

Реваз Велиджанашвили, Георгий Тедорадзе, Мариам Турманидзе, Автандил Фарнаози  
*Грузинский технический университет, Тбилиси, Грузия*

## АВТОМОБИЛЬНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Для повышения эффективности эксплуатации автомобилей одним из самых важных факторов является обеспечение адаптации тягово-скоростных свойств автомобильного транспортного предприятия (АТП) с условиями движения. Одним из эффективных методов достижения последнего является выбор АТП по мощности двигателя в соответствии с условиями движения.

Установлено, что для оценки тягово-скоростных свойств автотранспортного средства и ее адаптации в реальных дорожных условиях в транспортных потоках, за характеристический интегральный показатель принята удельная мощность АТС, которая характеризует её уровень энерговооружённости, автомобили с низкой удельной мощностью на подъёмах двигаются на низких скоростях, на более низких передачах уровнях и более высоких режимах нагрузки двигателя, вследствие чего увеличивается расход топлива; вместе с тем затруднено движение транспортных потоков и снижается безопасность дорожного движения. Применением автомобилей с высокой удельной мощностью указанные параметры улучшаются.

**Ключевые слова:** автомобильные перевозки, условия движения, транспортные потоки, безопасность дорожного движения.

**Введение.** Согласно проводимым в Грузии исследованиям, для повышения эффективности автомобилей при грузовых перевозках одним из наиболее важных факторов является обеспечение адаптации тягово-скоростных свойств автомобильного транспортного предприятия (АТП) с условиями движения. Одним из эффективных методов достижения последнего является выбор АТП по мощности двигателя в соответствии с условиями движения, что обуславливает увеличение средней скорости движения и производительности, минимальные затраты топлива и других материальных средств.

Для Грузии с точки зрения повышения эффективности грузовых перевозок, принимая во внимание особенности эксплуатационных условий Грузии, разработка методов определения рациональной мощности грузовых автотранспортных средств и создание надлежащего парка АТС, на сегодняшний день является актуальной проблемой.

Исходя из вышесказанного в заданных условия дорожного движения рациональный показатель удельной мощности АТС должно рассматриваться то значение, которое обуславливает адаптацию эксплуатационных свойств АТС с учётом условий дорожного движения, полную реализацию и с минимальными затратами обеспечит максимальную удельную производительность грузовых перевозок автомобилями.

Вместе с тем улучшит движение замедленного транспортного потока и безопасность дорожного движения. При использовании автомобилей с высокой удельной мощностью соответственно улучшаются все указанные параметры. На сегодняшний день в целом ряде экономически развитых стран установлены минимальные требования к удельной мощности грузового автопоездов. Для достижения высокой эффективности автомобилей недостаточно только ее конструктивное совершенство, но также необходимо выбирать значения эксплуатационных характеристических параметров качества в соответствии с условиями работы.

В то же время следует отметить, что увеличение удельного значения мощности АТС выше определённого значения может привести к снижению эффективности АТС, если не произойдёт полной реализации увеличенной удельной мощности в заданных условия дорожного движения. В результате, темп роста средней скорости движения и производительность значительно сократятся, а дорожный расход топлива и расходы по перевозкам увеличатся. Исходя из вышеуказанного, в заданных условиях дорожного движения за рациональное значение удельной мощности АТС должно приниматься то значение удельной мощности, которое обуславливает полную реализацию эксплуатационных свойств АТС, и вместе с тем максимальную удельную производительность перевозок грузов с минимальными материальными затратами.

**Анализ.** В Грузии увеличение эффективности грузовых перевозок рассматривается как сокращение затрат на перевозку автотранспортом грузов в характерных для нашей страны эксплуатационных условиях на основе технического и организационного совершенствования процесса транспортирования. Основной эффект в результате технического и организационного

совершенствования производственного процесса перевозок выражается в сокращении времени перевозок и затрат на топливо

Основными характеристическими факторами для грузовых автомобильных перевозок (ГАП) являются:

- Широкая география сообщения;
- Широкая номенклатура перевозимых грузов;
- Принцип перевозок грузов “от двери до двери”;
- Мобильность и удобность перевозок.

