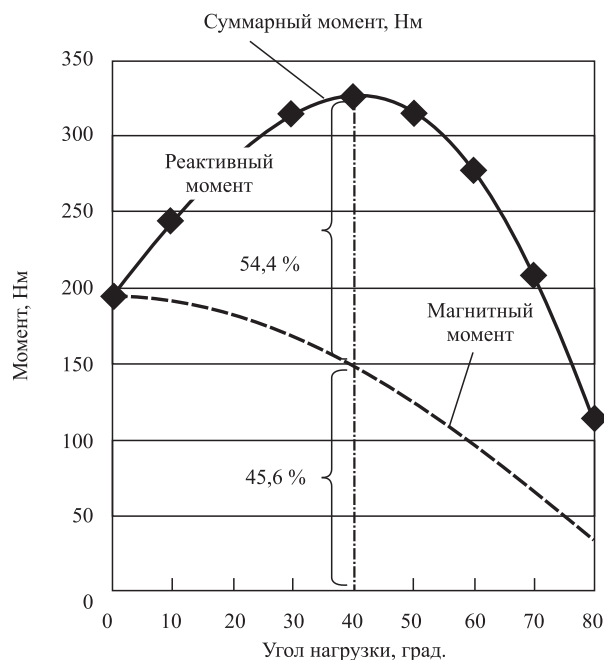


Рис. 4. Активная и реактивная компоненты крутящего момента [5]

мент в данном электродвигателе состоит из двух составляющих: активной и реактивной (рис. 4). Активный момент обеспечивается наличием постоянных магнитов в роторе. Реактивный момент возникает в случае, если ротор имеет выраженную явнополюсность.

Благодаря расположению постоянных магнитов ротора в форме буквы V (рис. 5) выходная мощность электродвигателя увеличивается почти в 1,5 раза, а крутящий момент увеличивается на 15 % и более [6].

Синхронные реактивные электромашин с постоянными магнитами (PМаSynRM) появились в результате поиска путей сокращения объема использования редкоземельных постоянных магнитов в тяговых электромашинах, а следовательно, оптимизации их стоимости (рис. 6).

Уменьшение количества редкоземельных материалов и организация полостей в роторе снижает массу и потери в сердечнике ротора. Таким образом, эта электромашин также сохраняет преимущества IPM электромашин, включая высокую удельную мощность и КПД. Их можно рассматривать как IPM электромашину с выраженной явнополюсностью и низким использованием постоянных магнитов. В 2016 г. электромобиль аналогичного типа использовался для привода BMW i3 [7].

КОНСТРУКЦИЯ

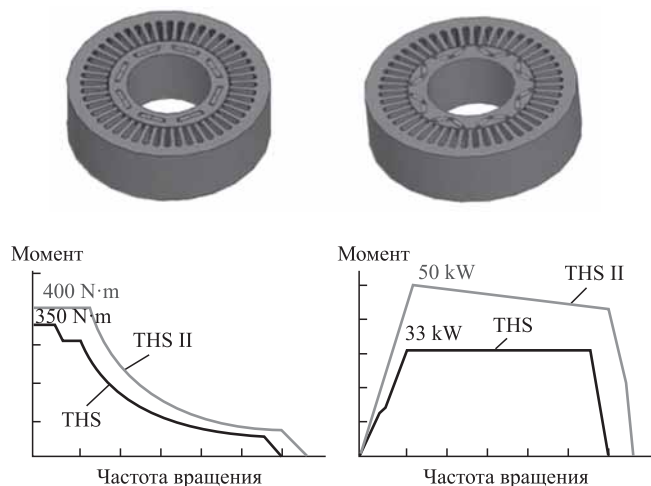


Рис. 5. Сравнение плоской и V-образной топологии постоянных магнитов

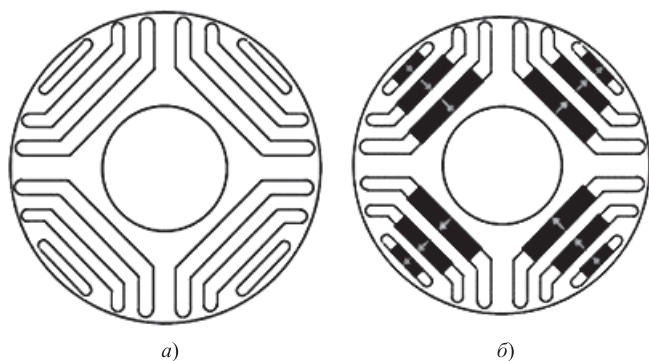


Рис. 6. Конструкция синхронного реактивного электродвигателя [4]:

a — SynRM; *б* — PMaSynR

Согласно данным анализа [8] преимущества и недостатки IPM и PMaSynRM для электромобилей резюмируются следующим образом:

1. Для создания максимального крутящего момента в PMaSynRM применяется более высокий ток и больший угол коммутации тока.

2. PMaSynRM может достигать более высокой частоты вращения при более низком токе статора и имеет более высокий КПД на высоких частотах вращения.

3. При одинаковой номинальной мощности PMaSynRM будет занимать больший объем, чем IPM.

4. Для PMaSynRM будет характерна более высокая электрическая токовая нагрузка, что приводит к более теплонагруженному рабочему состоянию.

Для городского пассажирского АЭТС с наибольшей вероятностью рабочие точки находятся в зоне, ограниченной значениями крутящего момента до 25 % от максимального и частотой вращения до 50 % от максимальной [7, 8]. Исходя из этого можно предположить, что электродвигатели IPM являются наиболее оптимальной конструкцией тяговой электрической машины. IPM более выгодны при движении по городу из-за их более высокой производительности и высокому КПД на более низкой скорости.

В таблице приведены результаты моделирования в MatLab Simulink движения электробуса большого класса полной массой 18 т для различных вариантов электродвигателей в городских условиях на маршруте с загрузкой 50 %. Общий вид имитационной модели движения показан на рис. 7.

Имитационная модель имеет блоки, имитирующие работу тяговой аккумуляторной батареи, тягового электрического привода, трансмиссии,

Результаты моделирования движения электробуса большого класса

Тип двигателя	SPM	IPM	IM
Удельный расход энергии на тягу, кВтч/км	0,9366	0,9075	0,973

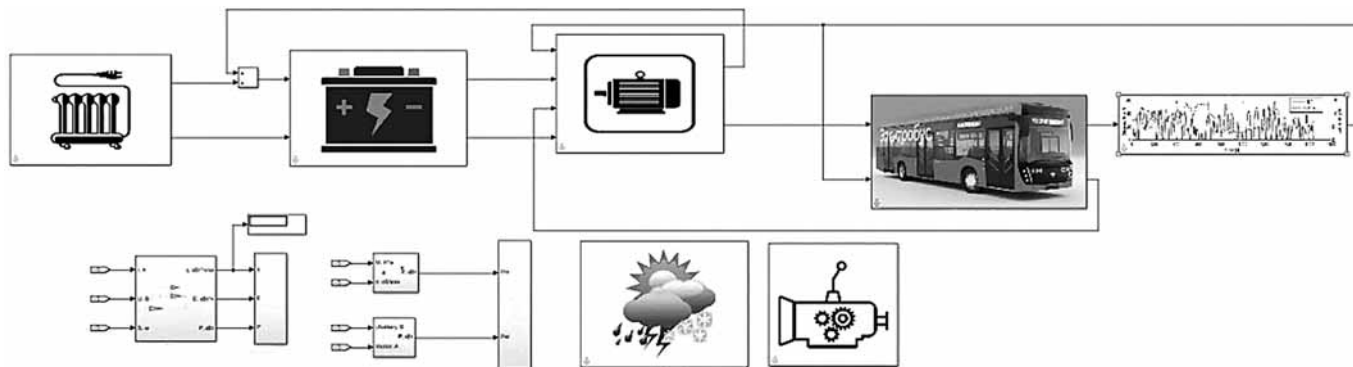


Рис. 7. Общий вид имитационной модели движения электробуса

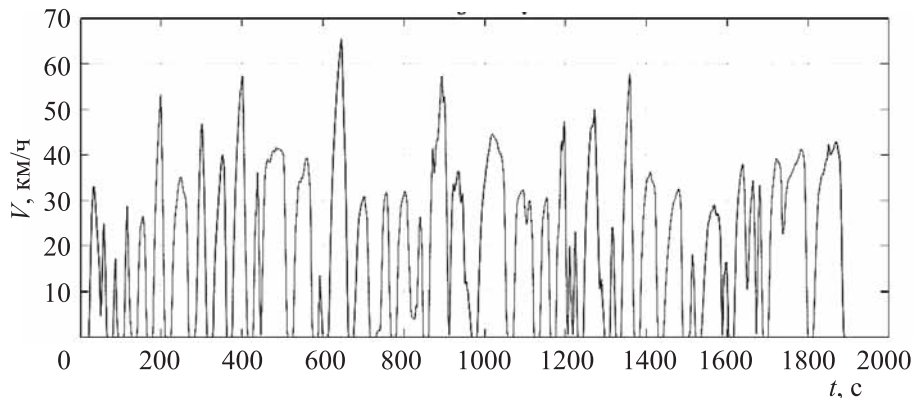


Рис. 8. Цикл движения городского электробуса

вспомогательных бортовых электрических потребителей, линейную динамику движения транспортного средства и внешние условия движения. Скоростные условия движения показаны на рис. 8. Потребление энергии на питание вспомогательных бортовых потребителей не учитывалось.

Заключение

Исходя из анализа различных типов двигателей и моделирования движения транспортного средства наиболее энергоэффективным решением для оснащения привода является синхронный двигатель с интегрированными в ротор постоянными магнитами (IPM) как показавший наименьший удельный расход энергии на километр пути и более высокие удельные характеристики. Но стоит отметить, что существенный недостаток, связанный с высокой их стоимостью, обуславливает попытки создания конструкции синхронно-реактивных двигателей (PМаSynRM), в которых объем магнитов минимизирован.

Поэтому наиболее успешной получится конструкция, в которой будет найден оптимальный баланс между активным моментом (постоянными магнитами), реактивным моментом и эффективностью в широком диапазоне частот вращения для покрытия более широкого спектра условий эксплуатации как в городских условиях, так и на шоссе, а также стоимостью. Возможным кандидатом для решения этих задач может являться синхронно-реактивный двигатель с постоянными магнитами (PМаSynRM).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Lopez I., Matallana A., Ibarra E., Andreu J. Next generation electric drives for HEV/EV propulsion systems: Technology, trends and challenges // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. — 2019. — № 114. — С. 1–23.
2. UITP. ZeEUS eBus Report. — 2017. — № 2. — С. 179.
3. Urase K., Kiyota K., Sigimoto H. Energy Efficiency of SR and IPM Generators for Hybrid Electric Vehicle // *IEEE Transactions on Industry Applications*. — 2015. — Vol. 51. — № 4. — С. 2874–2883.
4. Shao L., Karci A., Tavernini D., Sornioti A., Cheng M. Design Approaches and Control Strategies for Energy-Efficient Electric Machines for Electric Vehicles—A Review // *IEEE Access*. — 2020. Vol. 8. — С. 116900–116913.
5. Urase K., Yabu N., Kyohei Kiyota L., Sugimoto H., Chiba A., Takemoto M., Ogasawara S. Energy Efficiency of SR and IPM Generators for Hybrid Electric Vehicle // *IEEE Transactions on Industry Applications*. — 2015. — Vol. 51. — № 4. — С. 2874–2883.
6. Gutfleisch O., Willard M., Chen C. Magnetic materials and devices for the 21st century: Stronger, lighter, and more energy efficient // *Advanced Materials*. — 2011. — Vol. 23. — № 7. — С. 821–842.
7. Ramesh P., Lenin N. C. High Power Density Electrical Machines for Electric Vehicles—Comprehensive Review Based on Material Technology // *IEEE Transactions on Magnetics*. — 2019. — Vol. 55. — № 11. — С. 1–21.
8. Miyama Y., Hazeyama M., Hanioka S., Watanabe N., Daikoku A., Inoue M. PWM Carrier Harmonic Iron Loss Reduction Technique of Permanent-Magnet Motors for Electric Vehicles // *IEEE Transactions on Industry Applications*. — 2016. — Vol. 52. — № 4. — С. 2865–2871.
9. Масленников И. К., Карпухин К. Е., Климов А. В., Оспанбеков Б. К. Исследование эксплуатационных показателей тягового электрооборудования электробуса в городских условиях движения // *Технологии и компоненты наземных интеллектуальных транспортных система*. — 2019. — С. 377–384.
10. Klimov A. V., Filatov V. V., Maslennikov I. K., Ospanbekov B. K. Analysis of operating modes of a traction electric drive // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. — 2019. — С. 1–5.

И. М. Рябов, д-р техн. наук, профессор, e-mail: rjabov1603@mail.ru,
Ф. Р. Аль-Сумайдаи, аспирант, e-mail: farqad485@gmail.com, Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ), г. Волгоград,
В. М. Зотов, канд. техн. наук, доцент, e-mail: zvmtn@yandex, ВГАУ,
А. Ю. Соколов, канд. техн. наук, e-mail: sokolov.a82@yandex.ru, ВА МВД России,
А. Х. Аль-Джумаили, аспирант, e-mail: abdulsatar_k@mail.ru, Московский политехнический университет (МАМИ), г. Москва

УГЛУБЛЕННЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ТОРМОЗНЫХ СВОЙСТВ ДВИГАТЕЛЯ КАМАЗ-740 С МОТОРНЫМ ТОРМОЗОМ ПРИ ЭЛЕКТРОННОМ УПРАВЛЕНИИ

В результате углубленного анализа получены в аналитическом виде зависимости тормозного момента дизельного двигателя КАМАЗ-740 от времени торможения двигателем, из которых установлено, что начальный тормозной момент при торможении двигателем с моторным тормозом в 2 раза выше начального тормозного момента при торможении двигателем без моторного тормоза. Но тормозной момент при торможении двигателем с моторным тормозом быстро уменьшается с течением времени в несколько раз. Это снижает эффективность его применения для служебных торможений, поэтому для совершенствования моторного тормоза, необходимо стабилизировать его тормозной момент за счет электронной системы управления.

Ключевые слова: анализ, тормозные свойства двигателя, экспериментальное исследование, электронное управление.

As a result of an in-depth analysis, the dependences of the braking torque of a KAMAZ-740 diesel engine on the engine braking time were obtained in an analytical form, from which it was established that the initial braking torque when braking by an engine with an engine brake is 2 times higher than the initial braking torque when braking by an engine without an engine brake. But the braking torque when braking with an engine with an engine brake quickly decreases several times over time. This reduces the effectiveness of its use for service braking, therefore, to improve the engine brake, it is necessary to stabilize its braking torque due to the electronic control system.

Keywords: analysis, engine braking properties, experimental research, electronic control.

Ссылка для цитирования

Рябов И. М., Аль-Сумайдаи Ф. Р., Зотов В. М., Соколов А. Ю., Аль-Джумаили А. Х. Углубленный анализ результатов экспериментального исследования тормозных свойств двигателя КАМАЗ-740 с моторным тормозом при электронном управлении // Грузовик. — 2021. — № 6. — С. 8—15

Введение

Первый мотор для КАМАЗов — 4-тактный дизельный 8-цилиндровый двигатель КАМАЗ-740 V8 был выпущен в 1975 г. Он имел мощность 210 л. с. Затем были созданы двигатели «Евро-1» с доработанной головкой и турбонаддувом без интеркулера, моторы «Евро-2» и «Евро-3» с увеличенным ходом поршня — 130 мм и рабочим объемом

11,76 л. Мощность моторов Евро-4 была увеличена до 440 л. с., на них используется электронный блок управления ЭЛАРА 50.3763 и электроника Bosch.

Однако повышение мощности двигателя мало повлияло на его тормозной момент, который примерно в 3 раза меньше максимального движущего момента. Поэтому перспективным путем повышения эффективности тормозной системы

существующих грузовых автомобилей является применение моторных тормозов. Они позволяют снизить нагрузки на рабочую тормозную систему, уменьшить ее работу торможения, а следовательно, повысить надежность и пробег до замены тормозных колодок.

Моторные тормоза относятся к вспомогательной тормозной системе автомобиля, они применяются на многих зарубежных и российских грузовых автомобилях: МАЗ, Урал, КрАЗ, КамАЗ. Они особенно необходимы при торможении на затяжных спусках, поскольку устраняют перегрев колодок рабочей тормозной системы.

Для улучшения эксплуатационных свойств моторных тормозов в последнее время разрабатываются системы с электронным управлением, проводятся научные исследования для их совершенствования [1–5]. В работе было [5] проведено экспериментальное исследование динамики дизельного двигателя КАМАЗ-740 при электронном управлении моторным тормозом методом выбега. Были получены осциллограммы процессов выбега: разгона двигателя до максимальной частоты вращения и его остановки как с моторным тормозом, так и без него. Однако анализ эффективности торможения проводился только по времени до остановки двигателя, что недостаточно точно и не позволяет предложить пути совершенствования моторного тормоза.

В связи с этим проведение более полного анализа результатов экспериментального исследования двигателя КАМАЗ-740 при электронном управлении моторным тормозом [5] представляет несомненный интерес.

Устройство экспериментального моторного тормоза двигателя КАМАЗ-740 с электронным управлением

Схема экспериментальной электронной системы управления моторным тормозом приведена на рис. 1. В отличие от штатной системы управления моторным тормозом дизельного двигателя КАМАЗ-740 [5] исследуемый дополнительно моторный тормоз был оборудован электромагнитным пневматическим клапаном 3 и двухмагистральным клапаном 5. На рис. 2 представлен вид моторного тормоза, смонтированного на двигателе КАМАЗ-740 и некоторых исполнительных элементах системы управления.

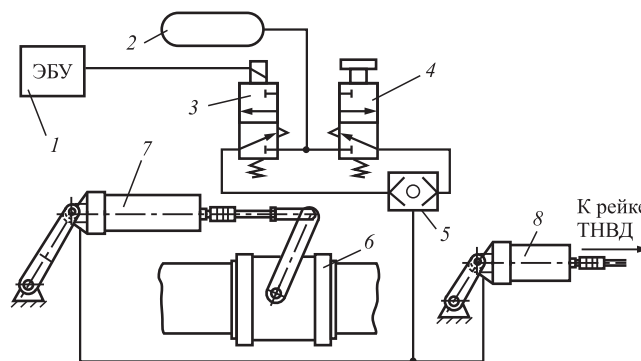


Рис. 1. Схема экспериментальной системы моторного тормоза двигателя КАМАЗ-740 с электронным управлением:

1 — электронный блок управления двигателем (ЭБУ); 2 — ресивер рабочей тормозной системы; 3 — пневматический электромагнитный клапан (ПЭМК); 4 — кран вспомогательной тормозной системы; 5 — двухмагистральный клапан; 6 — моторный тормоз; 7 — пневматический цилиндр поворота заслонки моторного тормоза; 8 — пневматический цилиндр выключения подачи топлива в топливном насосе высокого давления (ТНВД)

К портам ЭБУ были подключены следующие датчики: частоты вращения коленчатого вала ДВС; давления масла; аварийного перегрева левого блока цилиндров; включения моторного тормоза; угловых перемещений рычага ТНВД; температуры охлаждающей жидкости; положения электронной педали. Вид моторного тормоза с элементами системы управления, установленного в выпускном тракте двигателя КАМАЗ-740, приведен на рис. 2.



Рис. 2. Вид установленного на стенде двигателя КАМАЗ-740 с моторным тормозом в выпускном тракте:

1 — рычаг заслонки моторного тормоза; 2 — пневматический цилиндр; 3 — двухпозиционный электромагнитный клапан; 4 — двухмагистральный клапан

Активация моторного тормоза производилась электронным блоком 1 посредством подачи напряжения на электромагнитный пневмоклапан 3. После срабатывания клапана сжатый воздух из ресивера подается в пневмоцилиндры 7 и 8, первый закрывает заслонку моторного тормоза, а второй перемещает рейку топливного насоса в позицию нулевой топливоподачи. При этом противодействие в выпускном тракте двигателя быстро увеличивается, в результате чего эффективность торможения двигателя повышается и его маховик останавливается через меньший промежуток времени.

Этапы экспериментальных исследований и их результаты

Экспериментальные исследования были проведены методом выбега в 3 этапа. Для получения осциллограмм изменения параметров процесса были использованы средства визуализации CoDeSys V2.3 [6].

Этап 1. Выбег двигателя с отключенным моторным тормозом при резком полном выжимании, выдержки и резком сбросе педали газа без отключения подачи топлива.

Технология эксперимента:

1) двигатель прогревали до нормативной температуры, работал на холостом ходу с постоянной частотой вращения 560 об/мин (на рис. 3 это горизонтальный участок в левой части линии 1), чтобы исключить влияние этого параметра на результат;

2) педаль акселератора удерживалась в нажатом состоянии 2,7 с (рис. 3, горизонтальный участок в левой части линии 2), при этом ДВС быстро увеличивал частоту вращения до номинального значения $n_{дв} = 2650$ об/мин, преодолевая момент инерции маховика и других деталей (рис. 3, линия 2);

3) производилось резкое перемещение педали акселератора в исходное положение в течение 0,2 с (рис. 3, линия 1), при этом частота вращения ДВС уменьшалась по экспоненциальной зависимости до 560 об/мин.

Этап 2. Выбег двигателя с выключенным моторным тормозом при постепенном полном выжимании педали газа и резком сбросе в исходное положение без отключения подачи топлива.

Осциллограмма изменения параметров процесса выбега приведена на рис. 4.