Условия работы грузового автомобильного подвижного состава подразделяются на следующие группы [1,2]:

1. Условия транспортировки;

2. Дорожные условия:

- расположение перевозок: район, регион, страна, группа стран;
- рельеф: равнинный, холмистый, горный, высокогорный;
- тип дорожного покрытия и состояние с точки зрения проходимости, ее прочность и грузоподъемность;
- дорожные сооружения: мосты, тоннели, эстакады, защитные конструкции, прочность водопровода и других устройств, исправность и эксплуатационное состояние;
- параметры и частота продольных и поперечных профилей элементов дорог, высота от уровня моря: подъемы и спуски, их длины и уклоны, повороты и вертикальные кривые, их радиусы, серпантины и виражи, количество полос движения, ширина полосы.
- уровень информационных указателей, организация дорожного движения.

При выборе парка все вышеуказанные условия эксплуатации для грузовых автомобильных перевозок предъявляют определенные требования. Так, например, согласно физическим свойствам груза, объему, весу, форме и типу тары должны выбираться тип кузова автомобиля (платформа, цистерна, фургон и т.д.) и его вместимость. Объемы и партий перевозок, а также условия погрузки-разгрузки кузова должны быть предусмотрены при выборе грузоподъемности и специализации подвижного состава.

Своевременность и расстояние перевозок определяет скорость движения транспортного средства, запас хода. С точки зрения защиты груза от климата и воздействия на окружающей среды должны быть учтены специальной конструкцией кузова. Согласно климатических условий должны быть созданы условия сохранения необходимых температурных режимов в кабине водителя и для груза. Для достижения высокой эффективности автомобиля необходима высокоразвитая сеть их технического обслуживания и ремонта.

На территории Грузии распространены в основном умеренные климатические условия, а дорожные условия вследствие сложного географического рельефа местности включают как равнинные, так и холмистые и горные дороги.

Вследствие увеличенного спроса на автомобильные перевозки, характеризуется большой интенсивностью движения и сложным составом транспортного потока, что оказывает существенное влияние на эффективность перевозок. Так, например, если на дорогах равнинного рельефа при низком уровне интенсивности движения средняя скорость движения грузовых автомобилей на 15-20% выше, чем при средней интенсивности движения, на горных дорогах эта разница средней скорости может достигнуть 40-50%. Таким образом, влияние дорожных условий в Грузии на эффективность грузовых перевозок особенно важна и при выборе грузового подвижного состава для перевозок учитывание его и условий движения транспортного потока является актуальным вопросом. Элементы продольного и поперечного профиля дороги, которые оказывают решающее влияние на формирование режимов работы автомобиля. К ним относятся ширина дороги, количество полос движения, величина продольных уклонов и их длина, величина радиусов поворота, расстояние видимости проезжей части дороги, взаимное чередование элементов продольного и поперечного профиля дороги, состояние и тип дорожного покрытия.

Общим показателем эффективности работы грузового автомобильного транспорта является объем перевозимого груза. На Рис. 1 представлены изменения объема перевезенных в Грузии грузовым автомобильным транспортом грузов по годам [3]. Эти данные показывают, что объем перевозок автомобильным транспортом в последние годы менее изменчив.

Суммарный объем перевезенных грузов за 2011-2015 гг. в Грузии в отраслях транспорта (автомобильном, воздушном, железнодорожном) представлен на рис. 1. Как показывают эти данные, за 2015 г. показатели минимальны за 5-летний период, как в случае обработанных грузов в морских портах и терминалах (в 2015 году 19,2 млн тонн), так и в случае суммарно перевезенных отраслями транспорта (автомобильном, гражданской авиацией, железной дорогой) грузов (в 2015 году 44,2 млн тонн).