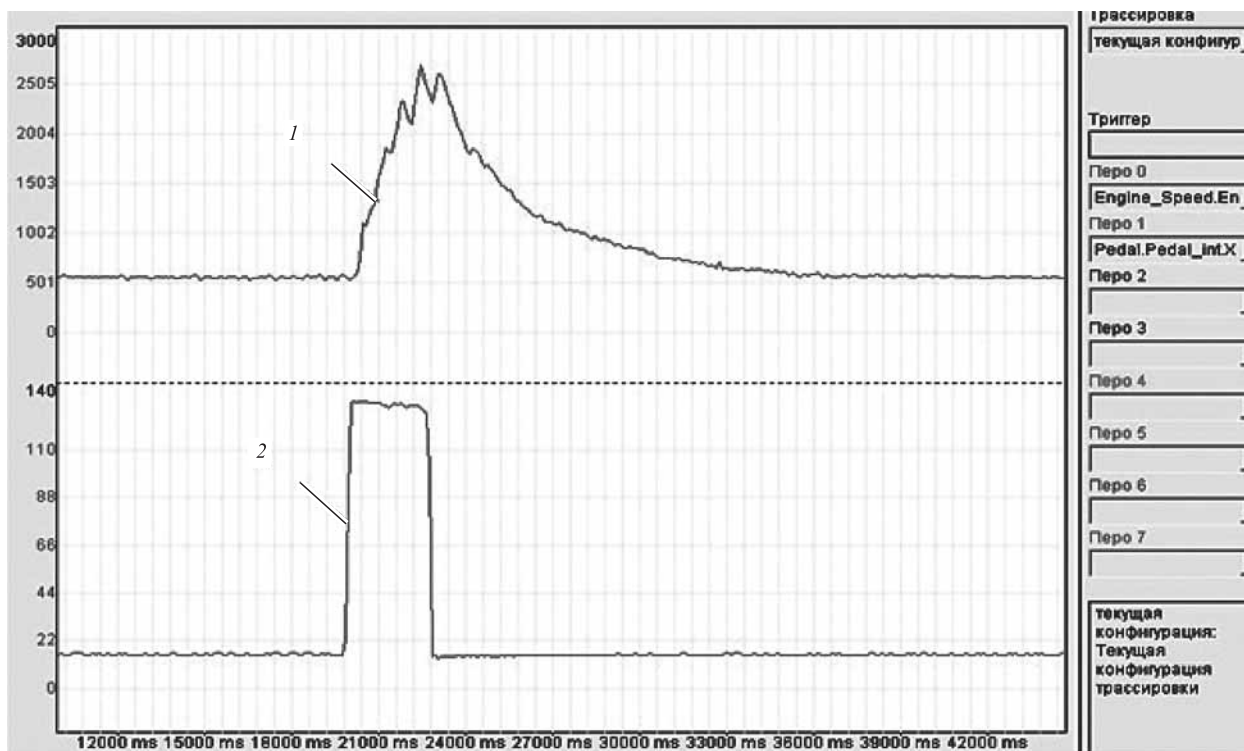


Рис. 3. Осциллограмма изменения положения педали газа и частоты вращения коленчатого ДВС в процессе эксперимента:

1 — линия частоты вращения коленчатого вала двигателя; 2 — линия положения педали газа

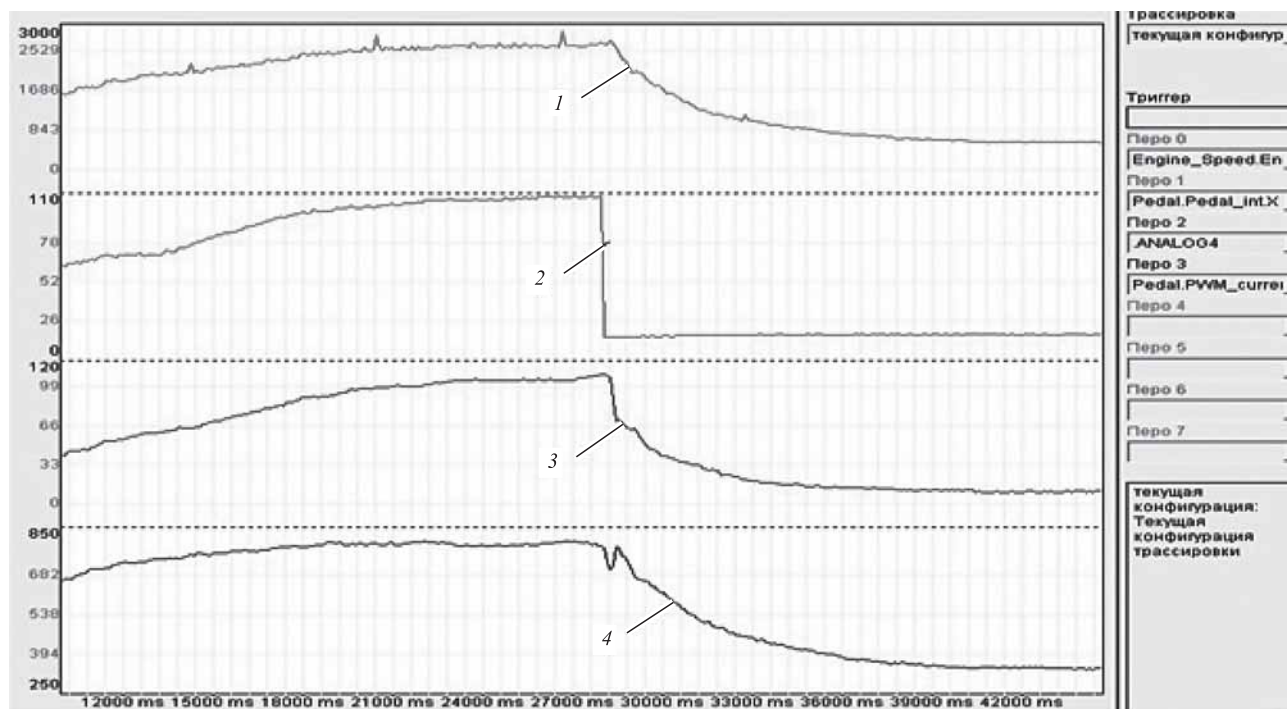


Рис. 4. Осциллограмма изменения параметров при торможении двигателем без включения моторного тормоза:
 1 — частота вращения коленчатого вала двигателя; 2 — перемещение педали акселератора, 3 — перемещение рычага регулятора ТНВД; 4 — ток на обмотках ПЭМК

Технология эксперимента:

1) двигатель прогревался до нормативной температуры;

2) производилось плавное перемещение педали акселератора до упора (рис. 4, линия 2), при этом происходит рост частоты вращения двигателя до номинального значения $n_{дв} = 2650$ об/мин (рис. 4, линия 1).

3) производилось резкое перемещение педали акселератора в исходное положение в течение 0,2 с (рис. 4, линия 1), при этом частота вращения ДВС уменьшается до нуля по экспоненциальной зависимости до частоты холостого хода — 560 об/мин.

На осциллограмме изменения параметров процесса выбега (рис. 4) приведены также: линия 3 — перемещение рычага регулятора топливного насоса высокого давления; 4 — ток на обмотках ПЭМК управления топливоподачей

Этап 3. Выбег двигателя с включенным моторным тормозом при постепенном полном выжимании педали газа и резком сбросе в исходное положение с отключением подачи топлива.

Осциллограмма изменения параметров процесса выбега приведена на рис. 5.

Технология эксперимента:

1) двигатель прогревался до нормативной температуры;

2) производилось плавное перемещение педали акселератора до упора (рис. 5, линия 2), при этом происходит рост частоты вращения двигателя до номинального значения $n_{дв} = 2650$ об/мин (рис. 5, линия 1).

3) производилось резкое перемещение педали акселератора в исходное положение в течение 0,2 с (рис. 5, линия 2), при этом частота вращения ДВС уменьшается до нуля по экспоненциальной зависимости.

На осциллограмме изменения параметров процесса выбега (рис. 5) приведены также: линия 3 — перемещение рычага регулятора топливного насоса высокого давления; 4 — ток на обмотках ПЭМК управления топливоподачей; 5 — сигнал включения моторного тормоза.

Углубленный анализ результатов экспериментального исследования

Анализ результатов полученных на различных этапах экспериментальных исследований, проведенный в работе [5], основан на определении общего времени торможения двигателем с максимальных оборотов (2750 об/мин) до оборотов холостого хода (560 об/мин). Было установлено, что без включения моторного тормоза составляет $t_{\text{торм}} = 13,1$ с, с включением моторного тормоза —

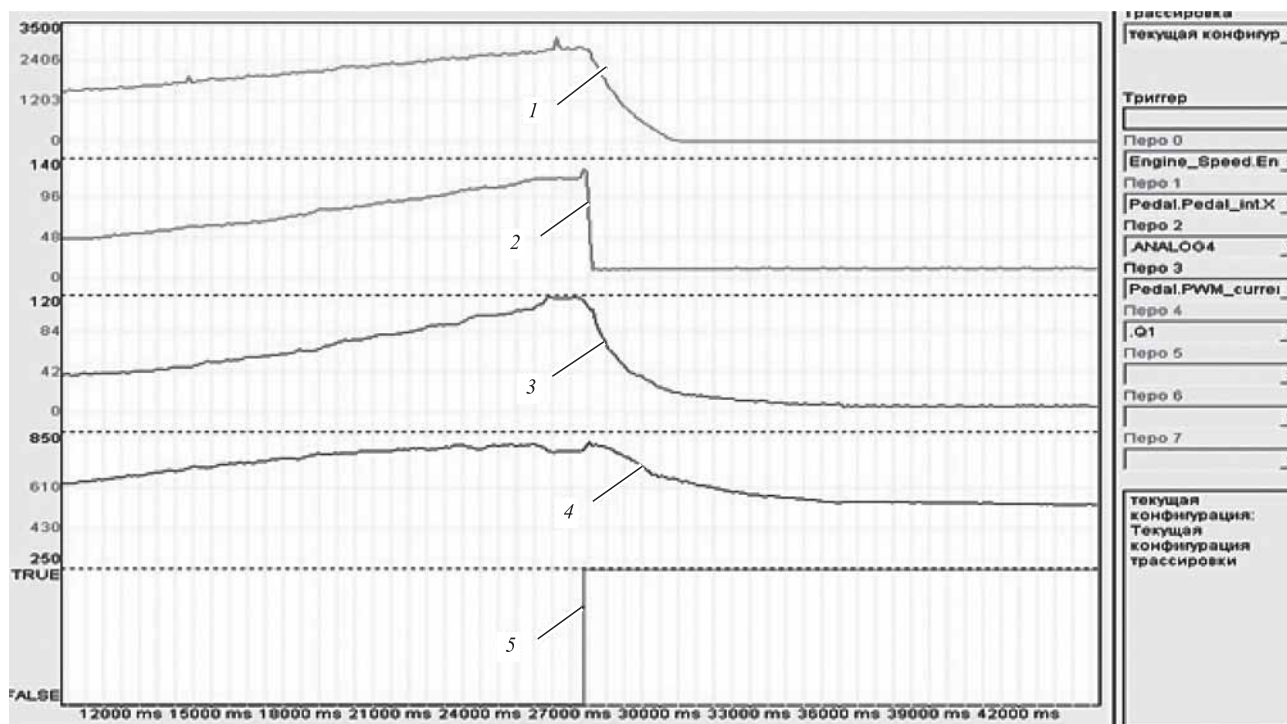


Рис. 5. Осциллограмма изменения параметров при торможении двигателем с включением моторного тормоза:
 1 — частота вращения коленчатого вала двигателя; 2 — перемещение педали акселератора; 3 — перемещение рычага регулятора ТНВД; 4 — ток на обмотках ПЭМК управления топливоподачей; 5 — сигнал включения моторного тормоза

$t_{\text{торм}} = 2,15$ с. Путем деления первого результата на второй было получено, что интенсивность снижения угловой скорости коленчатого вала при включении моторного тормоза увеличивается в 6,1 раза по сравнению с торможением двигателем без моторного тормоза и составляет $106,67 \text{ рад/с}^2$. Однако при этом тормозной момент не определялся, что не позволяет сделать правильный вывод об эффективности данного моторного тормоза.

Кроме того, представленный анализ не позволяет выявить недостатки моторного тормоза с электронным управлением и определить пути его совершенствования.

В связи с этим авторами статьи был проведен углубленный анализ результатов экспериментального исследования, содержащий несколько этапов.

На первом этапе для наглядного сравнения результатов, проведенных в работе [5] трех экспериментов (рис. 3, 4 и 5), было выполнено совмещение осциллограмм изменения частоты вращения коленчатого вала, которые были получены на различных этапах экспериментальных исследований (рис. 6).

Совмещение линий плавного разгона ДВС и последующего торможения без моторного тормоза (линия 1) и с моторным тормозом

(линия 2) осуществлялось по верхней точке перегиба. Совмещение линии 2 с линией 3 — разгона двигателя при резком нажатии на педаль акселератора (рис. 3) осуществлялось по нижней точке перегиба, при этом направление времени было противоположное (показано стрелками). Совмещение осциллограмм наглядно показало, что время разгона ДВС при резком нажатии на педаль акселератора и время его торможения до оборотов холостого хода вращения равны, хотя линии изменения частоты вращения не совпадают. Это означает, что кинетическая энергия деталей двигателя, приобретенная при разгоне, гасится моторным тормозом с разными законами изменения действующего момента. Момент инерции двигателя КАМАЗ-740 был взят из работы [7].

Используя экспериментальные данные, представленные на рис. 6, были получены зависимости $n(t)$ в аналитическом виде. Для удобства описания и последующего использования в работе функцию числа оборотов коленчатого вала в минуту $n(t)$ заменили на его угловую скорость $\omega(t)$:

для торможения двигателем без включения моторного тормоза

$$\omega = 12,703 + 275,13/(0,381t + 1); \quad (1)$$

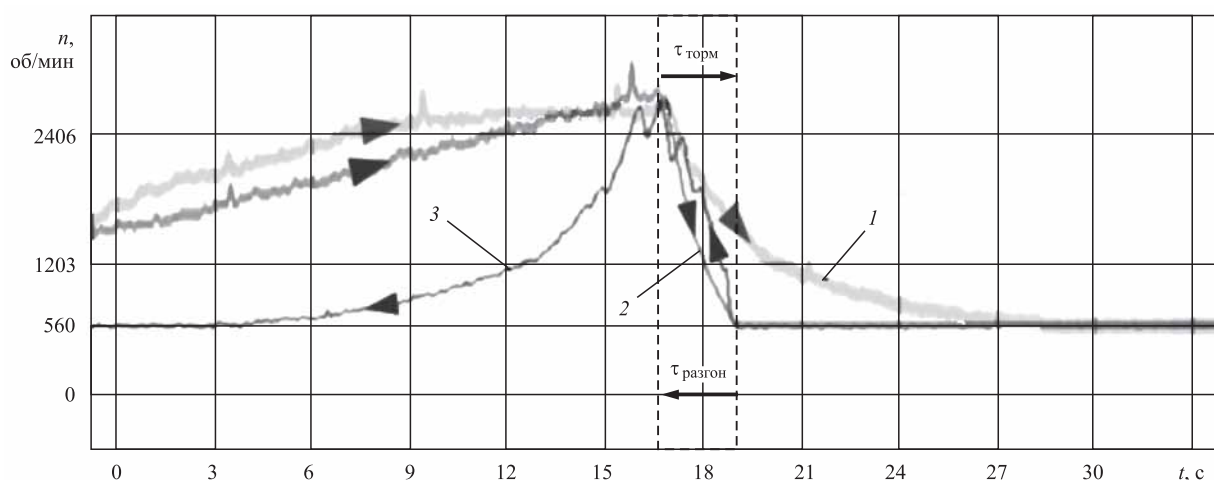


Рис. 6. Совмещенные осциллограммы, полученные на различных этапах экспериментальных исследований:

1 — частота вращения коленчатого вала двигателя без включения моторного тормоза (2-й этап); 2 — частота вращения коленчатого вала двигателя с включением моторного тормоза (3-й этап) (при снижении частоты вращения коленчатого вала до частоты холостого хода); 3 — частота вращения коленчатого вала двигателя без включения моторного тормоза в процессе разгона ДВС (1-й этап) (направление времени противоположное)

для торможения двигателем с включением моторного тормоза

$$\omega = -269,718 + 557,552/(0,395t + 1). \quad (2)$$

На рис. 7 на теоретические кривые $\omega(t)$ нанесены экспериментальные точки.

На основе функциональных зависимостей (1) и (2) (см. рис. 7) были определены зависимости тормозного момента $M_{т.д}$ дизельного двигателя КАМАЗ-740 от времени t при торможении двигателем (рис. 8):

без включения моторного тормоза

$$M_{т.д} = 241,096/(0,381t + 1)^2; \quad (3)$$

с включением моторного тормоза

$$M_{т.д} = 506,536/(0,395t + 1)^2. \quad (4)$$

Анализ рис. 8 показывает, что начальный тормозной момент при торможении двигателем без включения моторного тормоза (линия 1) только в 2 раза ниже начального тормозного момента при торможении двигателем с включением моторного тормоза. Таким образом, проведенный углубленный анализ показал, что торможение двигателем с моторным тормозом не в 6 раз эффективнее торможения двигателем без моторного тормоза, что вытекало из анализа, сделанного в работе [5], а только в 2 раза.

Кроме того, тормозной момент при торможении двигателем как без включения моторного тормоза, так и с его включением быстро уменьшается

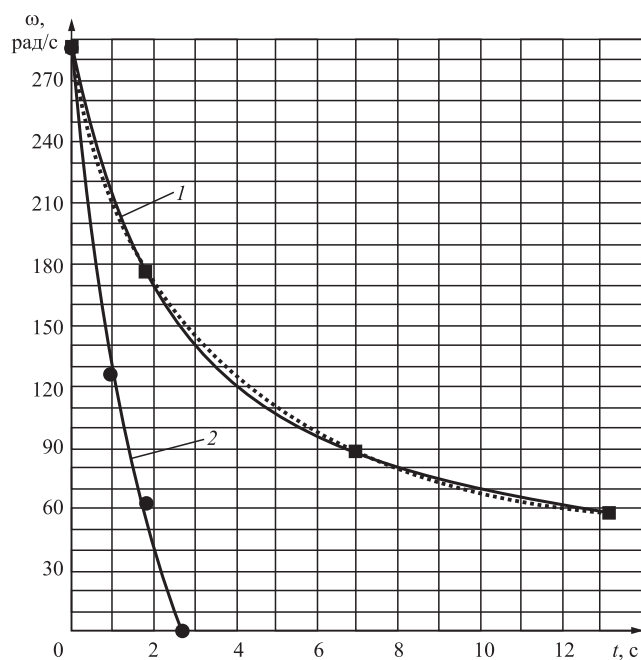


Рис. 7. Теоретические зависимости угловой скорости ω коленчатого вала дизельного двигателя КАМАЗ-740 от времени t при торможении двигателем с нанесенными на них экспериментальными точками:

1 — торможение без включения моторного тормоза; 2 — торможение с включением моторного тормоза

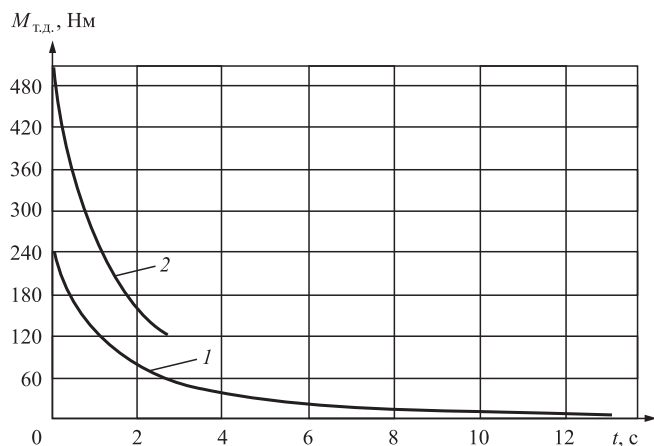


Рис. 8. Зависимости тормозного момента $M_{т.д.}$ дизельного двигателя КАМАЗ-740 от времени t при торможении двигателем:

1 — торможение без включения моторного тормоза; 2 — торможение с включением моторного тормоза

с течением времени в несколько раз, в результате чего почти пропорционально будет уменьшаться замедление автомобиля, что снижает эффективность применения торможения двигателем для служебных торможений. Преодолеть этот недостаток моторного тормоза можно за счет электронной системы управления.

Заключение

1. В последнее время разрабатываются системы с электронным управлением, проводятся научные исследования для их совершенствования, в частности, в статье автора Кусяк В. А. приведены результаты исследования динамики дизельного двигателя при электронном управлении моторным тормозом методом выбега. Однако анализ эффективности торможения проводился только по времени торможения, что не позволяет точно оценить эффективность торможения и предложить пути совершенствования моторного тормоза, поэтому был проведен углубленный анализ.

2. Экспериментальная система моторного тормоза двигателя КАМАЗ-740 с электронным управлением содержит: электронный блок управления двигателем (ЭБУ); ресивер рабочей тормозной системы; пневматический электромагнитный клапан (ПЭМК); кран вспомогательной тормозной системы; двухмагистральный клапан; моторный тормоз; пневматический цилиндр поворота заслонки моторного тормоза и пневматический цилиндр выключения подачи топлива в топливном насосе высокого давления (ТНВД).

3. Экспериментальные исследования были проведены методом выбега в 3 этапа:

1) выбег двигателя с отключенным моторным тормозом при резком полном выжимании, выдержки и резком сбросе педали газа без отключения подачи топлива;

2) выбег двигателя с выключенным моторным тормозом при постепенном полном выжимании педали газа и резком сбросе в исходное положение без отключения подачи топлива;

3) выбег двигателя с включенным моторным тормозом при постепенном полном выжимании педали газа и резком сбросе в исходное положение с отключением подачи топлива.

Отмечается, что интенсивность снижения угловой скорости коленчатого вала при включении моторного тормоза увеличивается в 6,1 раза по сравнению с торможением двигателем без моторного тормоза;

4) в результате углубленного анализа получены зависимости тормозного момента дизельного двигателя КАМАЗ-740 от времени торможения двигателем, анализ которых показал следующее:

— начальный тормозной момент при торможении двигателем с моторным тормозом только в 2 раза выше начального тормозного момента при торможении двигателем без моторного тормоза.

— тормозной момент при торможении двигателем как без включения моторного тормоза, так и с его включением быстро уменьшается с течением времени в несколько раз, что снижает эффективность его применения для служебных торможений, поэтому для совершенствования моторного тормоза необходимо стабилизировать его тормозной момент за счет электронной системы управления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Патент на ПМ RU 153247 Вспомогательная тормозная система автомобиля с электронным управлением / Савельев М. А., Родин С. В., Прокофьев Д. В., Стрелков Д. Н., Новиков С. В., Пашков В. А., Левченко А. В. Заявка 2014119639/06, 15.05.2014; опубл. 10.07.2015.
2. Патент на ПМ RU 153247 Вспомогательная тормозная система автомобиля с электронным управлением / Савельев М. А., Родин С. В., Прокофьев Д. В., Стрелков Д. Н., Новиков С. В., Пашков В. А., Левченко А. В. Заявка 2014119639/06, 15.05.2014; опубл. 10.07.2015.
3. Патент на 2033548. Компрессионный моторный замедлитель / Дьячихин А. В., Швец Э. А., Брось Т. В., Глушенко С. В. Заявка 4894715/06, 07.03.1991; опубл. 20.09.2002.

4. **Патент на 2189460.** Моторный тормоз для двигателя внутреннего сгорания со сжатием воздуха / Дитер Виттманн, Хериберт Кубис. Заявка 4894715/06, 07.03.1991; опубл. 20.04.1995.
5. **Кусяк В. А.** Исследование динамики дизельного двигателя при электронном управлении моторным тормозом // Изобретатель. — 2014. — № 9. — С. 45—48.
6. **Руководство** пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys V2.3. — ПК «Пролог», Copyright: 3S — Smart Software Solutions GmbH, 2008. — 452 с.
7. **Динамика** двигателей внутреннего сгорания: методические указания / сост. Ю. П. Макушев, И. И. Ширин. — Омск. Изд-во СибАДИ, 2006. — 48 с.
8. **Руктешель О. С.** Анализ и синтез систем автоматического управления переключением передач автотранспортных средств: дис. ... д-ра техн. наук: 05.05.03. О. С. Руктешель. — Минск, 1987. — 504 с.
9. **Устройство** и эксплуатация автомобиля КАМАЗ-4310 / В. В. Осыко, И. Я. Петриченко, Ю. А. Алленов и др. — М.: Патриот, 1991. — 351 с.
10. **Электронные** системы мобильных машин / И. Н. Шило, А. И. Бобровник, В. Г. Левков. — Минск: Беларус. гос. аграрный техн. ун-т, 2013. — 320 с.
11. **Электронная** педаль Глобал управления подачей топлива серии МТ [Электронный ресурс].
Режим доступа: http://kopa.ru/netcat_files/instr/MT_Series.pdf (дата доступа: 20.07.2012).
12. **Рябов И. М., Аль-Сумайдаи Ф. Р.** Оценка ресурсосбережения при использовании ДВС автомобиля в качестве тормоза-замедлителя при служебных торможениях // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. — 2019. — № 4 (21) — С. 33—37.
13. **Рябов И. М., Аль-Сумайдаи Ф. Р.** Особенности механических потерь в ДВС и их влияние на процесс торможения автомобиля двигателем // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. — 2019. — № 4 (29). — С. 37—43.
14. **Обоснование** целесообразности постоянного использования двигателя для служебных торможений автомобиля / И. М. Рябов, Аль-Сумайдаи Ф. Р., И. М. Титов, С. В. Данилов // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). — 2020. — № 3 (62). — С. 10—19.
15. **Исследование** влияния наноструктурирования поверхностей трибосопряжений на эксплуатационные характеристики двигателей / М. Ю. Карелина, С. М. Гайдар, А. В. Пыдрин // Грузовик. — 2015. — № 2. — С. 29—37.

ЛУКОЙЛ развивает сотрудничество с производителем автомобилей "Урал"

ООО "ЛЛК-Интернешнл" (100 %-ное дочернее предприятие ПАО "ЛУКОЙЛ") стало лидером по поставкам смазочных материалов в адрес одного из ведущих российских производителей коммерческой техники — автомобильного завода "Урал". В течение пяти лет взаимодействия партнеры выстроили долгосрочное сотрудничество в области применения высокотехнологичных продуктов ЛУКОЙЛа, которые продемонстрировали безупречное качество и надежность.

Сегодня масла и смазки ЛУКОЙЛ составляют около 95 % от всех смазочных материалов, используемых на предприятии партнера. Масла ЛУКОЙЛ применяются для всего модельного ряда автомобилей "Урал", в числе которых автомобили серии "Урал-М", "Урал-NEXT", "Урал-CNG" и др. Линейка автопредприятия представлена более чем 250 модификациями техники, которая отличается высокой проходимостью, мощностью и надежностью. В прошлом году, несмотря на сложную экономическую обстановку, компаниям удалось не только сохранить объемы поставок, но и увеличить их более чем на 15 % по сравнению с предыдущим периодом.

ЛУКОЙЛ осуществляет поставки смазочных материалов на конвейер автомобильного завода "Урал" с 2014 г. Ассортимент используемой продукции на предприятии партнера насчитывает более десятка различных высокоэффективных масел и смазок ЛУКОЙЛ, среди которых один из самых востребованных продуктов на рынке коммерческой техники — моторное масло LUKOIL AVANTGARDE ULTRA 10W-40. Это масло соответствует требованиям таких известных международных автопроизводителей, как Caterpillar, Mercedes-Benz, MAN, Renault и Volvo.

Пресс-служба ООО "ЛЛК-Интернешнл"

А. С. Вашурин, канд. техн. наук, доцент,
П. С. Мошков, Е. И. Торопов, e-mail: evgeny.toropov@nntu.ru,
Ю. П. Трусов, С. В. Степанов, НГТУ им. Р. Е. Алексеева, г. Нижний Новгород

ГНСС-ТЕХНОЛОГИИ В ИСПЫТАНИЯХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ADAS-СИСТЕМ

В статье рассмотрены современные технологии, используемые при испытаниях систем ADAS, принцип работы которых основан на применении систем глобальной навигации (ГНСС) и использовании дифференциальных поправок. Разработана принципиальная схема, в которой используется измерительное оборудование компании Racelogic. Работоспособность испытательной установки проверена при тестах автобуса на базе легкого коммерческого автомобиля ГАЗель Next при симулировании работы функции адаптивного круиз-контроля. В заключении представлены графики ряда измеренных параметров, характер изменения во времени которых подтверждает правильность функционирования измерительного оборудования.

Ключевые слова: ГНСС, ГЛОНАСС, GPS, ADAS, испытания, радиосвязь, RTK.

In this article modern technologies are reviewed, they are used in testing ADAS systems, the principle of which is based on the use of global navigation systems (GNSS) and the using of differential corrections. The specialists of the Nizhny Novgorod State Technical University n. a. R. E. Alekseev have developed a schematic diagram in which Racelogic measuring equipment is used. The performance of the testing system was verified during tests of a bus based on a light commercial vehicle GAZelle Next while simulating the operation of the adaptive cruise control function. In the conclusion, graphs of a number of measured parameters are presented, the nature of the change in time confirms the correct functioning of the measuring equipment.

Keywords: GNSS, Glonass, GPS, ADAS, testing, radiocommunication, RTK.

Ссылка для цитирования

Вашурин А. С., Мошков П. С., Торопов Е. И., Трусов Ю. П., Степанов С. В. ГНСС технологии в испытаниях автомобильных ADAS систем // Грузовик. — 2021. — № 6. — С. 16—22

Введение

В настоящее время в целях улучшения активной безопасности автомобилей, а также повышения конкурентной способности своей продукции автопроизводители более активно разрабатывают и серийно внедряют электронные системы помощи водителю [1]. Наибольший интерес представляют функции, снижающие риск или последствия дорожно-транспортных происшествий. Это связано с тем, что одной из основных причин возникновения ДТП является человеческий фактор (невнимательность, усталость, отсутствие достаточного опыта). Список подобных систем значительный, перечислим некоторые из них:

1) адаптивный круиз-контроль, позволяющий в автоматическом режиме соблюдать дистанцию до впереди идущего транспортного средства;

2) система экстренного торможения — в случае возникновения препятствия на пути автомати-

чески задействует тормозную систему до полной остановки автомобиля;

3) ассистент удержания в полосе — оповещает о выходе транспортного средства из занимаемой полосы движения и в случае необходимости корректирует его курс;

4) помощник при парковке — предназначен для автоматизации процесса парковки [2];

5) мониторинг "слепых" зон — предупреждает водителя о риске столкновения с транспортным средством, находящимся в непросматриваемой в боковые зеркала зоне.

Активное внедрение данных систем позволит улучшить ситуацию как на городских дорогах, характеризующихся плотным трафиком, так и на магистралях с высокими скоростями движения.

На первый взгляд может показаться, что электронные "помощники" необходимы только автомобилям легкового сегмента, но это заблуждение, так как управление коммерческим транспортом

связано с определенными трудностями (значительные габариты, большие "мертвые зоны", риск возникновения усталости и т. п.). Таким образом, автоматизация управления транспортным средством позволит значительно облегчить труд водителя, что, в свою очередь, скажется на эффективности грузопассажирских перевозок (улучшение временных и финансовых затрат) [2].

Стоит отметить, что к серийному выпуску автомобилей, оборудованных системами помощи водителю, производителей подталкивают не только условия рынка, но и принимаемые на государственном уровне законодательные акты, регламентирующие их использование с целью повышения активной безопасности.

Цель исследования

На российском рынке основную долю в сегменте легких коммерческих автомобилей занимает продукция автозавода ГАЗ, а именно семейство модельного ряда ГАЗель Next: бортовой, цельнометаллический фургон, автобусы. В целях улучшения потребительских качеств и параметров активной безопасности отечественной продукции планируется ее серийное оснащение системами помощи водителю. Прототип транспортного средства ГАЗель NN, оборудованного 30 системами ADAS, был представлен на выставке Comtrans 2019 [3].

Таким образом, учитывая всю перспективность разработки и серийного производства коммерческих автомобилей с электронными помощниками, между Нижегородским государственным техническим университетом и Горьковским автомобильным заводом при поддержке Министерства образования и науки РФ был заключен договор — "Создание высокотехнологичного производства модельного ряда автомобилей ГАЗель Next с новой электронной архитектурой электронных систем", конечной целью которого является серийное производство легкого коммерческого транспорта, оборудованного ADAS-функциями.

Важным этапом при разработке различных систем является проверка их работоспособности и соответствия выполнения техническим требованиям в условиях, приближенных к эксплуатационным, т. е. при проведении дорожных испытаний. Также современные отечественные и международные стандарты предусматривают сертификацию автомобильных электронных систем помощи водителю только по результатам натуральных тестов. В связи с этим перед специалистами

НГТУ была поставлена задача по разработке, апробации и верификации методологии натуральных испытаний автомобилей, оборудованных ADAS-системами. Это достаточно объемная работа, включающая в себя несколько этапов:

1. Разработка программы методики испытаний — инженерами НГТУ был проанализирован мировой и отечественный опыт [4–7], произведено их обобщение, по результатам которых была составлена комплексная документация по проведению тестов.

2. Разработка и реализация на объекте испытательной установки — составляется перечень измеряемых динамических параметров автомобиля, необходимых для оценки эффективности работы системы, с последующим подбором оборудования и проектирования системы синхронизированной записи данных.

3. Проверка работоспособности измерительной установки с последующим проведением испытаний.

В данной статье будет рассмотрен опыт специалистов НГТУ в осуществлении 2 и 3 этапов, представляющих немалый интерес с точки зрения мировых технологий в области тестирования автомобильных ADAS-систем, так как применяемые ранее классические методы измерения ("пятое колесо" или оптические датчики измерения скорости, лазерные дальнометры и т. п.) не позволяют с должной точностью и частотой производить синхронные измерения и запись динамических параметров движения одновременно нескольких транспортных средств (в тестах могут принимать участие от 1 до 4 автомобилей в зависимости от типа и функций испытываемой системы), таких как: относительные расстояния, скорости, ускорения, расположения между объектами, а также точное местоположение их в пространстве [5].

Разработка измерительной установки

Как было упомянуто выше, сложность измерений при испытаниях систем электронной помощи водителю заключается в невозможности получения точных данных "классическими" автомобильными испытательными технологиями.

Учитывая нарастающий спрос со стороны автомобильных концернов, производители измерительных технологий нашли выход из сложившейся ситуации — использовать систему глобальной спутниковой навигации. ГНСС-технологии известны давно и используются уже не первое десятилетие в гражданской отрасли. Стоит отметить, что для погрешности менее 20 м

необходима видимость 4 и более спутников [8], но даже при этих условиях точность будет недостаточной и плавающей. Это объясняется фазовыми неоднозначностями, вызванными атмосферными явлениями, но технологии идут по пути совершенствования: увеличилось количество навигационных систем (GPS/Glonass/Galileo/Beidou), уточняются математические методы обработки информации, добавляются гироскопические модули, а также создание на поверхности земли сети референтных базовых станций.

На начальных этапах технология уточнения ГНСС разрабатывалась и использовалась для морской навигации. Первая постоянно действующая сеть базовых станций монтировалась вдоль береговой линии и производила передачу поправок для дифференциальной коррекции (DGPS), что позволило поднять точность получения координат до 1 м. В настоящее время используется технология "Real-time-kinematics" (RTK), позволяющая решать фазовые неоднозначности в режиме реального времени, таким образом достигнуть сантиметровой точности (в пределах 2 см) [9]. Данный режим является наиболее удобным и подходящим для динамических испытаний транспортных средств. Среди недостатков можно отметить:

- необходимость телеметрической передачи данных;

- программное обеспечение ГНСС-приемника должно обеспечивать расчет сложных и ресурсоемких математических алгоритмов обработки данных [10];

- затрудненность получения точных данных в условиях ограниченной видимости небесного пространства (городские условия или просто здания и деревья рядом с испытательным треком).

Изначально ГНСС-оборудование с поддержкой RTK-режима использовалось только в геодезии и картографии, так как в других сферах гражданской отрасли не было необходимости в таких точностях геолокации, но динамически развивающиеся электронные системы помощи водителю вынудили разработчиков измерительного оборудования начать использовать данную технологию и для испытаний автомобилей. В настоящее время рынок ГНСС-ADAS оборудования весьма обширен (Racelogic, Dewesoft, Genesys и др.). Общий принцип работы данных систем представлен на рис. 1. RTK-базовая станция при помощи математических методов определяет свое точное положение и исходя из него вычисляет дифференциальную поправку, которая передается при помощи телеметрии на подвижные ГНСС-приемники (роверы),

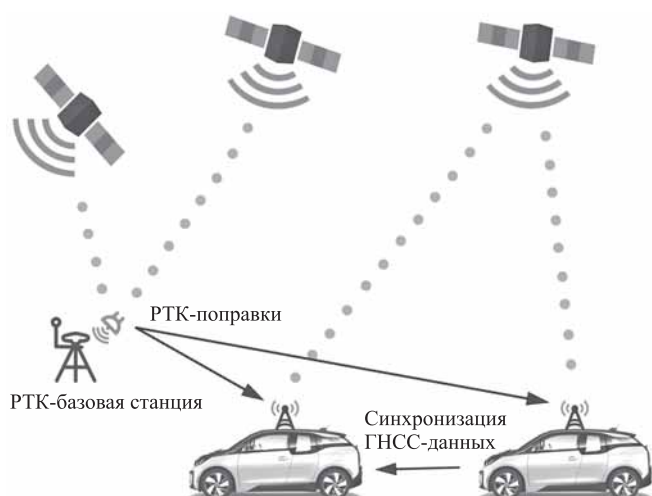


Рис. 1. Общий принцип работы ГНСС-системы при ADAS-тестах

установленные в кабине испытуемых транспортных средств. Для реализации измерения ADAS-параметров (относительные расстояния, скорости, ускорения и т. п.) мало знать точные местоположения каждого из объектов, необходимо производить относительные вычисления, в связи с этим объекты испытаний оборудуются дополнительной телеметрией для обмена информацией между роверами, что позволяет получать высокоточную синхронизированную информацию о параметрах функционирования систем.

Помимо технологии уточнения ГНСС-данных немалый интерес представляют способы телеметрического обмена информацией (дифференциальная база — ровер и ровер-ровер). Наиболее популярный метод — это использование радиосигнала. Преимущества данного способа — это стабильная связь, к недостаткам относится ограничение максимальной мощности РЭС по нелицензируемому использованию радиочастот. В Российской Федерации на УКВ-волнах (400...450 МГц) допускается использовать радиомодем не более 10 мВт, на высоких частотах (2,4 ГГц) — 100 мВт с высотой подвеса передающей антенны не более 10 м. Стоит отметить, что для решения некоторых задач будет достаточно подобных радиомодемов, так как в зоне прямой видимости обеспечивается покрытие зоны радиусом 400 м. В случае превышения установленных значений необходимо проходить государственную процедуру по регистрации радиоэлектронного источника (РЭС), что по времени может затянуться на несколько месяцев, и в конечном итоге пользователь получает жесткую привязку к местности по установке приемопередающей антенны.

Второй способ передачи дифференциальных поправок — использование сигнала мобильной сотовой связи по каналу GPRS или CSD. В отличие от первого абоненту нет необходимости проходить сложную процедуру получения лицензии, но необходим стабильный сигнал от вышки связи, что бывает затруднительно в загородных условиях, где в основном расположены полигоны по испытаниям автомобильной техники.

Третий способ — использование NTRIP-сервиса. Преимущество состоит в том, что пользователю нет необходимости покупать собственную RTK-базовую станцию, поправки передаются через сеть Интернет от платного сервиса. Недостатки: так же, как и во втором, зависимость от качества сигнала сотовой связи, оплата услуг пользования данным ресурсом и покупка дорогостоящего модема, поддерживающего работу NTRIP [8, 9].

Изучив информацию о существующих системах ГНСС-измерения параметров ADAS, был сделан выбор в пользу комплекта ADAS компании Racelogic Ltd (Великобритания). Принципиальная схема измерительной установки с использованием компонентов Racelogic и их информационное взаимодействие представлены на рис. 2.

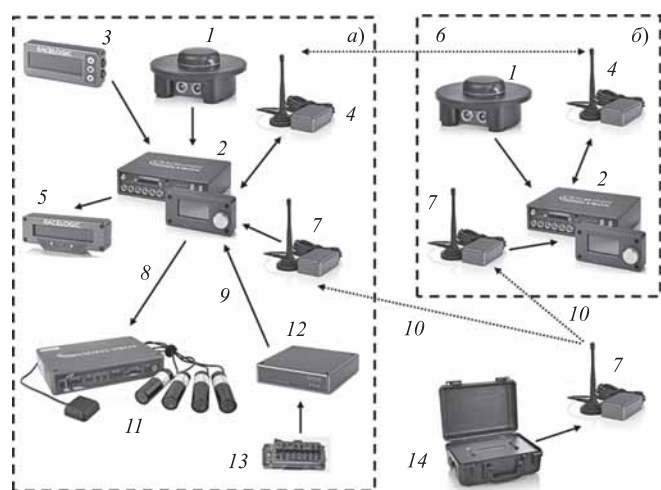


Рис. 2. Принципиальная схема измерительной установки и схема информационного взаимодействия между компонентами:

а — часть оборудования, устанавливаемая на ADAS-автомобиль; *б* — оборудование, устанавливаемое на вспомогательное транспортное средство; 1 — GPS/Glonass-антенна, совмещенная с гироскопической системой IMU04; 2 — ГНСС-прибор Racelogic Vbox 3i 100 Hz RTK; 3 — монитор измеряемой скорости движения; 4 — ADAS-телеметрия; 5 — многофункциональный дисплей; 6, 10 — радиосигналы на частоте 2,4 ГГц; 7 — RTK-телеметрия; 8 — пользовательская CAN-шина; 9 — Racelogic CAN-шина; 11 — Racelogic Video Vbox Pro; 12 — модуль CAN02; 13 — OBD-колодка; 14 — Racelogic GPS/Glonass RTK-базовая станция

Перечислим основные измерительные устройства и их функциональное предназначение:

- высокоточный ГНСС-прибор Vbox 3i 100 Hz RTK (рис. 2, поз. 2). Выполняет головную вычислительную функцию и используется как система сбора данных. Прибор должен быть установлен на каждое транспортное средство, участвующее в испытаниях. Возможно подключение к бортовой CAN-шине транспортного средства в целях записи данных из нее, что актуально при тестировании электронных систем помощи водителю. Данное оборудование принимает сигналы от ГНСС-спутников при помощи специализированной GPS/Glonass-антенны (рис. 2, поз. 1), устанавливаемой на крыше транспортного средства, в сборку с ней монтируется гироскопическая система IMU04, позволяющая производить измерение ускорений и скоростей вращения во всех трех осях координат, а также применять фильтр Кальмана, что обеспечивает непрерывность данных даже при отсутствии ГНСС-сигнала, а также возможность определения углов крена, тангажа и рыскания автомобиля [8].

- радиомодемы телеметрической радиосвязи: передача ADAS-данных (рис. 2, поз. 4) и RTK-поправок (поз. 7). Радиосигналы (поз. 6 и 10) передаются на частоте 2,4 ГГц. Стоит отметить, максимальная мощность радиомодемов не превышает 60 мВт, что допустимо для нелегализованного использования на данной частоте, таким образом, радиосеть может быть развернута в любом месте;

- дисплеи (рис. 2, поз. 3 и 5) предназначены для отображения измеряемых параметров в реальном времени для удобства водителя-испытателя и оператора установки;

- устройство CAN02 (рис. 2, поз. 12) подключается к OBD-колодке (рис. 2, поз. 13) в целях фиксации данных из бортовой CAN-шины автомобиля, связь с системой сбора данных осуществляется по проводному интерфейсу Racelogic-CAN (рис. 2, поз. 9).

- RTK-поправки вычисляются Racelogic DGPS-базой станцией (рис. 2, поз. 14) и передаются на подвижные роверы при помощи радиотелеметрии (рис. 2, поз. 7). Возможна конфигурация формата RTK-поправок: CMR, RTCM v.2, RTCM v.3 или Racelogic, а также скорости их передачи, что необходимо в случае сопряжения с оборудованием стороннего производителя;

- устройство Racelogic Video Vbox Pro (рис. 2, поз. 11) позволяет в режиме реального времени производить видеофиксацию одновременно с четырех камер 720p, а также накладывать на ви-

деоряд измеряемые параметры, что может быть полезно в постобработке результатов испытаний и для аналитической оценки ошибок срабатывания системы разработчиками. Синхронизируется с основной системой сбора данных посредством пользовательской CAN-шины (рис. 2, поз. 8).

Представленная измерительная установка удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым программой-методикой по проведению ADAS-испытаний. Следующий этап — это ее реализация на объекте испытаний и проверка работоспособности.

Подготовка и проведение отладочных работ измерительной установки

Установка, настройка и проверка измерительной установки производилась на полигоне "Березовая пойма" при содействии сотрудников "Объединенного инженерного центра". Объектом испытаний

был выбран автобус на базе цельнометаллического фургона ГАЗель Next, в качестве вспомогательного транспортного средства ("цель") использовался Соболь Бизнес (рис. 3, а). Установка измерительного оборудования представлена на рис. 3, б—г.

Для проверки работоспособности измерительной установки симулировалось тестирование работы функции адаптивного круиз-контроля: целевое транспортное средство (Соболь Бизнес) производило разгон-торможение, а объект копировал динамику движения, соблюдая дистанцию между объектами. ГНСС-прибор Racelogic Vbox 3i производил фиксацию следующих параметров: скорости обоих автомобилей, кратчайшее расстояние между ними, скорость сближения, ускорения, поперечное и продольное смещение и многие другие, характеризующие относительные движения автомобилей, необходимые для оценки работы функций. Также производилась запись ряда параметров из бортовой CAN-шины автомобиля.

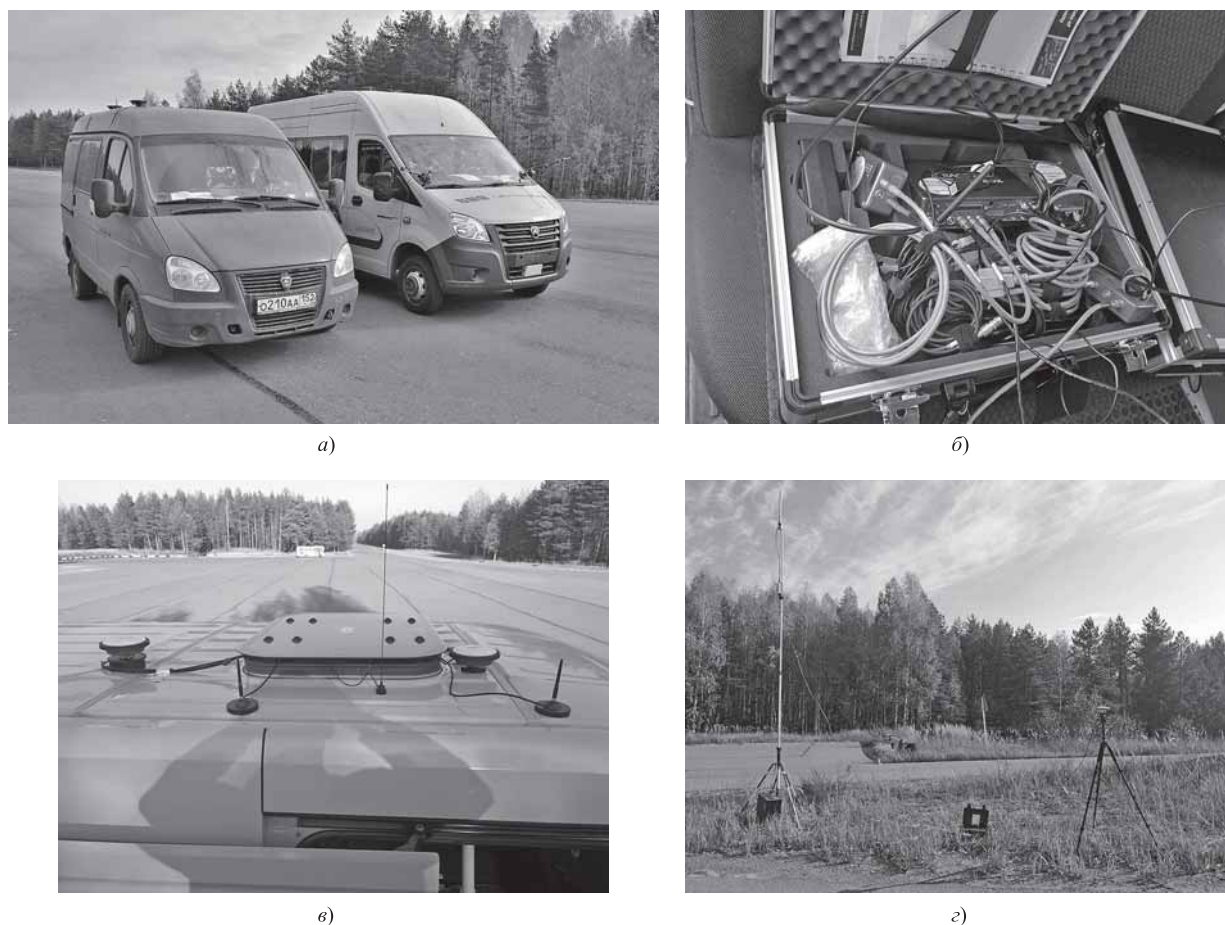


Рис. 3. Объекты испытаний и установка измерительного оборудования:

а — основное и вспомогательное ТС; б — ГНСС-прибор Racelogic Vbox 3i и радиомодемы телеметрии; в — установка GPS/Glonass и радиоантенн на крыше автомобиля; г — Racelogic DGPS — базовая станция с системой телеметрии

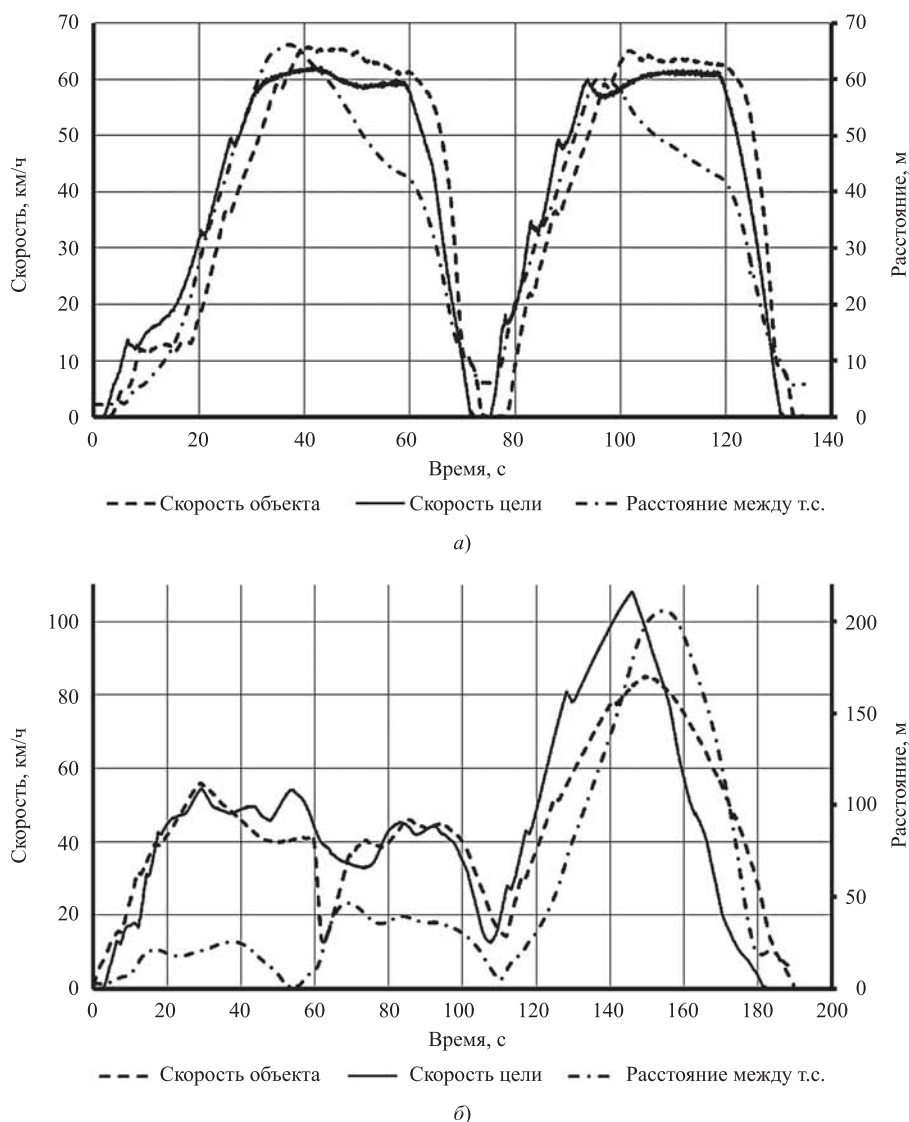


Рис. 4. Графики изменения скоростей движения автомобилей и кратчайшего расстояния между ними

На рис.4, а и б представлены примеры графиков измеренных данных (изменения во времени скорости движения автомобилей и расстояния между ними). Как видно, измерительная установка успешно производит фиксацию динамических параметров, вычисляемых на основе ГНСС-данных и применяемых к ним дифференциальных RTK-поправок по оценке функционирования ADAS-систем.

Заключение

Инженерами НГТУ была разработана установка по измерению и фиксации параметров необходимых при оценке работы электронных систем по-

мощи водителю. Апробация и верификация ее работоспособности проведена при испытаниях, моделирующих работу адаптивного круиз-контроля.

Стоит отметить, что данное оборудование удовлетворяет многим отечественным и международным стандартам. В следующем этапе планируется ее применение при испытаниях систем помощи водителю, разработанных специалистами НГТУ: контроль и удержание в полосе движения, мониторинг "слепых" зон и помощник при парковке — что позволит на первых прототипах выявить недочеты в работе математических алгоритмов, а также проверить и подтвердить соответствие техническому заданию.

Исследования были выполнены при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках проекта по договору № 02.G25.31.0270 от 29.05.2017 г. (постановление Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 218) с использованием измерительной аппаратуры Центра коллективного пользования НГТУ "Транспортные системы".

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Ляхов С. В.** Определение параметров динамики движения автомобиля при испытательных маневрах экспериментально-расчетным путем // Механика машин, механизмов и материалов. — 2014. — № 3. — С. 5—11.
2. **Шашкина К. М., Порубов Д. М., Пинчин А. В., Тумасов А. В.** Разработка электронного блока рулевого управления для интеграции с системами помощи водителю коммерческого транспорта // Наука и бизнес: пути развития. — 2019. — № 8. — С. 15—22.
3. **Автомобильный завод "ГАЗ":** официальный сайт. — Нижний Новгород. URL: <https://gaz-agas.ru/about-company/news/gorkovskii-avtomobilnii-zavod-predstavlyaet-legkii-kommercheskii-avtomobil-novogo-pokoleniya-gazel-nn/> (дата обращения: 25.03.2021).
4. **Иванов А. М., Кристальный С. Р., Попов Н. В., Топорков М. А., Исакова М. И.** Новые методы испытаний систем автоматического экстренного торможения и опыт их применения // Труды НГТУ. — 2018. — № 2. — С. 146—155.
5. **Иванов А. М., Кристальный С. Р., Попов Н. В., Шадрин С. С.** Интеллектуальные системы помощи водителю. Технические требования и методы испытаний: учеб. пособие. — М.: МАДИ, 2019. — 100 с.
6. **Ендачев Д. В., Бахмутов С. В., Евграфов В. В., Мезенцев Н. П.** Электронные системы интеллектуальных транспортных средств // Механика машин, механизмов и материалов — 2020. — № 4. — С. 5—10. DOI: <https://doi.org/10.46864/1995-0470-2020-4-53-5-10>.
7. **Meloche E., Charlebois D., Anctil B., Pierre G., Saleh A.** Adas testing in Canada: could partial automation make our roads safer? // Materials of 26-th International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV). 10—13 June 2019. Eindhoven, Netherlands.
8. **Ибраев А. С.** Система навигации транспортного средства на основе интегрированной инс/снс/одометрии // Технические науки — от теории к практике. — 2017. — № 5. — С. 31—43.
9. **Евстафьев О. В.** Наземная инфраструктура ГНСС для точного позиционирования — М.: ООО "Издательство "Перспектив", 2009. — 48 с.
10. **Куприянов А. О., Климовский А. М.** Экспериментальная оценка эффективности применения режима кинематики в реальном времени для решения навигационно-геодезических задач // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. — 2012. — № 1. — С. 3—10.

"КАМАЗ" выпустил первую тысячу двигателей Р6

На заводе двигателей ПАО "КАМАЗ" собрана первая тысяча рядных шестицилиндровых двигателей КАМАЗ модели 910 ("Евро-5").

Проект "Разработка и организация производства семейства перспективных шестицилиндровых рядных двигателей рабочим объемом 12 л" (рабочее название "Тибет") был открыт на "КАМАЗе" в 2014 г. Серийное производство двигателей Р6 модели 910 для магистрального тягача КАМАЗ-54901 началось в середине 2019 г. В настоящее время завод двигателей производит шестицилиндровые силовые агрегаты мощностью 450 и 550 л. с. для магистральных, транспортных, полноприводных и тяжелых автомобилей КАМАЗ поколения К5.

Выпускаемые двигатели представлены как с механической, так и с автоматической КПП. На текущий момент разрабатываются различные модификации двигателя в зависимости от требований потребителя, рынков сбыта и требований нормативной документации.

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"

А. С. Денисов, д-р техн. наук, e-mail: denisov0307@yandex.ru, **Е. В. Феклин**, канд. техн. наук, Саратовский государственный технический университет имени Ю. А. Гагарина, г. Саратов

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ПАССАЖИРСКОГО ПАРКА МЕГАПОЛИСА

В статье рассматривается повышение эффективности использования городского автобусного транспорта путем сокращения средств, труда и времени на обеспечение его работоспособности. Определена специализация, выраженная в растущей концентрации производства, обладающая общностью в определенных масштабах. Связь состоит в росте концентрации производства, проявляясь в увеличении размеров предприятий. Это связано как с развитием внутренней кооперации, так и экономическими причинами. Доказано, что противоречие между естественным стремлением к экономическому доминированию как способу сохранения и приумножения преимуществ и препятствующими этому требованиями оптимальности разрешается путем объединения предприятий.

Ключевые слова: урбанизация, техническое обслуживание и ремонт, эффективность перевозок, городской автобусный транспорт, объединение.

The article is to improve the efficiency of urban bus transport by reducing the cost, labor and time to ensure its efficiency. The specialization is determined, expressed in the growing concentration of production, which have a commonality on a certain scale. The link is in the growth of production concentration, manifested in the increase in the size of enterprises. This is due to the development of internal cooperation, and for economic reasons. It is proved that the contradiction between the natural desire for economic dominance, as a way to preserve and increase the benefits, and the requirements of optimality that prevent this, is resolved by combining enterprises.

Keywords: urbanization, maintenance and repair, transportation efficiency, urban bus transport, association.

Ссылка для цитирования

Денисов А. С., Феклин Е. В. Совершенствование управления техническим состоянием пассажирского парка мегаполиса // Грузовик. — 2021. — № 6. — С. 23—27

Введение

Проблемы урбанизации во многом определяются и транспортными проблемами. Большие города часто называют мегаполисами. Существует несколько определений мегаполиса. По определению ООН к мегаполисам относятся городские агломерации с населением свыше 8 млн чел. По другим определениям основным признаком мегаполиса является наличие нескольких городских агломераций с общим населением около миллиона человек. В данной работе используется второе определение мегаполиса. То есть это крупный город, как правило, областной центр.

Доля городского населения на планете постоянно растет и сейчас составляет в России 73,9 %, в Германии 78,1 %, в США 81,4 %.

Проблемы городского пассажирского автомобильного транспорта:

- сильная изношенность и недостаточные темпы обновления подвижного состава;
- структура парка по вместимости далека от оптимальной;
- соотношение видов транспорта по принадлежности (личный и общественный);
- соотношение видов транспорта по энергетическому принципу (органическое топливо, электрический привод);
- тарифная политика;
- транспортная сеть и маршрутизация;
- экологические факторы.

Проблемы недостаточной надежности автобусов привели к расширению спроса на услуги централизованных специализированных производств

ЭКСПЛУАТАЦИЯ. РЕМОНТ

(ЦСП) как предприятий, способных с минимальными затратами обеспечить необходимый уровень качества технических воздействий, а также повысить безопасность дорожного движения. При этом проявляются преимущества специализации и кооперации мелких производств.

Специализация производства с давних пор служила прогрессу человечества. На первых порах существования человеческого общества специализация была во многом обусловлена различием условий жизни и различиями в способности людей. Затем специализация приобрела многообразные формы и масштабы, включая и межгосударственную.

Специализация производства является формой проявления общественного разделения труда и имеет целью создание условий для интенсивного роста производительности труда за счет внедрения высокопроизводительного оборудования и передовой технологии. Применительно к автомобильному транспорту специализация — это ориентация производства на выполнение определенного вида ограниченной номенклатуры работ по ТО и ремонту подвижного состава, агрегатов, систем, позволяющая эффективно применять прогрессивные технологические процессы, производительное оборудование, квалифицированный персонал.

Постановка задачи

Проблемная ситуация состоит в следующем: поток заявок на ТО и Р определяется показателями перевозок пассажиров, затем он исполняется производственно-технической базой (ПТБ) и персоналом исполнителей (к сожалению, не полностью (на 45...50 %) и с невысоким качеством). В то же время оборудование и персонал исполнителей заявок на техническое обслуживание и ремонт загружены лишь на 50...60 %. В результате, значительное снижение эффективности перевозок. Основная причина этого — отсутствие управления потоком и на стадии формирования, и на стадии исполнения.

Для решения этой проблемной ситуации сформулирована цель — повышение эффективности использования городского автобусного транспорта путем сокращения средств, труда и времени на обеспечение его работоспособности.

Оснащенность ПТБ недостаточна (см. таблицу): относительная доля стоимости ПТБ в стоимости основных производственных фондов 33 % от нормы, доля стоимости технологического оборудования в стоимости ПТБ 37 % от нормы. Это в настоящее время обуславливает большие (до 45 %) потери рабочего времени персоналом; полнота выполнения технологических операций при ТО не превышает 55 %. Надежность выполнения операций ТО, оцениваемая безошибочностью, составляет для ТО не более 45 %. Все это свидетельствует о необходимости использования рациональных форм централизации, специализации и кооперации производства ТО и Р.

Централизованные специализированные производства (ЦСП) — это предприятия, специализированные (предметно, поддетально или технологически) по определенным видам работ технического обслуживания и ремонта автомобилей, а также ремонта и восстановления агрегатов, узлов и деталей автомобилей. Слово централизовать имеет два значения: сосредоточить что-нибудь в одном центре; подчинить одному центру. В нашем случае используется первое значение этого слова. При этом подразумевается сосредоточение (концентрация) определенных видов работ в одном месте (центре).

При этом целесообразно использовать идею и принципы узлового аэропорта (хаб). В этом случае система схематично представляется в виде колеса со спицами и втулкой (рис. 1). Втулка — это узловой пункт, а спицы — это связи с конкретными потребителями материальных и трудовых ресурсов. С позиции теории систем узловой пункт (хаб) представляет собой сложную динамическую стохастическую систему, в которую поступают существенно нестационарные потоки сервисных заявок.

Оснащенность пассажирских предприятий ПТБ (на примере Саратовской области)

Показатель оснащенности	Нормативное значение, %	Фактическое значение, %	
		в 1980—1990-х гг.	в настоящее время
Удельный вес стоимости ПТБ в общей стоимости производственных фондов	55...60	43	19
Доля стоимости технологического оборудования в стоимости ПТБ	13...15	11,5	5,5

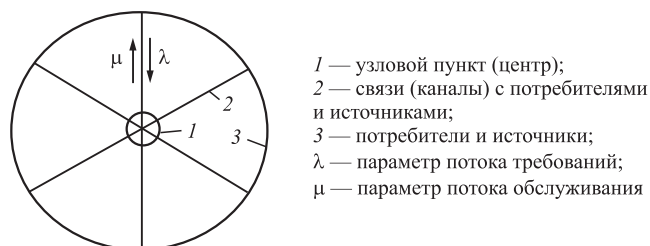


Рис. 1. Использование принципа "хаб" при централизации

За счет использования принципов централизации и специализации ЦСП имеют возможность повысить качество выполнения заявок, а следовательно, и свою конкурентоспособность, которая определяется уровнем профилактики (рис. 2).

Качество продукции (услуг) — совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Уровень качества продукции определяется сопоставлением показателей качества сравниваемой продукции с эталонными (стандартными) при планировании, учете, контроле и анализе степени удовлетворения конкретных потребностей.

Потребности — нужда или недостаток в чем-либо, необходимом для поддержания жизнедеятельности организма, человеческой личности, социальной группы, общества в целом; внутренний побудитель активности. Для того чтобы потребности стали спросом (экономическая категория) необходима платежеспособность потребителя.

В настоящее время большие (до 45 %) потери рабочего времени персоналом; полнота выполнения технологических операций при ТО не превышает 55 %. Надежность выполнения операций ТО, оцениваемая безошибочностью, составляет для ТО не более 45 %. Качество выполнения тех-

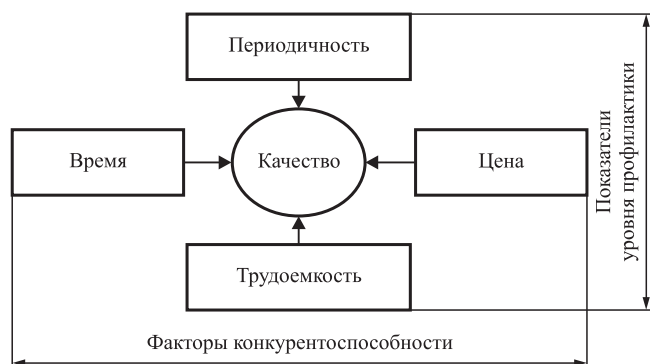


Рис. 2. Влияние показателей уровня профилактики на факторы конкурентоспособности и качество

нологических операций зависит от ряда факторов: мощности системы ТО и Р; квалификации персонала; обеспеченности системы контрольным и технологическим оборудованием и некоторых других.

Уровень профилактики должен оцениваться показателем, учитывающим соблюдение периодичности ТО (минимизация перепробега), полноту выполнения операций ТО и безошибочность их выполнения (соблюдения технологии). При уровне профилактики 100 % существенно снизятся затраты на ТР (устранение пропущенных отказов). Практика эксплуатации автомобилей показывает, что это снижение в среднем пятикратное.

Для повышения уровня профилактики необходимо увеличение затрат, которое связано с повышением эффективности системы по затухающей зависимости (производственная кривая [2]). Поэтому централизация, специализация производства должны иметь и техническое и экономическое ограничение (рис. 3).

Собранные статистические данные по пассажирским предприятиям и их подразделениям [3], приведенные на рис. 4, подтверждают эту закономерность.

Наиболее целесообразным принципом специализации ЦСП является технологический, предусматривающий деление всего объема ТР и Р на четыре группы:

- 1 — контрольно-диагностические и регулировочные работы;
- 2 — ТО-1;
- 3 — ТО-2 и сопутствующий ремонт;
- 4 — углубленный ТР, предупредительный и капитальный ремонт агрегатов и кузовов.

Специализация ЦСП может использовать и другие признаки (подетальная, поузловая, по моделям автомобилей). Наиболее целесообраз-

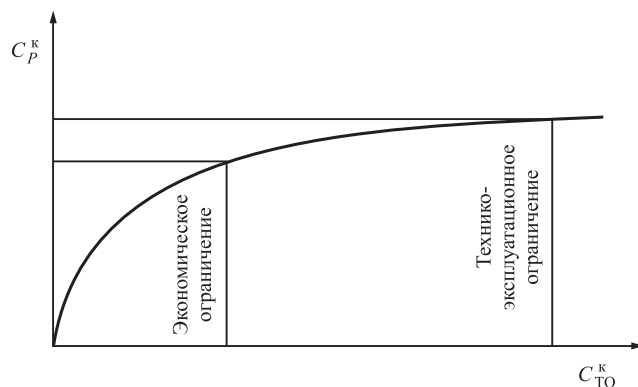


Рис. 3. Зависимость снижения затрат на текущий ремонт от затрат на повышение качества ТО

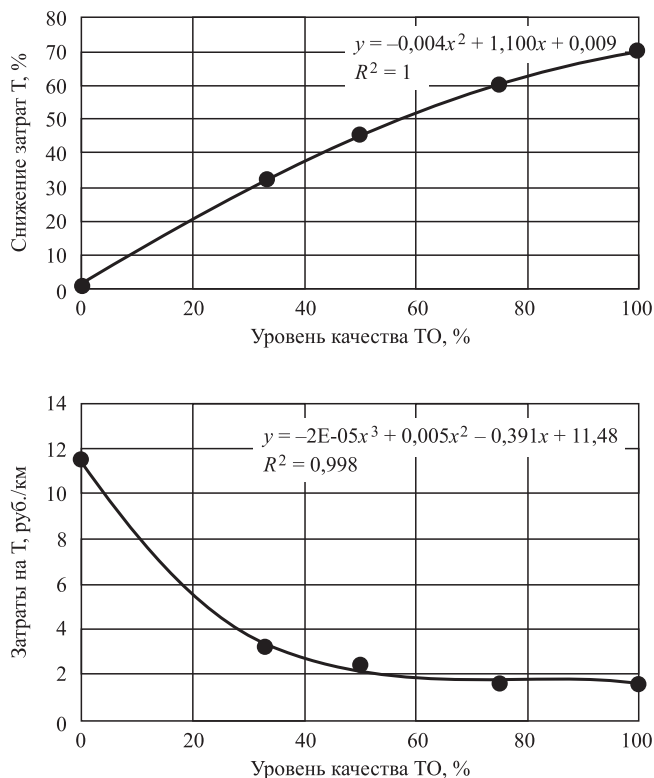


Рис. 4. Изменение затрат на текущий ремонт в зависимости от уровня качества ТО

но централизовать из этих групп работ наиболее трудоемкие, так как при этом сокращаются потери времени на ожидание ремонта, перегон автомобилей, транспортировку комплектующих и инструмента.

Используемая в настоящее время децентрализованная система управления производством ТО и Р не обеспечивает минимизации простоев автомобилей в ожидании ремонта, потерь времени занятости персонала и оборудования. При централизованной системе управления производства эти показатели минимизируются за счет использования информации центром управления производством централизованного специализированного предприятия (ЦУП ЦСП). При этом формируется единый поток заявок (рис. 5).

Минимизация потерь времени автобусов и персонала ЦСП достигается за счет использования положений теории расписаний с учетом приоритетов и ресурсных ограничений.

Специализация в свою очередь требует и способствует развитию кооперирования производства. Таким образом, можно наблюдать некую связь (рис. 6) между рассматриваемыми факторами.

Прямая связь между концентрацией и кооперированием производства, минуя специализацию,

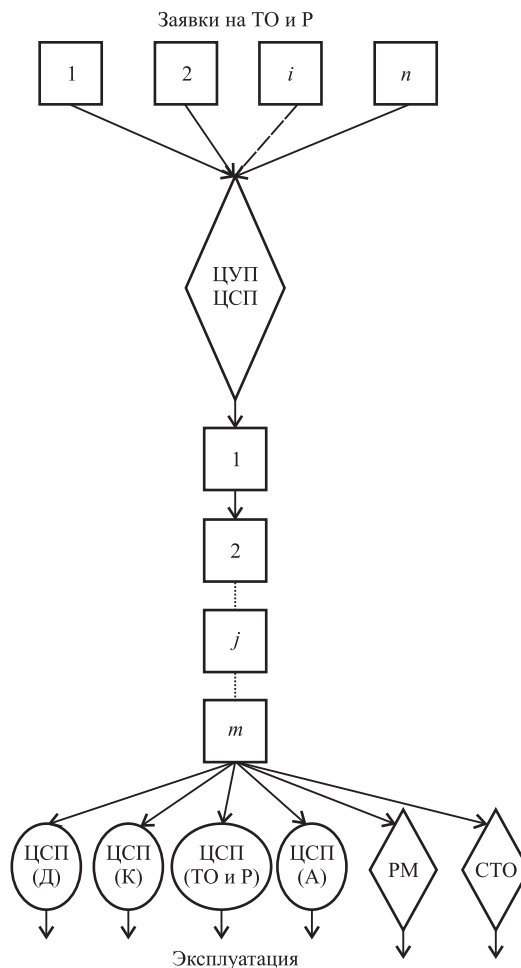


Рис. 5. Схема формирования потока заявок в региональном логистическом центре ЦСП

Д — двигатель; К — кузов; ТО и Р — ТО-1, ТО-2 и Р; А — агрегаты; РМ — ремонтные мастерские; СТО — станции технического обслуживания

отражает тот факт, что концентрация производства не всегда сопровождается специализацией последнего и в этом случае можно сказать, что концентрация стимулирует развитие кооперации производства.



Рис. 6. Схема связи между концентрацией, специализацией и кооперированием производства

Заклучение

Таким образом, специализация выражается в растущей концентрации производства, обладающей общностью в определенных масштабах, определяющихся имеющимися двумя тенденциями в развитии предприятий.

Связь состоит в росте концентрации производства, проявляясь в увеличении размеров предприятий. Это связано как с развитием внутренней кооперации, так и с экономическими причинами. Крупные предприятия, используя самую новую технику и передовые способы производства, обладают превосходством в организации. Большие объемы производства оборачиваются "экономией от масштабов", что обеспечивает меньшие издержки (более низкие цены, лучшие социальные условия труда, привлечение наиболее высококвалифицированного персонала).

Обратная тенденция состоит в противодействии росту размеров предприятий. Снижение общей эффективности в результате роста издержек управления, бюрократизации и снижения результативности предпринимательской функции ограничивают увеличение масштабов производства.

Поэтому главной задачей является поддержание оптимальных размеров предприятия, обеспечивающих его эффективное функционирование. Одним из основных критериев такой оптимальности является рентабельность.

Противоречие между естественным стремлением к экономическому доминированию как спо-

собу сохранения и приумножения преимуществ и препятствующими этому требованиями оптимальности разрешается путем объединения предприятий. Представляя собой как бы ассоциацию оптимальных предприятий, концентрация такого рода регулируется уже иными критериями оптимальности — уровень хозяйственной устойчивости и конкурентоспособности, степень контроля над рынком. В то же время реализуется главная цель — смягчение отраслевой конкуренции и недопущение в отрасль новых конкурентов.

Существующее многообразие предприятий — это, прежде всего, результат отраслевых особенностей внутренней кооперации. Таким образом, особенно целесообразно рассмотреть в мегаполисах этих трендов для обоснования оптимальных уровней централизации и специализации производства сервисных услуг городскому пассажирскому транспорту.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дехтеринский Л. В., Карагодин В. И. Концентрация и специализация производства: учеб. пособие. — М.: МАДИ. — 1980. — 85 с.
2. Карташов В. П. Развитие производственно-технической базы автотранспортных предприятий. — М.: Транспорт, 1991. — 151 с.
3. Денисов А. С., Феклин Е. В., Красникова Д. А. Оценка значимости городского пассажирского транспорта в решении проблем урбанизации // Научное обозрение. — 2017. — № 22.

На "КАМАЗе" идет подготовка площадей для продления конвейера двигателей Р6

На заводе двигателей "КАМАЗа" в цехе 417 заложили фундамент под продолжение линии сборки моторов Р6, в связи с этим было заменено напольное покрытие на площади около 150 м².

Поводом для перемен стали планы по продлению конвейера сборки двигателей Р6 с 64 до 90 м. Растущий спрос на рядную "шестерку" потребовал увеличения темпов сборки: сейчас на линии одновременно можно собирать не более 30 моторов. Также доведение ежегодного объема выпуска Р6 до 30 тыс. штук к 2022 г. предусматривает вторая фаза проекта "Тибет".

С увеличением протяженности конвейера понадобится дополнительное оборудование и "умный" инструмент: автоматические и полуавтоматические станции нанесения герметика, регулировки клапанов, установки поршней; электронные гайковерты и многое другое. Из всего обширного списка на завод уже поступили предельные и динамометрические ключи. Поставки остального оборудования распланированы на ближайшие 13 месяцев. К преобразованию самой линии на заводе двигателей приступят в следующем году.

Пресс-служба ПАО "КАМАЗ"

С. А. Тарасов, канд. техн. наук, e-mail: satar7@yandex.ru,
С. И. Табакарь, канд. техн. наук, e-mail: tabakar456@mail.ru,
Г. Ю. Дворченко, dvorchenko_galina@mail.ru, "21 НИИ ВАТ" Минобороны России,
г. Бронницы, Московская обл.

ИННОВАЦИИ В СФЕРЕ СВЕТОМАСКИРОВКИ ВОЕННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

В статье представлены этапы и результаты разработки комбинированной светомаскировочной системы военной автомобильной техники. Актуальность смены поколения устройств на основе светомаскировочных насадок приборов освещения и световой сигнализации обусловлена вступлением в силу новых нормативных требований. Задача решена путем интеграции известных принципов светомаскировки в конструкцию светосигнальных приборов на светодиодных источниках света. Показана принципиальная разница в подходах по обоснованию требований к приборам на основе ламп накаливания и светодиодов. Приведены примеры практической реализации разработанной системы.

Ключевые слова: приборы освещения и световой сигнализации, освещение внутреннее, светомаскировочная система, режимы светомаскировки, централизованное управление, лампа накаливания, светодиод.

The article presents the stages and results of the combined blackout system development for military automotive vehicles. The relevance of generation changing of devices based on the blackout attachments for lighting and light alarm devices is due to the entry into force of new regulatory requirements. The problem is solved by integrating the well-known principles of blackout into the design of light-signal devices based on LED light sources. The article shows the fundamental difference in the approaches to substantiate the requirements for devices based on incandescent lamps and LEDs. The examples of practical implementation of the developed system are given.

Keywords: lighting and light alarm devices, internal lighting, blackout system, blackout modes, centralized control, incandescent lamp, LED.

Ссылка для цитирования

Тарасов С. А., Табакарь С. И., Дворченко Г. Ю. Инновации в сфере светомаскировки военной автомобильной техники // Грузовик. — 2021. — № 6. — С. 28—38

Заметность военной автомобильной техники (ВАТ) в условиях непрерывного роста качества и количества задействованных на поле боя технических средств разведки (ТСР), в том числе на беспилотных летательных аппаратах (БПЛА), приобретает все большую актуальность. Одним из основных вопросов обеспечения малозаметности ВАТ является ее светомаскировка. Малая активность мирного населения в ночное время обуславливает его выбор наиболее предпочтительным для ведения боевых действий и разведки. В этих условиях обнаружение воинских подразделений при воздушном наблюдении по световому полю, создаваемому их транспортной базой, является эффективным и легко и недорого реализуемым. Поэтому светомаскировка ВАТ не

теряет актуальности и в условиях появления более совершенных ТСР.

Средства светомаскировки ВАТ решают две взаимоисключающие задачи. Для обеспечения безопасности дорожного движения, повышения ситуационной осведомленности водителя и командира о дорожной обстановке уровень освещенности, создаваемой приборами освещения, должен быть максимально приближен к дневному, а яркость приборов сигнализации должна быть достаточной для распознавания их цвета и состояния другими участниками дорожного движения на достаточном расстоянии. Для обеспечения визуальной малозаметности ВАТ в ночных условиях необходимо, наоборот, чтобы яркость и создаваемая светоизлучающими приборами освещенность

была минимальна, а лучше, чтобы была снижена до нуля. В связи с этим при отработке средств светомаскировки решается минимаксная задача. Критериями оценки эффективности системы светомаскировки приняты дальности:

— видимости дорожных препятствий, определяемой по обнаружению и распознаванию фигуры солдата в штатном обмундировании;

— видимости и распознавания сигналов обозначения габаритов, поворота, торможения;

— обнаружения образца ВАТ ТСП по световому полю его приборов освещения, световой сигнализации и светомаскировки.

Дальность обнаружения определяется относительно наблюдения образца ВАТ противником с воздуха и с поверхности земли: при воздушном наблюдении по световому полю фар и фонарей под углом более 7° от линии горизонта; при наблюдении с поверхности земли по световому полю, создаваемому сигнальными фонарями и средствами освещения кабины и обитаемых объемов. Воздушное наблюдение выделено в качестве приоритетного в связи с тем, что ВАТ наиболее уязвима относительно воздушного противника, так как не является средством боя, а является средством операции, средством обеспечения всеми видами довольствия и мобильности войск. При решении данных задач ВАТ практически не применяется одиночным порядком, преимущественно в составе колонн и вне дорог общего пользования.

Светомаскировка ВАТ осуществляется следующими способами [1, 2]:

— снижением яркости светоизлучающих приборов и экранирование рабочего тела источника света от прямой видимости;

— формированием светораспределения приборов таким, чтобы исключалось попадание прямого света на элементы облицовки образца ВАТ и поверхность дороги, создавая характерные демаскирующие признаки;

— экранированием световых отверстий от обнаружения из верхней полусферы наблюдения.

На рис. 1–3 приведены общие виды светомаскировочных насадок комплектов СМУ, реализующих способы формирования светораспределения и экранирования световых отверстий.

Формирование требуемого светораспределения приборов освещения (фар) производится за счет светового тоннеля, образуемого специальной конструкцией корпуса насадки СМУ [1]. Световой тоннель ограничивает светораспределение в вертикальной плоскости сверху — по линии горизонта, в горизонтальной плоскости до $\sim \pm 20^\circ$,

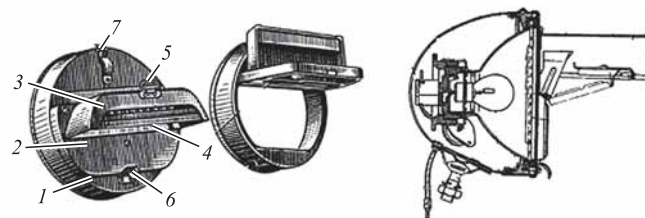


Рис. 1. Конструктивная реализация принципа светомаскировки фар головного света колесной и гусеничной ВАТ:

1 — металлический диск; 2 — крышка; 3 — козырек; 4 — двухрядная линза; 5 — ушко; 6 — пружинная защелка; 7 — фиксатор

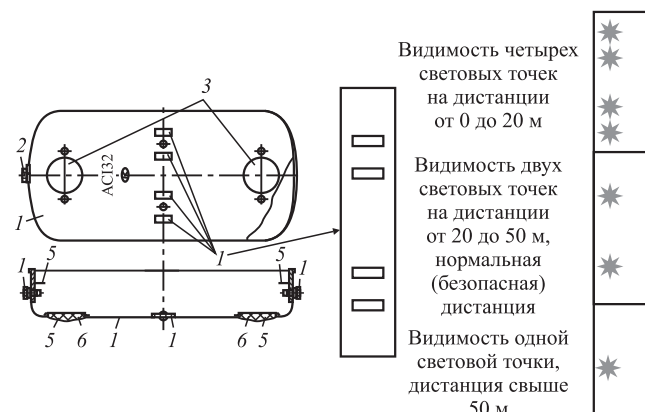


Рис. 2. Конструкция светомаскировки фонаря заднего и графическая иллюстрация принципа работы индикатора дистанции:

1 — крышка; 2 — стопорный винт; 3 — светофильтр из пластмассы молочного цвета; 4 — светофильтр из пластмассы красного цвета — индикатор дистанции опасного сближения; 5 — кронштейн; 6 — диафрагма

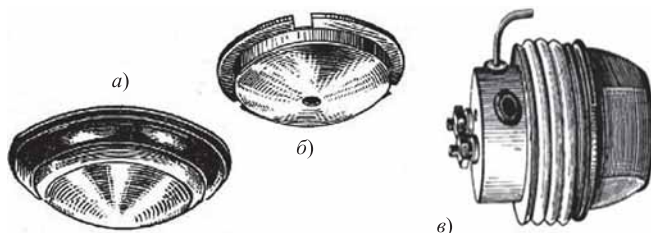


Рис. 3. Светомаскировочное оборудование внутренних объемов ВАТ и фонарь подкузовной подсветки:

а — плафон кабины; б — светонепроницаемая с калиброванным отверстием вставка в плафон кабины; в — фонарь подкузовной подсветки

исключая попадание прямых лучей на опорную поверхность дороги. При следовании в колонне на установленной дистанции светораспределение обеспечивает освещение заднего борта впереди идущей машины, обеспечивая безопасность дорожного движения. Таким образом, при воздуш-

ном наблюдении такое световое поле обнаруживается только на незначительном удалении, обеспечивая малозаметность.

Дополнительно, для снижения заметности применяется режим светомаскировки, при котором со светом головных фар следует только первый автомобиль колонны. В этом режиме поддержание безопасной дистанции обеспечивается специальной конструкцией заднего фонаря (рис. 2), содержащего индикатор дистанции [2].

Принцип работы индикатора дистанции основан на закономерностях восприятия органами зрения человека точечных источников света в зависимости от их количества и расстояния между ними.

Индикатор дистанции содержит четыре калиброванных световых отверстия, расстояние между которыми нормировано. Количество визуально воспринимаемых световых отверстий при наблюдении из кабины ведомого автомобиля зависит от текущей дистанции: до 20 м воспринимаются все четыре, от 20 до 50 м — два, свыше 50 м — одно.

Снижение яркости сигнальных огней осуществляется применением в насадках СМУ светофильтров, диффузно рассеивающих и снижающих световой поток рабочего тела источника света (нити накаливания ламп) [2].

Светомаскировка фонаря освещения номерного знака обеспечивается световым экраном, экранирующим прямой световой поток от линии горизонта в верхнюю полусферу наблюдения.

Светомаскировочное освещение внутренних пространств ВАТ обеспечивается установкой в плафоны освещения, позиция *а*) на рисунке 3 светомаскировочной вставки, позиция *б*) с калиброванным световым отверстием, исключающим прямое падение света от источника на остекление и снижающим общий световой поток до приемлемого уровня. Фонарь подкузовной подсветки, позиция *в*) на рисунке 3 предназначен для поддержания дистанции в колонне, однако его применение признано малоэффективным и затратным.

Оборудование кабин и других обитаемых объемов колесной и гусеничной ВАТ включает установку в схему электрооборудования регулятора яркости подсветки щитка приборов, установку на остекление светонепроницаемых шторок. Для кузовов-фургонов и кузовов-контейнеров предусмотрена установка блокировочных переключателей средств внутреннего освещения из режима "незатемненный" (НЗ) в режим "частичного затемнения" (ЧЗ) при открытом состоянии дверей.

Длительное время система светомаскировки ВАТ на основе светомаскировочных насадок оправдывала себя благодаря невысокой стоимости оборудования и отсутствием требований к оперативности приведения средств в рабочее состояние. Практика применения данного способа светомаскировки выявила и ряд существенных недостатков [3, 4]. К ним относятся:

- несовместимость с приборами ночного видения (ПНВ), выраженная эффектом засветки зрения наблюдателя, что затрудняло возможность применения в колонне при движении с ПНВ;

- неудовлетворительные показатели оперативности применения, выраженные большими затратами времени на установку насадок СМУ, составляющими не менее 15 мин;

- невозможность оперативной смены режима светомаскировки в процессе движения и при резкой смене условий естественной ночной освещенности (ЕНО);

- отсутствие и принципиальная невозможность реализации режима "полного затемнения" (ПЗ), при котором все световые приборы переходят в режим излучения в ближнем инфракрасном (ИК) диапазоне, невидимом невооруженным глазом;

- низкие эксплуатационные свойства, обусловленные необходимостью организации и выделения мест для хранения в транспортном положении комплектов СМУ, обеспечения контроля их целостности, восполнения потерь и т. д.

Импульсом к совершенствованию способов светомаскировки ВАТ послужила ратификация Российской Федерацией международных требований по безопасности транспортных средств [5], Правил № 48 ЕЭК ООН (старое обозначение ГОСТ Р 41.48—2004) и других, связанных с ними Правил ЕЭК ООН, касающихся устройств (приборов) освещения и световой сигнализации (ПОСС). Это повлияло на необходимость существенного изменения состава и технических характеристик ПОСС. ГОСТ 8769—75 и регламентирующий требования к средствам светомаскировки ГОСТ РВ 50912—96 потеряли актуальность. Кроме того, по ряду объективных причин возникла необходимость в расширении требований к средствам светомаскировки ВАТ. Доминирующими причинами к этому следует выделить:

- повышение требований к оперативности смены режима светомаскировки при изменении условий движения автомобильной колонны;

- повышение требований к совместимости средств светомаскировки и смотровых прибо-

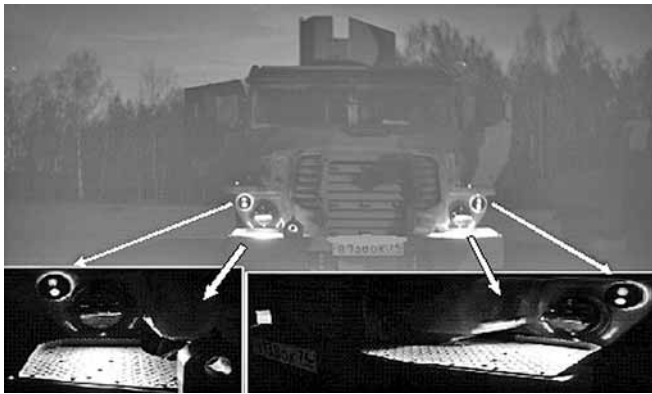


Рис. 4. Отсутствие светомаскировки из-за несовместимости конструктивного исполнения ПОСС и насадок СМУ

ров — ПНВ и обзорных телевизионных систем (ОТС) бронированной техники по условиям отсутствия засветок;

- снятие с производства ламп накаливания для основных применяемых на ВАТ фар типа ФГ-140, ФГ-125—ФГ-127, это лампы А24-55/65, А12-55/65, А28-40 и др.;

- появление на рынке многочисленных "аналогов" принятых на снабжение ПОСС, что обусловило несовместимость конструкции ПОСС и насадок СМУ, рис. 4;

- повышение требований к оснащению оборудования кабин и иных обитаемых объемов колесной и гусеничной ВАТ, связанных с необходимостью оперативной смены условий освещенности и, соответственно, смены светомаскировочных режимов и т. д.

В ходе выполнения "21 НИИИ ВАТ" Минобороны России ряда НИОКР в части ПОСС и светомаскировочного оборудования [4, 6—8] установлено, что обеспечить существующую жесткую унификацию СМУ и ПОСС при выполнении предписаний Технического регламента [5] и Правил ЕЭК ООН № 48 не представляется возможным. Решение объективно возникшего противоречия осуществлено путем создания комбинированной системы светомаскировки (КСС), т. е. комбинации немаскированных и светомаскировочных приборов и огней.

Специалистами "21 НИИИ ВАТ" Минобороны России обоснованы требования и разработаны технические решения [7, 8] по разработке КСС, реализация которых осуществлена проектными организациями и предприятиями промышленности Российской Федерации [9].

Основополагающими нормативными документами при разработке требований к пер-

спективной системе светомаскировки ВАТ являются ГОСТ РВ 2540-001—2018, принятый взамен устаревшего ГОСТ РВ 50912—96, а также ГОСТ В 21117—75. Нормативные документы устанавливают технические параметры светомаскировочных внешних и внутренних приборов освещения и световой сигнализации с учетом требований безопасности движения и защиты от ТСР и высокоточного оружия.

В ходе разработки требований и создания прототипа КСС исследованы и экспериментально проработаны возможные пути комбинации немаскированного и маскировочного света в границах требований стандартов ЕЭК ООН и отечественных нормативных документов по светомаскировке. Обоснована необходимость перехода от традиционных источников света — ламп накаливания на твердотельные полупроводниковые источники — излучающие диоды видимого и инфракрасного спектральных диапазонов излучения [10].

Преимущества светодиодных источников света перед источниками света на лампах накаливания общеизвестны. В первую очередь это световая отдача от затраченной электрической мощности, она примерно в 5 раз выше. Это означает, что система освещения и сигнализации на светодиодах позволит существенно экономить дорогую бортовую электроэнергию. Особенно это существенно для ВАТ в дежурном режиме при питании систем освещения от аккумулятора. Например, для кузовов—фургонов, кузовов—контейнеров, являющихся основным массовым базовым шасси под монтаж объектов и систем вооружения, военной и специальной техники (ВВСТ), емкости аккумуляторных батарей для системы освещения на лампах накаливания едва хватает на одну ночь дежурства, а при использовании светодиодов для освещения — на пять.

Вторым преимуществом является высокий ресурс светодиодов, составляющий 30 000...50 000 ч, для ламп накаливания не более 500 ч, т. е. в 60—100 раз, что обуславливает существенное снижение затрат на обслуживание. При этом, как указано выше, наблюдается тенденция повсеместного свертывания производства ламп накаливания. В России предприятий, производящих автомобильные лампы накаливания, не осталось.

Третье преимущество светодиодов — это возможность обеспечения герметичного исполнения приборов, что важно для бродоходимой и плавающей техники, высокая стойкость к вибрации и ударам. Для ВАТ данное преимущество является существенным ввиду высокой вероятности воздействия подобных факторов.

Дополнительными преимуществами светодиодных приборов являются простота интеграции в "цифровой борт", высокое быстродействие, позволяющие реализовать иные свойства, например, построение систем опознавания "свой/чужой". Сюда же следует добавить возможность изменять спектральный состав излучения в зависимости от назначения огня, например, ближний свет применить со смещением в область длинной волны ("теплый свет"), дальний свет в область короткой волны ("холодный свет"). Это даст преимущества не только в стоимости приборов, но и в их эффективности по назначению огня.

Современные светодиоды работоспособны в некотором определенном диапазоне мощностей и яркости излучения. Установлено, что за счет данного свойства обеспечивается комбинация на одном светодиоде огней разных режимов, например, незатемненного и частичного затемнения, ходового и габаритного огней. Это позволяет комбинировать огни не только в одном приборе (корпусе), но и на одном источнике света, что открыло хорошие перспективы и оказало решающее влияние на создание единой системы освещения, световой сигнализации и светомаскировки. В целом данное решение более экономично, чем создание двух независимых подсистем и их объединение через систему управления приборами.

В то же время детальное исследование фотометрических и колориметрических характеристик приборов на лампах накаливания и светодиодах показало существенную разницу в восприятии глазом человека создаваемых ими сигналов. При формировании технических требований к приборам некоторые особенности зрительного восприятия игнорировать нельзя. Ошибок в нормативных документах и технических требованиях можно избежать, лишь детально сопоставив механизмы восприятия и параметры излучения полупроводниковых источников света [11]. Поэтому на начальном этапе отработки требований спрогнозированы пути возможной замены источников света на лампах накаливания на светодиодные, полупроводниковые, с учетом восприятия сигналов малой интенсивности для режима светомаскировки и интеграции с приборами ночного видения и низкоуровневыми телекамерами обзорных телевизионных систем.

Установлено, что квазимонохроматическое излучение светодиодов нельзя рассматривать как эквивалент ламповому со светофильтром (сигнальные) и без (осветительные) с точки зрения восприятия глазом, фотокатодом ПНВ и матри-

цей телекамеры. Соответственно, пороговые значения освещенности для ламп и светодиодов относительно минимальной чувствительности глаза будут разными, и они должны быть определены с учетом чувствительности ПНВ и телекамер или согласованы.

Требования к светомаскировочным огням системы освещения и сигнализации ВАТ на полупроводниковых источниках света с квазикогерентным излучением обоснованы исходя из пороговой чувствительности зрительного аппарата человека в зависимости от цвета, требований по дальности видимости огней, обеспечивающей безопасность движения в колонне и минимизации дальности обнаружения образца ВАТ ТСР по создаваемому световому полю.

В табл. 1 приведены данные о пороговой освещенности [11], воспринимаемой зрительным аппаратом человека. Пороговая освещенность — это такая минимальная энергия света, при которой вызывается такая фотохимическая реакция в сенсорах глаза, при которой восприятие (распознавание) цвета происходит с максимальной вероятностью. Так же в табл. 1 приведены сравнительные оценки необходимой силы света для разных цветов сигналов, создаваемых источниками света мощностью 15 Вт на лампе накаливания и светодиодах на расстоянии 1000 м при времени правильного распознавания 1 с.

Из данных, приведенных в табл. 1, видно, что минимальным порогом чувствительности зрительный аппарат человека обладает в области синего, красного и зеленого цветов. Соотношения силы света источника определенного цвета, создаваемого лампой накаливания и светодиодом

Таблица 1

Пороговая освещенность зрительного восприятия цвета сигнального огня на расстоянии 1000 м и сила света, создаваемая источником мощностью 15 Вт

Цвет огня	Пороговая освещенность, $\text{лк} \cdot 10^{-3}$	Сила света источника, кд	
		на лампе накаливания	на светодиоде
Красный	1,20	1330	6000
Желтый	2,49	3890	15 000
Зеленый	1,49	2510	12 000
Синий	0,09	252	5 000
Лунно-белый	1,43	4100	10 000

могут служить для проведения расчетов энергетических параметров приборов КСС.

Чувствительность глаза к изменению чистоты цвета обычно характеризуют числом n_p , показывающим, сколько цветов от чисто-белого до спектрально чистого способен различать глаз при данном цветовом тоне λ . График зависимости n_p от λ (на графике обозначено через L) приведен на рис. 5. На графике для разных длин волн значение n_p также различно. Для желтого оно минимально, что подтверждают данные табл. 1 и свидетельствуют о наихудшем для восприятия условии. Наилучшим образом воспринимаются цвета в области синего и зеленого. Среднее значение n_p равно 15 [11].

Другой важной величиной при обосновании требований к светомаскировочным приборам освещения и световой сигнализации является хроматический порог восприятия, его зависимость от длины волны излучения на темном фоне. Данные [11] для анализа его влияния и учета при формировании требований проиллюстрированы на рис. 6.

Из приведенной иллюстрации следует, что лучший порог восприятия зрительного аппарата сосредоточен в области зеленого и синего спектра, что легло в основу выбора полупроводниковых источников света по рабочей длине волны их квазихроматического излучения.

На рис. 7 приведены сравнительные характеристики источников света, построенных на различных принципах и различных производителей [10], из которых видно, что в совокупности с приведенными выше параметрами выбор комплектующих для построения светомаскировочной системы должен учитывать и качество доступных на рынке светодиодов.

Производители светодиодов нормируют несколько характеристик, регламентирующих

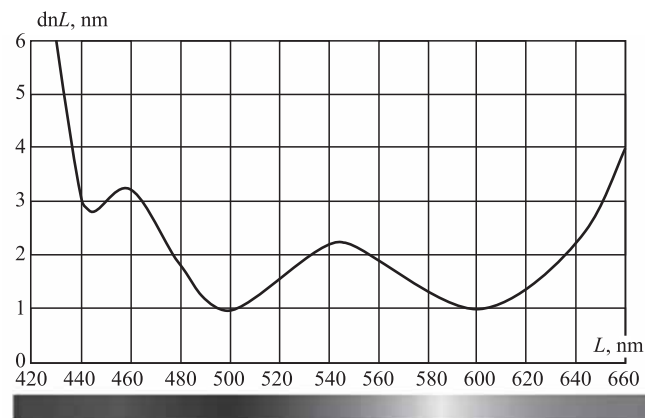


Рис. 5. Зависимость цветоразличия от длины волны излучения

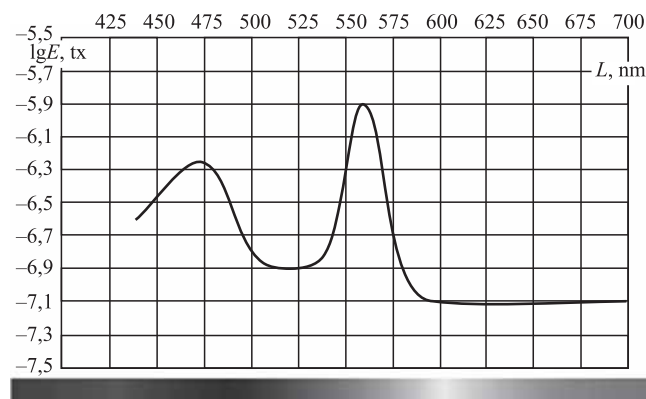


Рис. 6. Зависимость хроматического порога от длины волны при наблюдении на темном фоне

спектральный состав светодиодов — это коррелированная цветовая температура (КЦТ) и интегральный коэффициент цветопередачи (R_d). Коэффициент цветопередачи отражает степень

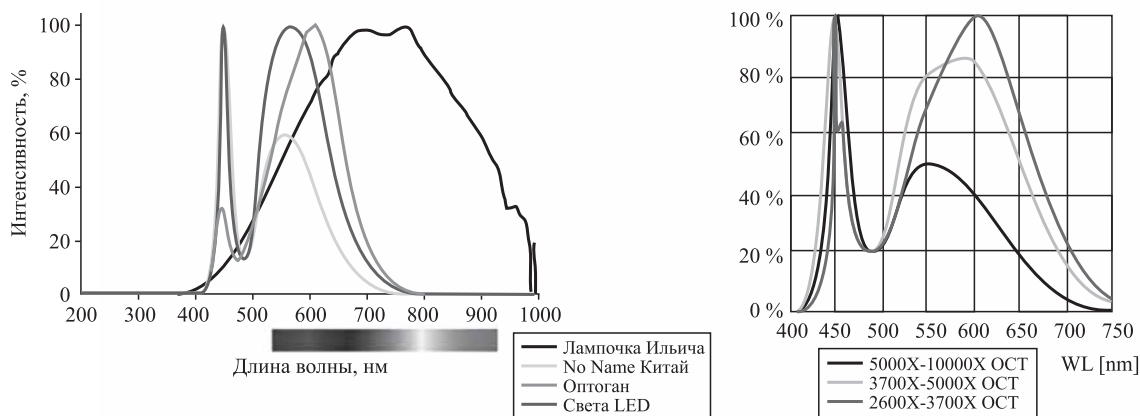


Рис. 7. Сравнительные характеристики источников света по спектральной интенсивности

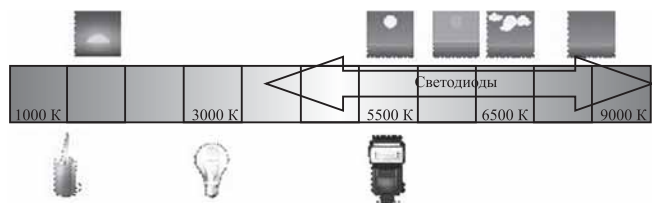


Рис. 8. Иллюстрация взаимной связи типа источника света и диапазона свойственных значений КЦТ

сходства ощущения цвета цветных объектов при искусственном освещении и в естественном свете. ГОСТ Р 54350 предусмотрено применение в осветительных приборах для наружного и внутреннего освещения светодиодов с КЦТ от 2700 до 6500 К. КЦТ примененных в приборе светодиодов должна быть указана производителем. Светодиоды с высокой КЦТ (холодные) имеют холодный синеватый цвет. В спектре голубая составляющая выражена сильнее. У этих светодиодов низкий коэффициент цветопередачи. Голубая составляющая светодиодов вредна для сенсорного аппарата зрения человека и сказывается на его биоритмах, следовательно, применение данных светодиодов для ВАТ должно быть ограничено. У светодиодов с низкой КЦТ (теплые) голубая составляющая подавлена в большей степени, коэффициент цветопередачи достигает высоких значений, до 95 % и выше, влияние на зрительный аппарат человека минимальный из возможных. Их применение в качестве осветительных не ограничено.

Визуальная зависимость КЦТ от типа источника света и восприятия обстановки зрительным аппаратом человека представлена на рис. 8. Из рисунка видно, что теплые тона отождествляются с утренним и дневным временем суток, более холодные с вечерними и ночными часами. Это должно учитываться при выборе источников света применительно к характеру выполняемых работ экипажами. Например, для водителей

в вечерние и ночные часы необходимо выбирать теплые тона или область спектра, смещенную в красную зону.

В табл. 2 приведены данные по зависимости коэффициента и характера цветопередачи R_a от типа источника света. Из данных таблицы видно, что светодиоды обладают широким диапазоном изменения коэффициента цветопередачи. Это свидетельствует о том, что, во первых, данный параметр должен нормироваться в зависимости от назначения того или иного источника света относительно выполняемых экипажем задач при его работе, во-вторых, его проверка должна быть обязательной при проведении различного рода испытаний.

Соотношение КЦТ и коэффициента цветопередачи источника света являются определяющими параметрами при определении нормированного уровня создаваемой освещенности на рабочих местах экипажей ВАТ. Границы возможных значений выбора требуемого уровня создаваемой освещенности приведены на рис. 9.

Важными характеристиками приборов внутреннего освещения в небольших пространствах являются габаритная яркость светильника, яркость светящихся участков на апертуре и коэффициент пульсаций источника света. Яркость определяет слепящее действие светильника. ГОСТ 8607—82 регламентирует габаритную яркость светильников для освещения жилых и общественных помещений. Для автомобильного транспорта, для ВАТ нормативов по отношению к указанным параметрам источников света, плафонов общего и светильников местного освещения не отработано.

Соотношение КЦТ и коэффициента цветопередачи источника света являются определяющими параметрами при определении и нормировании уровня создаваемой освещенности на рабочих местах экипажей ВАТ [12].

Таблица 2

Типы источников света и оценки их коэффициентов цветопередачи

Тип источника света	R_a	Характеристика цветопередачи
Лампы накаливания, галогенные, металлогалогенные, люминесцентные и светодиоды с многокомпонентным люминофором	≥ 95	Очень хорошая
Люминесцентные лампы и светодиоды с трехкомпонентным люминофором	$70 \leq R_a \leq 94$	Хорошая
Люминесцентные лампы и светодиоды	$40 \leq R_a \leq 69$	Посредственная
Лампы ртутные, натриевые	≤ 39	Плохая

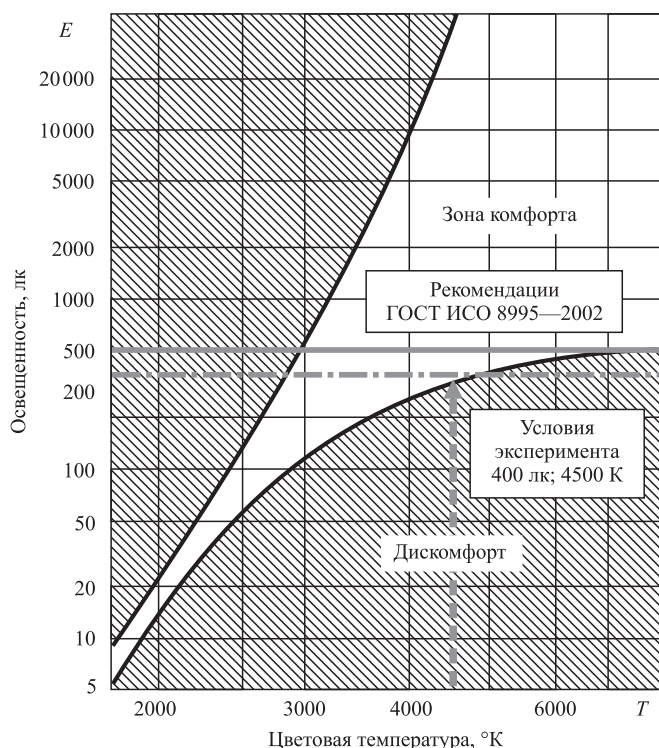


Рис. 9. График зависимости требуемого уровня освещенности на рабочем месте от значения КЦТ источника света

Исходя из требований безопасности движения при проведении скрытного ночного марша и свойственных для него скоростей движения и дистанций в колонне принято, что дальность распознавания сигнальных огней по цвету должна составлять не менее 50 м. Дальность обнаружения автомобиля ТСР противника должна быть минимально возможной.

Экспериментально определено, что при обеспечении дальности распознавания сигналов автомобиля по цвету огней, соответствующей 50 м, дальность их обнаружения при наблюдении с поверхности дороги составляет от 150 до 250 м для красного и от 350 до 500 м для желтого цвета. Дальность обнаружения света фар определяется при воздушном наблюдении и ограничивается, как следует из выше сказанного, световыми тоннелями, экранирующими прямое излучение в верхнюю полусферу.

Дальность обнаружения светового поля средств внутреннего освещения и сигнализации определена по расстоянию, при котором при наземном наблюдении не обнаруживается излучение инфракрасной фары (светодиода) наблюдателем без применения технических средств. По многочисленным проведенным экспериментальным исследованиям данное расстояние соответствует ~25 м.

Результатом проведенных теоретических и экспериментальных исследований стала отработка

КСС, отличительной особенностью которой является системный подход ко всему комплексу световых приборов. Это позволило обеспечить высокий уровень унификации приборов для колесной, гусеничной ВАТ и БТВТ. Решен вопрос централизации управления всеми имеющимися на борту световыми приборами. Повышены надежность, ресурс, стойкость при воздействии ударных нагрузок и вибрации, герметичность при преодолении брода, на плаву, снижены расходы на эксплуатацию и ремонт. Внешний вид основных разработанных приборов приведен на рис. 10.

Как следует из анализа рис. 10, состав приборов ограничен. Фары головного света подразделяются по типам применяемой техники: колесной, гусеничной ВАТ, БТВТ, бронированной колесной ВАТ. Фонарь задний, фонари и приборы внутреннего освещения унифицированы для всей наземной техники, имеют модификации по разновидностям систем электрооборудования — для классической системы электрооборудования или для цифрового борта с мультиплексной системой управления по шине CAN-2b.



Рис. 10. Основные приборы КСС "Альфа-М"

Отличительными особенностями разработанных приборов является их комбинация со светомаскировочными приборами по модульному принципу:

- блок—фары передние, два типа, обеспечивающие ближний, дальний свет, дневной ходовой огонь, передние габаритные огни, указатель поворота во всех режимах светомаскировки и без нее;
- фонари задние, обеспечивающие задний габаритный огонь, совмещенный с указателем дистанции в светомаскировочных режимах, задний указатель поворота, сигнал торможения, сигнал заднего хода;
- боковой указатель поворота, только в немаскированном режиме;
- боковой габаритный огонь во всех рабочих режимах светомаскировки и без нее;
- контурные огни, только в режиме НЗ;
- фонарь освещения заднего номерного знака в режимах НЗ и ЧЗ.

Пример установки приборов на автомобили в бронированном и не бронированном исполнении приведен на рис. 11.

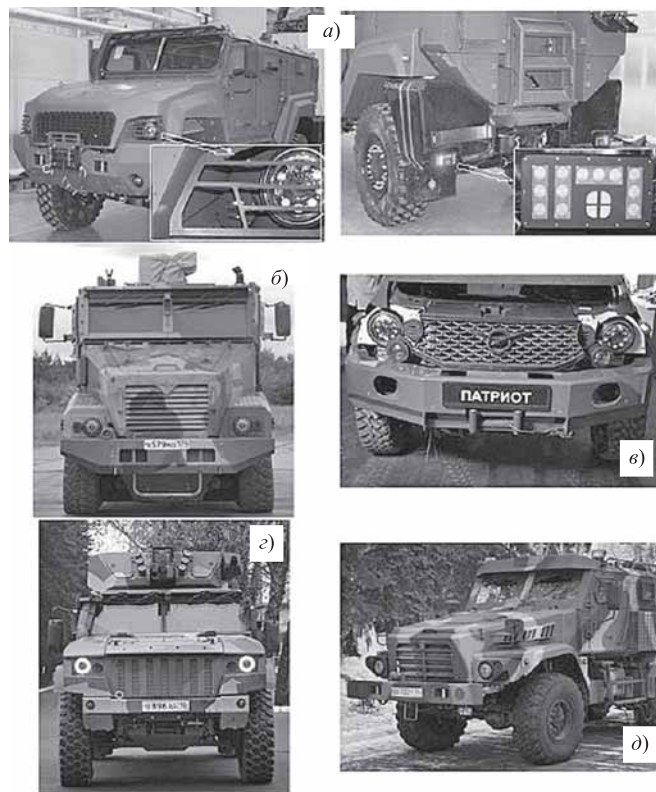


Рис. 11. Применяемость и унификация КСС "Альфа-М" в рамках Типажа перспективной ВАТ:

a — "Тайфун-К-4×4" КАМАЗ-53949; *б* — "Тайфун-У" УРАЛ-53099; *в* — макет УАЗ "Патриот"; *г* — "Тайфун-К-ВДВ" КАМАЗ-4386; *д* — "Патруль-3А"

На рис. 12 приведены результаты работы КСС "Альфа-М", обеспечивающие достаточную ситуационную осведомленность водителя при движении в режиме частичного затемнения по освещению полотна дороги впереди машины и видимости огней автомобиля-лидера при движении в колонне. Там же приведена визуальная разница восприятия огней индикаторов дистанции, выполненных на различных принципах — в виде вертикально или горизонтально расположенных световых отверстий или в виде одного светового отверстия, разделенного светонепроницаемыми экранами на четыре зоны. Из рис. 12 видно, что первый вариант является наиболее эффективным.

Приборы прошли испытания в соответствии с ГОСТ РВ 15.205, имеют литеру "А" (серийное производство), приняты на снабжение и устанавливаются на перспективную ВАТ.

Приборы максимально унифицированы по существующим для ВАТ и БТВТ присоединительным размерам и комплектующим изделиям, обеспечивают применение на всей существующей и перспективной номенклатуре. Приборы обеспечивают немаскированное освещение и световую сигнализацию в границах требований системы правил ЕЭК ООН № 48 и светомаскировку в границах требований ГОСТ РВ 2540-001—2018 и ГОСТ В 21115—75, объединены в единую систему освещения, световой сигнализации и светомаскировки через систему управления, являющуюся неотъемлемой частью конструкции образца, на которую они устанавливаются.

Отличием созданной КСС является согласованность с применяемыми войсками ПНВ и ОТС, устанавливаемыми в обязательном порядке на бронированную технику. Их совместное применение не вызывает засветок органов зрения при движении в реальной обстановке скрытного ночного марша и при наличии встречного потока машин. При этом все сигналы попутных и встречных образцов ВАТ, оборудованных данными системами, надежно идентифицируются. Достаточно освещается пространство впереди машины и внутри обитаемых объемов во всех режимах — НЗ, ЧЗ и ПЗ. Также система обладает большим модернизационным ресурсом.

В процессе испытаний и накопленного опыта эксплуатации систем определились связанные с ними основные недостатки, на которые следует обратить внимание. К ним относятся следующие:

- высокая стоимость приборов;
- отсутствие единой унифицированной системы управления приборами для всей номенклату-

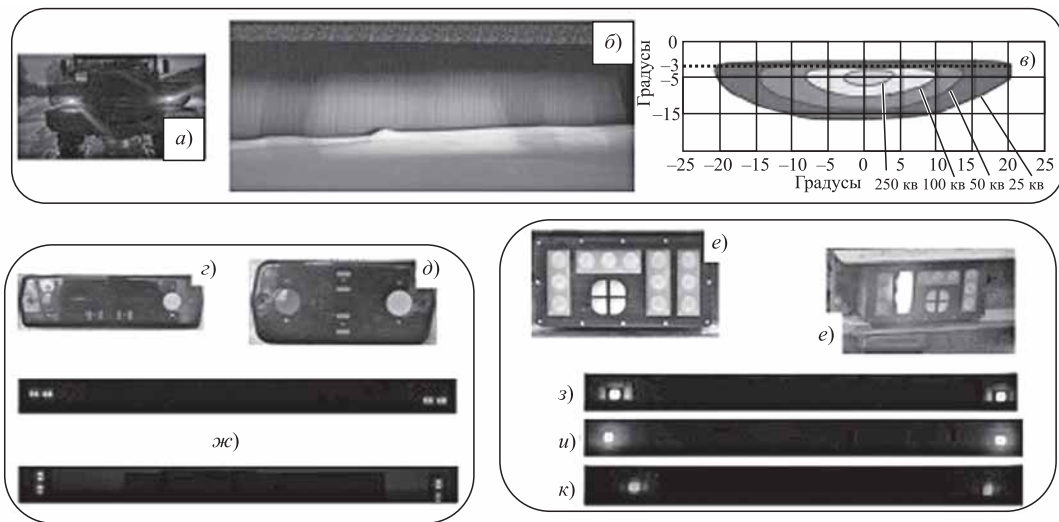


Рис. 12. Видимость водителем и участниками дорожного движения работы приборов КСС "Альфа-М":

a — видимость огней автомобиля-лидера при движении в колонне; *б* — освещение полотна дороги впереди машины; *в* — требования по светораспределению в изоканделах; *г*, *д* — насадка СМУ с горизонтальным и вертикальным расположением световых отверстий соответственно; *ж* — видимость световых отверстий на дистанции менее 10 м; *е* — фонарь задний КСС "Альфа-М"; *з*, *и*, *к* — видимость индикатора дистанции с расстояний соответственно 10 м, 15 м и 25 м

ры ВАТ и БТВТ как для классической системы электрооборудования, так и для цифровой;

- инертность процесса адаптации к изменившимся требованиям по светомаскировке оборудования кабин, корпусов бронированных колесных и гусеничных машин, устанавливаемого на них оборудования, не относящегося непосредственно к конструкции образца ВАТ, но являющегося обязательным к установке, например, противопожарное оборудование, имеющее световой индикатор.

Высокая относительно приборов на лампах накаливания стоимость приборов обусловлена следующими объективными факторами:

- герметичностью корпусов по IP67 по ГОСТ 14254, на ПОСС и СМУ требование не выполнялось, стойкостью при воздействии факторов окружающей среды по ГОСТ РВ 20.39.304 для групп 1.5.5 и 1.6.5, в том числе боевых и др. требований;
- стоимостью комплектующих (светодиоды, драйверы);
- стоимостью изготовления.

Недостатки преодолеваются при больших объемах производства. При малых сериях обеспечение высокой степени автоматизации производства нерентабельно. Стоимость электронных компонентов также снижается с возрастанием объемов заказов и с течением времени.

Стоимость изготовления корпусных комплектующих может быть снижена при измене-

нии технологии их изготовления. Современная технология предусматривает литье в сочетании с механической обработкой, что, безусловно, кардинально повышает цену изделий. При повышении объемов производства корпуса могут быть изготовлены методом штамповки при изготовлении соответствующей оснастки.

Вторым недостатком является некорректность работы систем управления на различных образцах. Недостаток является следствием процесса смены поколений систем. Устранение недостатка целесообразно провести путем организации централизованной разработки унифицированной для всей номенклатуры ВАТ и БТВТ системы управления.

Несоответствие требованиям по светомаскировке оборудования кабин и обитаемых объемов ВАТ и БТВТ может быть преодолено путем разработки соответствующих требований к этому оборудованию и его соответствующей модернизации.

Таким образом, эволюция развития светомаскировочного оборудования ВАТ привела фактически к смене поколения комплектующих изделий, замене разрозненных устройств унифицированной системой с объединенным функционалом и единой системой управления. В совокупности с совершенствованием применяемых на ВАТ смотровых приборов это позволяет решить основополагающие задачи защиты ВАТ от ТСР и ВТО за счет снижения дальности ее обнаружения по световым сигналам.

Заклучение

Средства светомаскировки военной автомобильной техники развиваются в соответствии с совершенствованием технических средств разведки армий развитых стран мира. Одновременно совершенствуется и нормативная база — разработан ГОСТ РВ 2540-001—2018. Созданы условия для перехода от ламп накаливания на современные светодиодные источники. Органически определились два направления развития средств светомаскировки — комплексирование систем освещения и световой сигнализации и средств светомаскировки в единую систему с централизованным управлением и полный отказ от применения светомаскировочных насадок. Исключены эффекты засветки смотровых приборов следующих в колонне автомобилей.

Разработанная и серийно выпускаемая комбинированная система светомаскировки обеспечивает оперативную смену режимов: незатемненный, частичного и полного затемнения за минимальное время, не выходя из кабины, синхронно для всех источников света.

Испытания системы на перспективных образцах военной автомобильной техники подтвердили выбор технических решений и одновременно выявили ряд проблемных вопросов. Определены направления дальнейшего развития системы — это снижение стоимости, создание унифицированной системы управления режимами, обоснование требований по светомаскировке к приборам и оборудованию кабин и кузовов.

Приборы разработанной системы серийно выпускаются и могут применяться на колесной и гусеничной военной автомобильной технике.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Светомаскировка** автотракторной техники. — М.: Воениздат, 1970. — 14 с.
2. **Пат. 2044212** Российская Федерация, МПК7 F 21 S 8/10, W 111:00 Светомаскировочное устройство светосигнальных фонарей транспортного средства / Якубович А. П., Евстигнеев Ю. Я., Шумкин С. Н., Понятов В. П., Тарасов С. А., Никитин В. Б. Заявитель и патентообладатель Войсковая часть 63539. № 92014920/07; заявл. 28.12.1992; опубл. 20.09.1995.: ил.
3. **Исследование** и разработка системы обеспечения видимости дорожной и тактической обстановки в условиях скрытого ночного марша ВАТ / Анализ существующих и перспективных систем обеспечения видимости дорожной и тактической обстановки для работы ВАТ в условиях светомаскировки. Моделирование элементов подсистемы макетов системы обеспечения видимости дорожной и тактической обстановки на основе GPS-приемников и экспериментальная оценка приняты технических решений // Отчет о СЧ НИР "Ахолия-М", УДК 621.396.969:623.41:681.8, ЗАО "Научно-исследовательский центр распознавания образов", Москва. — 2005. — 169 с.
4. **Исследование** и разработка системы обеспечения видимости дорожной и тактической обстановки в условиях скрытого ночного марша ВАТ / Сравнительные исследовательские испытания макетов системы обеспечения видимости дорожной и тактической обстановки. Разработка "Концепции построения и развития системы обеспечения видимости дорожной и тактической обстановки для управления ВАТ в условиях скрытого ночного марша" // Отчет о СЧ НИР "Ахолия-М". ФГУ 21 НИИИ Минобороны России. — 2007. — 312 с.
5. **Технический** регламент о безопасности колесных транспортных средств. Утвержден Постановлением Правительства РФ 10 сентября 2009 г. № 720 "Об утверждении технического регламента о безопасности колесных транспортных средств" (с изменениями от 10 сентября 2010 г.).
6. **Теоретические** и экспериментальные исследования по созданию унифицированной комбинированной системы светомаскировки для высококомбинированных специальных колесных шасси // Отчет о НИР шифр "Платформа-О-КСС", ФГУ 21 НИИИ Минобороны России. — 201. — 117 с.
7. **Патент 2438067 С2** Российская Федерация, МПК F21S 8/10, Фара головная многофункциональная на светодиодах / Тарасов С. А., Сарычев Г. С., Мудрак Е. И., Рахманчик И. А.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью Всероссийский научно-исследовательский проектно-конструкторский светотехнический институт им. С. И. Вавилова. — № 2007144016/07; заявл. 29.11.2007; опубл. 10.06.2009.: ил.
8. **Патент 2406923 С1** Российская Федерация, МПК F21S 8/10 (2006/01), Фонарь светомаскировочный задний [Текст] / Табакарь С. И., Павлов В. А., Новиков В. А., Гладков Р. В.; заявитель и патентообладатель "21 Научно-исследовательский испытательный институт Министерства обороны России. — № 2009149011/28; заявл. 28.12.2009; опубл. 20.12.2010. ил.
9. **Технический** проект "Создание унифицированной комбинированной системы светомаскировки для перспективной ВАТ", ОКР шифр "Книппель-О", ЗАО "Фарос-Алеф", Москва, 2006 г., 178 с.
10. **Дейнего В. Н.** Выбор концепции построения безопасной для человека и энергосберегающей системы освещения среды его обитания / Доклад на Международной Ассоциации "Метро", Всероссийский научно-исследовательский проектно-конструкторский светотехнический институт (ВНИСИ) им. С. И. Вавилова, 2007 г.
11. **Никифоров С. А.** Физические аспекты восприятия полупроводникового света человеческим глазом // Компоненты и технологии. — 2008. — № 12. — 14 с.
12. **Круглов О. В., Кузьмин В. Н., Томский К. А.** Измерение светового потока светодиодов // Светотехника. — 2009. — № 3. — С. 34—36.

А. С. Попов, ст. преподаватель, e-mail: alexandrus238@yandex.ru, Волжский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВО Волгоградский государственный технический университет, г. Волжский

ИССЛЕДОВАНИЕ СКЛОННОСТИ К РИСКУ СРЕДИ ВОДИТЕЛЕЙ НЕКОММЕРЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В статье приводятся результаты исследования, проведенного авторами. Целью работы является исследование склонности к риску среди двух возрастных категорий водителей некоммерческого транспорта: от 18 до 25 лет и старше 25 лет. В рамках реализации данной цели проведено анкетирование водителей: 200 молодых людей в возрасте 18–25 лет и 100 водителей возрастной категории старше 25 лет. Анкета предусматривала следующую градацию: слишком осторожен, среднее значение, склонен к риску. Большинство опрошенных молодых водителей (82 %) имеют средние значения, однако и количество водителей, склонных к риску, велико (15 %). Причем все водители, склонные к риску, находятся в возрастной группе от 18 до 21. Среди водителей старшего возраста доля, склонных к риску, намного меньше — 6 %, слишком осторожны — 22 %, имеют средние значения — 72 %. В результате исследования установлено, что доля, склонных к риску, среди молодых водителей в 2,5 раза выше, чем у водителей старшего возраста.

Ключевые слова: водитель, склонность к риску, дорожно-транспортное происшествие.

The article presents the results of the research conducted by the authors. The aim of the work is to study the risk propensity among two age categories of drivers of non-commercial transport: from 18 to 25 years and older than 25 years. As part of this goal, a survey of drivers was conducted: 200 young people aged 18-25 years and 100 drivers of the age category over 25 years. The questionnaire included the following gradation: too cautious, average value, risk-averse. The majority of young drivers surveyed (82 %) have average values, but the number of drivers who are prone to risk is high (15 %). Moreover, all drivers who are prone to risk are in the age group from 18 to 21 years. Among older drivers, the proportion of risk-takers is much lower — 6 %, too cautious — 22 %, and have average values — 72 %. The study found that the proportion of risk-averse young drivers is 2.5 times higher than that of older drivers.

Keywords: driver, risky driving, traffic accident.

Ссылка для цитирования

Попов А. С. Исследование склонности к риску среди водителей некоммерческого транспорта в Российской Федерации // Грузовик. — 2021. — № 6. — С. 39—42

В России общая проблема высокой аварийности сохраняется, хотя в последние годы наметилось снижение как общего количества ДТП, так и числа погибших, что говорит об эффективной профилактической работе ГИБДД [4]. Вместе с тем в последние годы увеличивается количество молодых водителей в возрасте 18–25 лет. Как правило, водители, имеющие стаж управления транспортным средством 0–5 лет, относятся к этой возрастной категории. Они очень часто становятся виновниками ДТП (рис. 1) [2].

Дорожно-транспортные происшествия являются одной из наиболее распространенных причин смертности среди молодых людей. Значительность социально-экономических потерь от дорожно-транспортных происшествий, устраиваемых молодыми водителями, обусловила интерес к факторам, приводящим к таким ДТП. Было выяв-

лено несколько факторов, вносящих важный вклад в смертность в результате дорожно-транспортных происшествий: осознанное превышение скорости; неиспользование удерживающих устройств для пассажиров; а также употребление алкоголя. Одной из основных причин, по которым у молодых водителей проявляется действие этих факторов, является их склонность к риску. Подобное поведение является обычным явлением среди молодых водителей [7]. Высокая степень риска объясняется молодостью и неопытностью. Молодые мужчины чаще, чем более старшие, становятся жертвами аварий [6]. Управляя источником повышенной опасности, водитель несет ответственность не только за свою жизнь, но и за жизнь других участников движения. Склонность к риску водителя сильно зависит от возраста и может значительно влиять на условия эксплуатации транспортного средства. Готовность к риску прямо

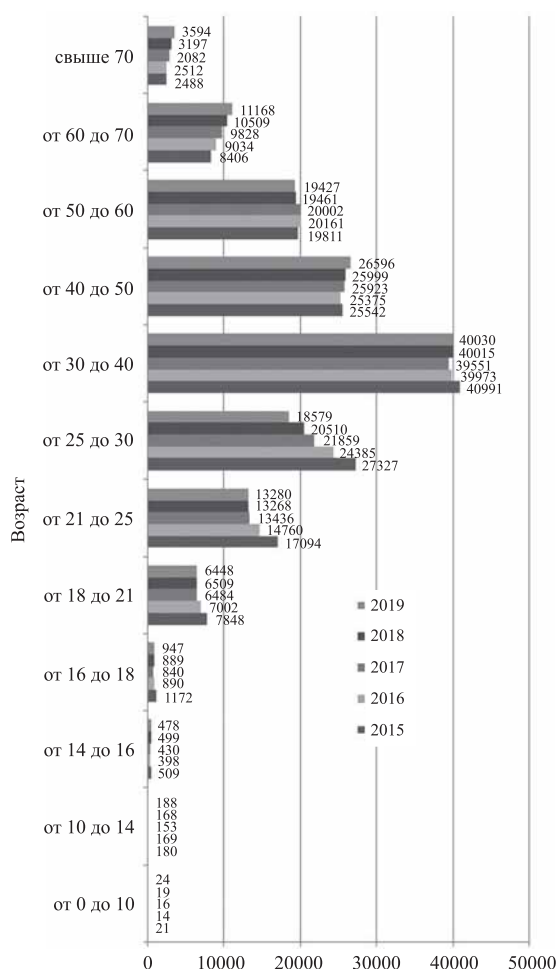


Рис. 1. Распределение водителей-виновников ДТП по возрасту за последние 5 лет

пропорциональна количеству допускаемых человеком ошибок, что в условиях дорожного движения приводит к увеличению количества ДТП. Как показали исследования в развитых странах, риск особенно велик в первые 12 месяцев после получения водительских прав. Факторы, влияющие на повышенный риск: характер вождения и состояние автомобиля; психологические особенности, например, жажда острых ощущений и чрезмерная самоуверенность; повышенная (по сравнению с людьми старшего возраста) чувствительность к алкоголю; превышение скорости или несоответствие скоростного режима общей скорости транспортного потока — самая распространенная ошибка у молодых водителей транспортных средств. Причиной серьезных аварий у молодых водителей также является езда по ночным улицам. Для молодых водителей риск растет по экспоненте вместе с ростом числа пассажиров [1]. Кроме того, молодые люди могут вести себя более рискованно, чем взрослые, потому что они более подвержены влиянию своих столь же склонных к риску сверстников [8]. Хотя сами молодые водители и отрицают, что свер-

стники влияют на безопасность движения, было замечено, что они обеспечивали скрытое социальное одобрение, смеясь над сообщениями о небезопасном и рискованном вождении [9]. В качестве меры, предупреждающей возникновение таких проблем в будущем, в Новой Зеландии в 1987 г. была впервые введена система поэтапного допуска лиц к управлению транспортным средством; теперь эта система широко используется в Канаде, в США и в ряде других стран. Эти системы предусматривают постепенный доступ к приобретению полных водительских прав для новичков-водителей автомобилей и двухколесного механического транспорта.

Система поэтапного доступа к управлению транспортным средством направлена на снижение высокого уровня рисков ДТП (которым подвержены начинающие, неопытные водители) за счет того, что вводится положение о стажировке, в течение которой такой водитель в плановом порядке проходит под руководством наставника специальный практический курс вождения; эта норма получила название "периода стажировки с вручением права вождения под руководством наставника". По завершении этого периода начинающему водителю выдается временное удостоверение на право управления автомобилем, в котором содержатся временные ограничения на управление автомобилем в отсутствие наставника. Обычно эти ограничения включают в себя запрет на управление автомобилем в ночное время, ограничивают число пассажиров, которых имеет право перевозить такой водитель, а также запрещение садиться за руль после употребления какого бы то ни было количества алкоголя. Все эти ограничения снимаются по мере приобретения молодыми водителями нужного опыта и в конце концов они получают полноценные права. Хотя вышеупомянутые условия для прохождения вышеуказанных трех этапов — ученическое удостоверение на право вождения автомобиля, временное удостоверение и стандартное удостоверение на право управления автомобилем разнятся от страны к стране, все они обеспечивают создание спокойной обстановки в условиях, пока начинающие водители набираются опыта.

Системы поэтапного доступа лиц к управлению транспортным средством доказали свою эффективность в деле сокращения числа аварий в жизни начинающих водителей. Сравнительные исследования такого опыта в Канаде, Новой Зеландии и в США свидетельствуют о снижении на 9...43 % числа аварий, в которые были вовлечены начинающие водители. Причины, по которым такое снижение должно было иметь место, пока что не до конца ясны. И все же, по всеобщему мнению, меры безопасности, которые обеспечивают такие мероприятия, проистекают как из уменьшения доли неопыт-

ных водителей среди всех участников движения, так и из совершенствования их опыта вождения за счет меньших рисков их повседневного вождения. Повышенный уровень риска аварийности у начинающих водителей — это всеобщее явление, так что системы поэтапного обретения водительских прав способны существенно сократить этот риск [1].

Для оценки индивидуальной склонности к риску проведено анкетирование двух возрастных категорий водителей: 200 молодых людей в возрасте 18—25 лет из числа студентов Волжского политехнического института (ВПИ (филиал) ВолгГТУ) и Волгоградского государственного технического университета (январь—февраль 2016 г.); также с использованием платформы <https://docs.google.com/forms> и наиболее активных сообществ водителей в социальных сетях "ВКонтакте" и "Facebook" опрошено (май—август 2020 г.) 100 водителей возрастной категории старше 25 лет (25—35 лет — 17 %, 35—50 лет — 42 %, старше — 50—41 %). Использовался тест "Склонность к риску" по [5].

Тест предусматривает следующую градацию: слишком осторожен, среднее значение, склонен к риску. Большинство опрошенных молодых водителей (82 %) имеют средние значения, однако и количество водителей, склонных к риску, велико (15 %) (см. рис. 2). Причем все водители, склонные к риску, находятся в возрастной группе от 18 до 21 года [3]. Среди водителей старшего возраста доля, склонных к риску, намного меньше — 6 %, слишком осторожны — 22 %, имеют средние значения — 72 % (рис. 3).

Интересно будет рассмотреть распределение ответов на каждый из вопросов, предложенных водителям, в обеих возрастных категориях.

1. Превысили бы Вы установленную скорость, чтобы быстрее оказать необходимую медицинскую помощь тяжелобольному человеку?

2. Согласились бы Вы ради хорошего заработка участвовать в опасной и длительной экспедиции?

3. Стали бы Вы на пути убегающего опасного взломщика?

4. Могли бы Вы ехать на подножке товарного вагона при скорости более 100 км/ч?

5. Можете ли Вы на другой день после бессонной ночи нормально работать?

6. Стали бы Вы первым переходить очень холодную реку?

7. Одолжили бы Вы другу большую сумму денег, будучи не совсем уверенным, что он сможет Вам вернуть эти деньги?

8. Вошли бы Вы вместе с укротителем в клетку со львами при его заверении, что это безопасно?

9. Могли бы Вы под руководством извне залезть на высокую фабричную трубу?

10. Могли бы Вы без тренировки управлять парусной лодкой?

11. Рискнули бы Вы схватить за уздечку бегущую лошадь?

12. Могли бы Вы после 10 стаканов пива ехать на велосипеде?

13. Могли бы Вы совершить прыжок с парашютом?

14. Могли бы Вы при необходимости проехать без билета от Таллина до Москвы?

15. Могли бы Вы совершить автотурне, если бы за рулем сидел Ваш знакомый, который совсем недавно был в тяжелом дорожном происшествии?

16. Могли бы Вы с 10-метровой высоты прыгнуть на тент пожарной команды?

17. Могли бы Вы, чтобы избавиться от затяжной болезни с постельным режимом, пойти на опасную для жизни операцию?

18. Могли бы Вы спрыгнуть с подножки товарного вагона, движущегося со скоростью 50 км/ч?

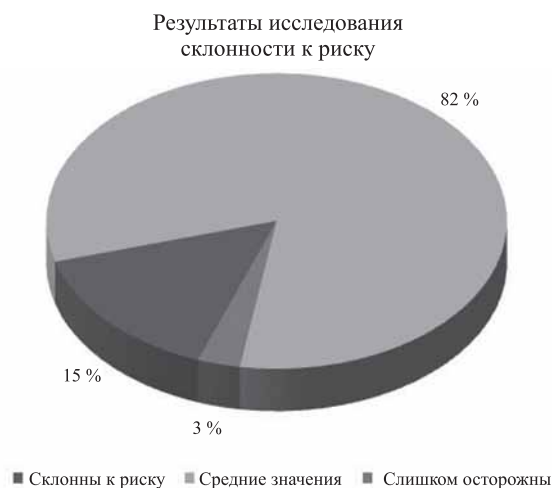


Рис. 2. Общие результаты исследования склонности к риску среди водителей в возрасте 18—25 лет

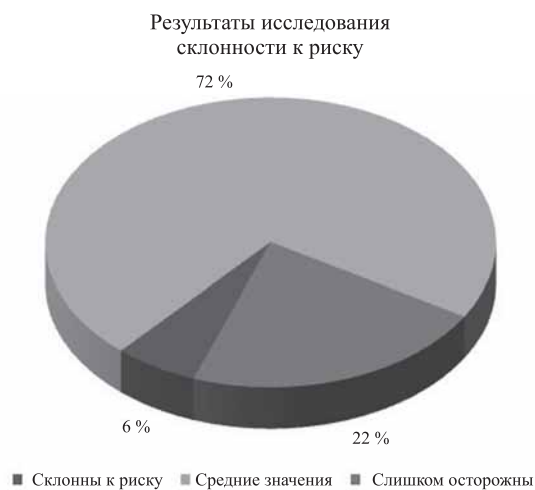


Рис. 3. Общие результаты исследования склонности к риску среди водителей в возрасте старше 25 лет

19. Могли бы Вы в виде исключения вместе с семьей другими людьми подняться в лифте, рассчитанном только на шесть человек?

20. Могли бы Вы за большое денежное вознаграждение перейти с завязанными глазами оживленный уличный перекресток?

21. Взались бы Вы за опасную для жизни работу, если бы за нее хорошо платили?

22. Могли бы Вы после 10 рюмок водки вычислять проценты?

23. Могли бы Вы по указанию Вашего начальника взяться за высоковольтный провод, если бы он заверил Вас, что провод обесточен?

24. Могли бы Вы после некоторых предварительных объяснений управлять вертолетом?

25. Могли бы Вы, имея билеты, но без денег и продуктов, доехать из Москвы до Хабаровска?

Как видно из представленных диаграмм (рис. 4), для водителей старшего возраста по большинству вопросов возрастает доля ответов "Полное несогласие" и "Скорее нет, чем да". У молодых водителей распределение ответов более равномерное, в то время как у старших чаще проявляются однозначные ответы.

Как видно из результатов исследования, доля, склонных к риску среди молодых водителей,

в 2,5 раза выше, чем у водителей старшего возраста. Наряду с распространенным в молодежной среде представлением о своем превосходстве в работоспособности и скорости реакции, познаниях в области технических знаний об автомобиле, это является причиной огромного числа ДТП, в том числе с погибшими и ранеными.

Для улучшения ситуации в России предлагается, во-первых, на этапе подготовки водителя в автошколе необходимо не только теоретические и практические занятия по вождению, но и работа с психологом, чтобы еще до того как выпускать потенциально опасного водителя на дорогу, выявить его опасные качества и указать на их наличие и возможные варианты снижения потенциальных рисков. Становясь активным участником дорожного движения, молодой человек должен знать свои слабые стороны и быть готовым сдерживать и контролировать себя. Во-вторых, возможно опираясь на опыт зарубежных стран (Канада, Австралия, США), накладывать некоторые ограничения на управление транспортным средством молодыми водителями. Это может быть ограничение мощности автомобиля, запрет на езду в темное время суток, в сложных дорожных условиях, перевозку пассажиров. Эти меры, вместе с общегосударственным комплексом мероприятий по снижению аварийности, должны помочь снизить количество дорожно-транспортных происшествий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Всемирный доклад о предупреждении дорожно-транспортного травматизма** / Пер. с англ. — М.: Вест Мир, 2004. — 280 с.
2. Показатели состояния безопасности дорожного движения. [Электронный ресурс]. URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения 19.10.2020).
3. **Попов А. В., Гончаревич Д. В., Соколов Р. О.** Проблемы молодежной аварийности // Автотранспортное предприятие. — 2016. — № 5. — С. 14—17.
4. **Попов А. В.** Дорожно-транспортные происшествия. Проблемы высокой аварийности в Российской Федерации: монография. — Волгоград: ВПИ (филиал) ФГБОУ ВО ВолгГТУ, 2020. — 273 с.
5. **Райгородский Д. Я.** Практическая психодиагностика. Методики и тесты: учебное пособие. — Самара: Издательский дом "БАХРАХ-М", 2001. — 672 с.
6. **Besharati M. M., Tavakoli Kashani A.** Factors contributing to intercity commercial bus drivers' crash involvement risk // Archives of Environmental & Occupational Health. — No. 73 (4). — P. 243—250. DOI: 10.1080/19338244.2017.1306478.
7. **Fergusson D., Swain-Campbell N., Horwood J.** Risky driving behaviour in young people: prevalence, personal characteristics and traffic accidents // Australian and New Zealand Journal of Public Health. — 2003. — No. 27 (3). — P. 337—342. DOI: 10.1111/j.1467-842x.2003.tb00404.x.
8. **Gardner M., Steinberg L.** Peer Influence on Risk Taking, Risk Preference, and Risky Decision Making in Adolescence and Adulthood: An Experimental Study // Developmental Psychology. — 2005. — No. 41 (4). — P. 625—635. DOI: 10.1037/0012-1649.41.4.625.
9. **Hu T.-Y., Xie X., Li J.** Negative or positive? The effect of emotion and mood on risky driving // Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour. — 2013. — 16. — P. 29—40. DOI:10.1016/j.trf.2012.08.009.

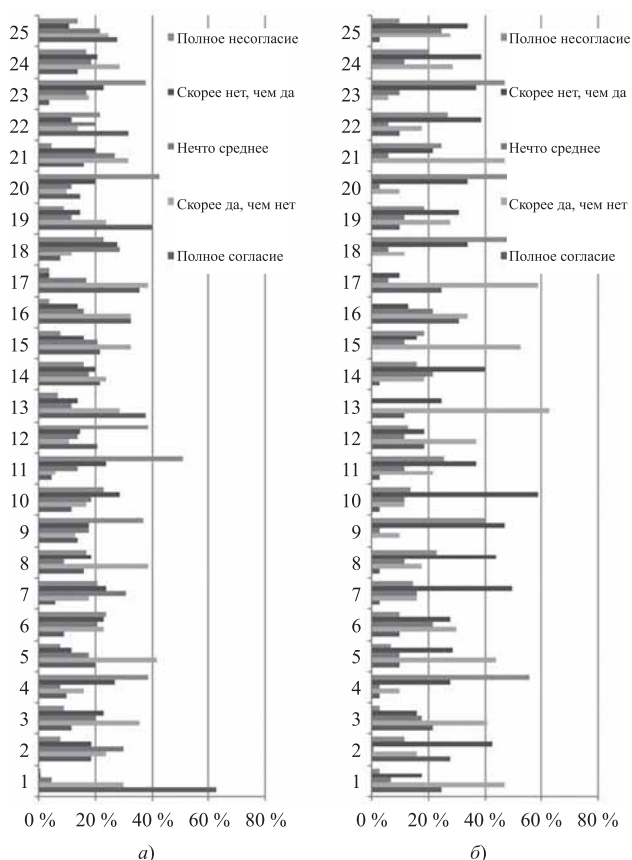


Рис. 4. Распределение ответов на вопросы теста:

а — водители в возрасте 18—25 лет; б — водители старше 25 лет

УДК 625.748.32

DOI: 10.36652/1684-1298-2021-6-43-48

К. П. Андреев, канд. техн. наук, доцент, e-mail: kosta066@yandex.ru,

С. Н. Борычев, д-р техн. наук, профессор, e-mail: sisim62@mail.ru,

В. В. Терентьев, канд. техн. наук, доцент, e-mail: vvt62ryazan@yandex.ru,

А. В. Шемякин, д-р техн. наук, доцент, e-mail: shem.alex62@yandex.ru, ФГБОУ ВО "Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева", г. Рязань

ДОРОЖНЫЕ ОГРАЖДЕНИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ

Совершенствование системы предупредительных мер, направленных на снижение тяжести последствий от дорожно-транспортных происшествий, является актуальной задачей. Смертность на дорогах постоянно увеличивается и необходимо обеспечить комплексный подход к созданию безопасных условий дорожного движения. Целью данного исследования является анализ перспективных конструкций дорожных ограждений, предназначенных для предупреждения неуправляемого съезда транспортных средств с проезжей части автомобильной дороги и разработка конструкции энергопоглощающего ограждения. Барьерные ограждения должны быть не только безопасными для участников дорожного движения, но и обеспечивать их безопасность, а также сохранять элементы после наезда на ограждение. Проведенные аналитические исследования показали, что для снижения механических повреждений транспортных средств и уменьшения тяжести травм водителя и пассажиров необходима разработка конструкции дорожного ограждения, позволяющей гасить энергию удара в момент контакта автомобиля и ограждения.

Ключевые слова: ограждение, барьер, безопасность, дорожно-транспортное происшествие.

Improving the system of preventive measures aimed at reducing the severity of the consequences of road accidents is an urgent task. Road deaths are constantly increasing and there is a need for a comprehensive approach to creating safe road conditions. The purpose of this study is to analyze the promising designs of road barriers designed to prevent uncontrolled exit of vehicles from the roadway of the highway and to develop the design of energy-absorbing fencing. Barrier barriers must not only be safe for road users, but must also ensure their safety, as well as preserve the elements after hitting the fence. Analytical studies have shown that in order to reduce mechanical damage to vehicles and reduce the severity of injuries to the driver and passengers, it is necessary to develop a road fence design that allows you to extinguish the impact energy at the moment of contact between the car and the fence.

Keywords: fencing, barrier, safety, traffic accident.

Ссылка для цитирования

Андреев К. П., Борычев С. Н., Терентьев В. В., Шемякин А. В. Дорожные ограждения: современные решения для повышения безопасности движения // Грузовик. — 2021. — № 6. — С. 43—48

Постоянно возрастающая интенсивность дорожного движения и увеличение допустимых скоростей предъявляют более строгие требования к дорожной инфраструктуре и использованию систем безопасности дорожного движения. Дорожная инфраструктура и обочины могут быть фактором, вызывающим дорожно-транспортные происшествия (ДТП), основной причиной которых являются ошибки участников дорожного движения при управлении автомобилем [1–3]. ДТП, обусловленные съездами с дороги, по-прежнему являются частым нежелательным явлением на

дорогах вне города. Когда автомобили выезжают с дороги, они переворачиваются, вторгаются в районы, непосредственно прилегающие к дороге (тротуар, общественные объекты, встречная полоса), врезаются в придорожные объекты (деревья, столбы (рис. 1, а), насыпи) или защитные ограждения (рис. 1, б).

Объективная оценка уровня безопасности движения по автомобильным дорогам свидетельствует о том, что постоянно увеличивающийся трафик является причиной возникновения большого количества конфликтных ситуаций и, как



а)



б)

Рис. 1. Последствия ДТП, вызванных съездом автомобилей с дороги

следствие, приводит к росту количества дорожно-транспортных происшествий (ДТП). Движение по современным автомобильным магистралям требует от водителей повышенной концентрации внимания при управлении транспортными средствами и постоянного совершенствования своих профессиональных навыков, а также неукоснительного соблюдения правил дорожного движения. В настоящее время очевидно, что изменить ситуацию с ростом дорожного травматизма только принятием решений на законодательном уровне не представляется возможным. Рост числа административных санкций следует рассматривать только как превентивную меру (в большинстве случаев — это наказание за уже совершенное нарушение правил дорожного движения), нередко действующую только в местах присутствия сотрудников дорожной полиции или в зоне действия установленных камер видеофиксации. Число ДТП со смертельным исходом и тяжелых травм, полученных в результате происшествий, может быть уменьшено за счет применения комплексного подхода к обеспечению безопасности на дорогах. Стратегии и программы по улучшению дорожного движения должны включать следующие меры: снижение риска возникновения дорожно-транспортных происшествий, предотвращение несчастных случаев, сокращение числа телесных повреждений, полученных в результате дорожно-транспортных происшествий, и уменьшение последствий травм за счет улучшения медицинского обслуживания после дорожно-транспортных происшествий [4, 5].

В докладе Всемирной организации здравоохранения отмечается, что смертность в результате

ДТП продолжает расти, составляя 1,35 млн случаев смерти в год, а травмы, полученные в автомобильных авариях, являются восьмой по значимости причиной смерти [6]. При этом риск гибели в результате ДТП в странах с низким уровнем дохода по-прежнему в три раза превышает аналогичный показатель в странах с высоким уровнем дохода. Самые высокие показатели наблюдаются в Африке (26,6 случая на 100 000 чел.), а самые низкие — в Европе (9,3 случая на 100 000 чел.). По данным официальной статистики, в Российской Федерации в 2020 г. произошло более 145 тыс. ДТП, в которых 16 152 чел. погибло и 183 040 чел. получили травмы различной степени тяжести. Эта печальная статистика требует разработки современных способов предотвращения аварийных ситуаций на автомобильных дорогах. В ряде стран на законодательном уровне приняты решения о снижении показателей дорожного травматизма. Главная цель таких решений — "Vision Zero" — количество смертельных ДТП должно быть сведено к нулю в долгосрочной перспективе. В январе 2018 г. Правительство РФ утвердило Стратегию безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018—2024 гг., в которой заявлено, что одним из основных направлений ее реализации является совершенствование улично-дорожной сети по условиям безопасности дорожного движения, включая развитие работ по организации дорожного движения.

Согласно статистическим данным примерно каждое четвертое происшествие на дороге обусловлено непреднамеренным (неуправляемым) съездом автомобилей с проезжей части, которые характеризуются серьезными повреждениями

транспортных средств, гибелью и травмированием людей, а также материальным ущербом от повреждения перевозимого груза. Деформированный кузов может создавать дополнительные трудности по эвакуации водителя и пассажиров из поврежденного автомобиля. Учитывая высокую вероятность получения тяжелых травм людьми и серьезных механических повреждений транспортного средства при наезде на препятствие (ограждение), необходимо, чтобы в случае выхода автомобиля за пределы дороги, он, врезавшись в дорожное ограждение, не возвращался на полосу движения, а повреждения у него при этом были минимальны [7, 8].

Одним из способов повышения безопасности дорожного движения является использование дорожных удерживающих систем, которые позволяют не только сократить количество дорожно-транспортных происшествий, но и снизить тяжесть их последствий [9, 10]. Устройства безопасности дорожного движения можно разделить на две группы. Активные устройства предназначены для поглощения ударов вышедших из-под контроля транспортных средств, включая столкновения и аварии. Они специально разработаны для минимизации последствий таких событий, особенно с участием людей (травмы или смерть). Пассивные устройства не вступают в прямой контакт с транспортными средствами, попавшими в аварию, и используются только для организации и контроля дорожного движения, а также информирования автомобилистов и других участников дорожного движения о рисках безопасности или задержках движения.

Устройства безопасности дорожного движения — это группа технических средств, которые позволяют уменьшить вероятность и последствия ДТП, связанного со съездом автомобилей с дороги. Устройства безопасности дорожного движения также предназначены для защиты участников дорожного движения от риска получения травмы или смерти. К ним относятся:

— оборудование для обеспечения безопасности движения (барьеры безопасности, энерго-сберегающее оборудование, пассивные опорные конструкции);

— устройства разметки движения (вертикальная разметка, горизонтальная разметка).

Основным средством удержания автомобиля на дороге является барьер безопасности, который устанавливается на объектах дорожной инфраструктуры с наибольшим риском съезда автомобилей с дорожного покрытия (мостах, эстакадах,

участках дороги, рядом с которыми есть фиксированные препятствия). Барьеры используются для разделения встречных транспортных потоков, для изоляции объектов на обочине дороги (деревья, здания, водоемы) от возможного взаимодействия с транспортным средством, а также предупреждения доступа животных на проезжую часть. Если защитные ограждения правильно спроектированы и установлены, то они должны соответствовать ряду функциональных возможностей (безопасность, надежность, долговечность, дневная и ночная видимость).

Функциональность — это основной показатель, который помогает оценить, соответствует ли устройство своему назначению. Функциональность (практичность) устройств безопасности дорожного движения означает, что они должны оставаться в рабочем состоянии 24 ч в сутки 365 дней в году.

Функциональность устройств безопасности дорожного движения характеризуется следующими показателями:

1) надежность, т. е. поддержание высокого уровня готовности;

2) обеспечение стабильной функциональности в случае неправильного поведения водителей или при выходе автомобиля из строя;

3) мониторинг основных параметров устройств (например, плохое состояние, снижение технических и эксплуатационных характеристик) путем обслуживания, обмена или использования более современных решений, оперативный ремонт повреждений и поломок.

Функциональность предохранительных устройств зависит от типа и прочности материала, из которого они изготовлены, а также условий, в которых они используются (климатические параметры, техническое обслуживание, возникновение микродефектов из-за наезда автомобилей).

Основные требования к функциональности барьеров безопасности отражены в первую очередь в ГОСТ 26804—2012 "Ограждения дорожные металлические барьерного типа. Технические условия". Это незаменимый документ, используемый для разработки безопасных дорожных ограждений. Он устанавливает критерии и методы контроля дорожных удерживающих устройств, включая барьеры безопасности, прежде чем они могут быть использованы на дорогах общего пользования.

Важным аспектом при эксплуатации защитных ограждений барьерного типа является своевременное восстановление поврежденных защитных

барьеров. Невыполнение этого требования может привести к потере функциональности. Барьеры безопасности часто получают незначительные повреждения, такие как мелкие вмятины — результат столкновений на малых скоростях и малых углах въезда. Незначительные повреждения также могут быть вызваны текущими работами по техническому обслуживанию, уборкой снега, кошением травы, а также воздействием погодных условий. Независимо от причины поломки при техническом обслуживании очень важно уметь определять те дефекты, которые при отсутствии ремонта могут иметь фатальные последствия. В случае отсутствия надлежащего ухода за барьерными ограждениями организации, отвечающие за эксплуатацию дороги, могут быть привлечены к ответственности за несоблюдение их защитных характеристик.

В настоящее время существует большое количество научных трудов как зарубежных, так и отечественных авторов, посвященных теме дорожных ограждений. Авторы в своей статье [11] представили подробный анализ барьерных ограждений, применяемых в строительстве автомобильных дорог многих стран мира. В работе рассмотрены теоретические и эмпирические аспекты дорожных ограждений. Проведен анализ традиционных дорожных барьеров, новых зарубежных разработок, а также представлен новый вид ограждения из габионов, который практически никем из исследователей не рассматривался в качестве инструмента для защиты от дорожно-транспортных происшествий на автомобильных дорогах. Для проведения эмпирической оценки преимущества габионов от классических барьерных ограждений в статье была представлена модель ограждения, а также программные пакеты, с помощью которых возможно оценить эффективность применения габионов в качестве барьеров безопасности. Проведенное исследование и опыт дорожно-мостового строительства ряда стран, включая и отечественный опыт последних лет, продемонстрировал, что габионные конструкции обладают весьма широкими возможностями и свойствами, такими как экономичность, прочность и долговечность, которые являются ключевыми в строительстве автомобильных дорог. Также следует подчеркнуть исследование британских авторов [12], которые в своем исследовании оценивали потенциал габионов в качестве барьеров безопасности на автомобильных дорогах (рис. 2).

Для достижения поставленной цели авторы создали прототип барьера безопас-

ности из габионов, который в процессе исследования был подвергнут тотальной доработке и испытанию с помощью краш-тестов в соответствии с Европейскими стандартами EN1317 для защитных барьеров N1. Благодаря проделанным краш-тестам в эмпирической части работы авторы выявили, что столкновение автомобиля и барьера безопасности из габионов привело к опрокидыванию транспортного средства и разрыву габионной сетки. В отличие от классических ограждений конструкции из габионов обладают множеством преимуществ, благодаря которым можно достичь снижения риска возникновения аварий, а также тяжести последствий для человека [13].

Французские ученые, проводившие исследование по оценке влияния продольных барьеров, расположенных на средних полосах и жестких обочинах платных автомагистралей, на тяжесть аварии транспортных средств, съезжающих с проезжей части. Исследование было основано на авариях, связанных только с травмами и материальным ущербом, зарегистрированных за 15 лет на французской сети платных автомагистралей протяженностью около 2000 км. При съезде с проезжей части на твердое плечо риск травматизма был уменьшен вдвое продольным барьером. Специфическое одностороннее W-лучевое ограждение ("GS4") оказалось лучшим решением для легковых автомобилей, и даже для автобусов и грузовиков. Это не влияет на целесообразность специальных ограждений для мостов или бетонных барьеров, когда требуется узкая рабочая ширина. Продольные барьеры вносят важный вклад в безопасность участников дорожного движения, обеспечивая "прощающую" инфраструктуру в случае съезда транспортного средства с дороги, при условии, что на проезжей части находится очень мало моторизованных двухколесных транспортных средств [14].

Сотрудниками Оренбургского государственного университета были проведены исследова-

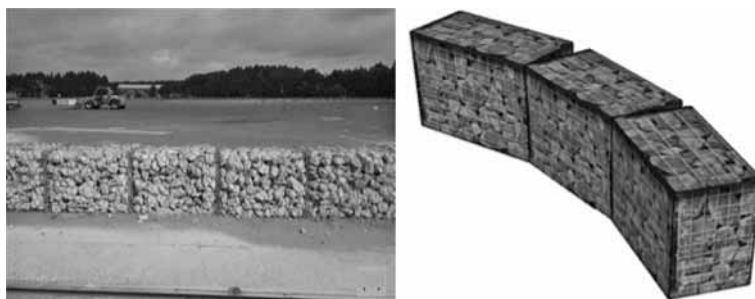


Рис. 2. Барьерное ограждение из габионов

ния безопасного ограждающего средства под названием Road Roller System (дорожная роликовая система) — новый вид систем дорожной безопасности, рассеивающей силу удара. Вместо прочной металлической балки эта конструкция использует множество роликов. Когда автомобиль попадает в "роликовое ограждение", даже под прямым углом, они перенаправляют силу удара автомобиля, превращая ту энергию, которая могла быть фатальной, в гораздо менее сильный удар. Технически Road Roller System состоит из прочных стальных труб, между которыми располагаются пластиковые, крутящиеся вокруг своей оси ролики. Ролики выполнены в ярко-желтом цвете со светоотражающими полосками (рис. 3).

В момент наезда автомобиля на ограждение оно прогибается и работает как амортизатор, принимая на себя большую часть удара, а ролики вращаются, за счет чего гасят у автомобиля инерцию и меняют траекторию аварийного движения (разворачивают автомобиль боком к ограждению и плавно возвращают его на дорогу). В результате снижается характер и количество поврежденных автомобилей, количество травм находящихся внутри людей, а вероятность переворота сводится к минимуму [15].

Австралийские ученые [16] провели исследования с целью изучения реакции на удар портативного водонаполненного барьера (PWFB), который обладает потенциалом поглощения энергии удара и, следовательно, обеспечивает смягчение последствий аварии при низких и умеренных скоростях. Современные исследования ударной и энергопоглощающей способности водонапол-

ненных барьеров безопасности дорожного движения ограничены из-за сложности взаимодействия флюид-структуры при динамическом воздействии. В настоящей работе разработан новый метод взаимодействия жидкости и структуры, основанный на сочетании гидродинамики гладких частиц и метода конечных элементов. Явление "всплески воды внутри PWFB" исследуется для изучения способности поглощения энергии водой при динамическом воздействии. Было установлено, что вода играет важную роль в поглощении энергии. Анализ связи, разработанный в этой статье, обеспечит платформу для дальнейших исследований по оптимизации поведения PWFB. Исследовано влияние количества воды на ее энергопоглощающую способность и полученные результаты нашли практическое применение при проектировании PWFB.

Для снижения тяжести последствий при ДТП авторы [17] предлагают использовать в дорожных ограждениях торсионные энергопоглощающие элементы, принцип действия которых основан на рассеивании энергии ударного воздействия за счет пластического кручения металлических стержней. Выбор именно торсионных элементов основан на их совокупности положительных качеств. Торсионные энергопоглощающие элементы обладают удельной энергоемкостью, превышающей аналогичные показатели известных амортизаторов, могут размещаться в узких зазорах, весьма технологичны в изготовлении и просты в эксплуатации. Их силовая характеристика практически не зависит от скорости воздействия и параметров окружающей среды. Кроме того, торсионный энергопоглощающий элемент обладает и другим положительным качеством, заключающемся в том, что частично или полностью деформированный элемент может быть многократно приведен в исходное положение, а его энергопоглощающая способность восстановлена.

Представленный обзор современных конструкций дорожных ограждений позволяет сформулировать вывод о том, что при выборе решения об установке ограждающей конструкции на конкретном участке автомобильной дороги необходимо, в первую очередь, руководствоваться ее функциональными характеристиками с учетом анализа статистической информации о наиболее типичных видах аварийных ситуаций, а не экономической составляющей [18]. Комплексный подход к исследованию функцио-



Рис. 3. Дорожная роликовая система (Road Roller System)

нальности защитных ограждений и ее влиянию на исход ДТП, вызванных съездом транспортных средств с дороги, позволит определить дальнейшее направление совершенствования конструкций устройств безопасности дорожного движения. Разработка новых типов барьерных ограждений, учитывающих изменения тягово-скоростных характеристик современных автомобилей, приведет к уменьшению тяжести дорожно-транспортных происшествий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Дорохин С. В., Терентьев В. В., Андреев К. П.** Безопасность на дорогах: проблемы и решения // Мир транспорта и технологических машин. — 2017. — № 2. — С. 67—73.
2. **Терентьев В. В.** Безопасность автомобильных перевозок: проблемы и решения // Труды международного симпозиума "Надежность и качество". — 2017. — Т. 1. — С. 133—135.
3. **Андреев К. П., Молотов С. С., Терентьев В. В.** Повышение безопасности дорожного движения // В сб.: Проблемы функционирования систем транспорта. — Тюмень, 2017. — С. 12—18.
4. **Goniewicz K., Goniewicz M., Pawłowski W., Fiedor P.** Road accident rates: strategies and programmes for improving road traffic safety // European Journal of Trauma and Emergency Surgery. — 2015. — Vol. 42. — No. 4. DOI: 10.1007/s00068-015-0544-6.
5. **Andreev K., Terentyev V.** Development of strategies for the development of urban passenger transport in EurAsEC countries // E3S Web of Conferences. — 2019. — 135, 02013. DOI: 10.1051/e3sconf/201913502013.
6. **World Health Organization.** WHO global status report on road safety 2018: Geneva: World Health Organization, 2018. https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/Press-release-GSRRS2018-RU.pdf?ua=1.
7. **Андреев К. П., Терентьев В. В., Шемякин А. В.** Применение дорожного энергопоглощающего ограждения для повышения безопасности дорожного движения // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. — 2018. — № 1. — С. 5—12.
8. **Терентьев В. В., Андреев К. П.** Разработка конструкции энергопоглощающего дорожного ограждения // В сб.: Проблемы исследования систем и средств автомобильного транспорта. Материалы Международной очно-заочной науч.-техн. конф. — 2017. — С. 61—65.
9. **Butāns Ž., Gross K., Gridnevs A., Karzubova E.** Road Safety Barriers, the Need and Influence on Road Traffic Accidents // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. — 2015. — 96. — 012063. DOI: 10.1088/1757-899X/96/1/012063.
10. **Трапезников А. А.** и др. Матричный метод выбора ограждений безопасности на автомобильных мостах и дорогах // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. — 2019. — № 4. — С. 13—25. DOI: 10.15593/24111678/2019.04.02.
11. **Бадоян Н. Ш., Щепетева Л. С., Пугин К. Г.** Обоснование применения габионных конструкций для создания барьерных ограждений при строительстве автомобильных дорог // Интернет-журнал "Транспортные сооружения". — 2019. — № 2. URL: <https://t-s.today/PDF/05SATS219.pdf>.
12. **Amato G., O'Brien F., Ghosh B., Simms C.** Gabions: evaluation of potential as low-cost roadside barriers // International Journal of Crashworthiness. — 2015. — Vol. 20. — No. 1. — P. 12—26. DOI: 10.1080/13588265.2014.949038.
13. **Amato G., O'Brien F., Simms C., Ghosh B.** Multibody modelling of gabion beams for impact applications // International Journal of Crashworthiness. — 2015. — No. 18. — P. 237—250. DOI: 10.1080/13588265.2013.775739.
14. **Martin J., Mintsá-Eya C., Goubel C.** Long-term analysis of the impact of longitudinal barriers on motorway safety // Accident Analysis and Prevention. — 2013. — No. 59. — P. 443—451. DOI: 10.1016/j.aap.2013.06.024.
15. **Дергунов С. А., Орехов С. А., Тарановская Е. А., Самигуллин Н. Р.** Дорожные барьеры, рассеивающие энергию воздействия // Тенденции развития науки и образования. — 2017. — № 26-4. — С. 69—71. DOI: 10.18411/lj-31-05-2017-72.
16. **Thiyahuddin I., Gu Y., Thambiratnam D., Gudimetla P.** Impact and energy absorption of road safety barriers by coupled SPH/FEM // International Journal of Protective Structures. — 2012. — Vol. 3. — No. 3. P. 257—273. DOI: 10.1260/2041-4196.3.3.257.
17. **Решенкин А. С.** и др. Повышение энергопоглощения дорожных барьеров // Теоретическая и прикладная наука. — 2015. — Вып. 10. — № 30. — С. 105—110. DOI: 10.15863/TAS.2015.10.30.23.
18. **Терентьев В. В., Андреев К. П., Киселев В. А., Мелькумова Т. В., Шемякин А. В.** Принципиальные предложения и решения по основным мероприятиям организации дорожного движения // Грузовик. — 2020. — № 3. — С. 37—42.

Технический редактор *Е. М. Патрушева*. Корректор *Е. В. Комиссарова*

Сдано в набор 10.04.2021. Подписано в печать 19.05.2021. 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 "Авансед солюшнз". 119071, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 19, стр. 1. Сайт: www.aov.ru