Рисунок. 1: Динамика объема обработанных грузов, за 2011-2015 гг. (млн. т).

В Грузии за последний период было перевезено автомобильным транспортом около 28 миллионов тонн грузов, что составляет около 60% от общего объема перевозимых грузов, и соответствует примерно выполненной за 1-1,25 млрд Лари работам. Средняя длина перевозки груза составляет 160-180 км, на основе чего ежегодно выполненная работа (грузооборот) будет равен в среднем 1 млрд 960 млн т/км [3].

Для достижения высокой эффективности грузовых автомобильных перевозок значения коэффициентов использования грузоподъемности и пробега автомобиля должно быть более 0,7, а время на погрузку-разгрузку не должно превышать в среднем 0,3-0,5 ч. В грузовых автомобильных перевозках в Грузии эти показатели составили в среднем 0,5 и 1-1,5 часа и ниже указанных норм. Чем более адаптирован к условиям эксплуатации выбранный для грузовых перевозок автомобиль, тем более он рентабелен. При транспортировке груза АТП выполняет транспортную работу, которая равна выраженному в тоннах произведения количества перевезенного груза на расстояние перевозки:

$$P = Q \cdot l_g, \text{ т.км} \quad (1)$$

где:  $P$  - совершённая работа, т.км;

$Q$  - количество перевезённого груза, т;

$l_g$  - расстояние перевозки грузов, км.

Но определённая транспортная работа  $P$  является лишь частью цикла транспортного процесса. Последний охватывает множество факторов.

Оценка воздействия технического показателя тягово-скоростных свойств АТП на его эффективность необходимо проводить согласно выполненной в единицу времени (1 час) работы – удельной производительности. В то же время, если будем учитывать, что в процессе движения АТП топлива расходуется на перемещение его общего веса (включает в себя массу груза), для оценки эффективности АТП формула удельно производительность будет выглядеть следующим образом:

$$W_p = \frac{G_a \cdot V_t}{Q_s} \cdot \frac{\gamma \cdot \beta \cdot l}{l + \beta \cdot V_t \cdot T_{b-e}}, \quad \frac{\text{т} \cdot \text{км}}{\text{л}} \quad (2)$$

где:  $G_a$  – полная масса автомобиля, т;

$\gamma$  – коэффициент использования грузоподъемности;

$l$  – расстояние ездки с грузом, км;

$\beta$  – коэффициент использования пробега;

$V_t$  – средняя техническая скорость движения, км/ч;

$T_{b-e}$  – время погрузки и разгрузки, ч;

$Q_s$  – дорожный расход топлива, л/км.

Первая составляющая формулы (2) отражает влияние на производительность АТС значений технического показателя АТС средней технической скорости движения  $V_t$  и дородного расхода топлива в зависимости от условий движения, а вторая составляющая отражает воздействие качества совершенства организационных элементов на производительность перевозок. С учётом указанного мы окончательно будем иметь:

$$W_p = W_d \cdot W_0, \text{ т} \cdot \text{км/л.} \quad (3)$$

В работе анализируются технические параметры АТС о свойствах тягово-скоростных параметров характеристики движения для адаптации к дорожным условиям и при определении рационального значения удельной мощности влияние удельной мощности АТС на первую составляющую удельной производительности  $W_d$ .

Кроме соответствия с условиями эксплуатации, конструкция автомобиля должна характеризоваться необходимой долговечностью и надежностью работы, удобной загрузкой и разгрузкой, уменьшенным объемом обслуживания, комфортными условия труда водителя, безопасностью дорожного движения и экологии, сохранностью перевозимых грузов.

В условиях повышения скорости и интенсивности движения она во многом зависит от совершенствования их тормозной системы. так как от этого свойства зависит жизнь и здоровье людей, сохранность автомобиля и груза; безопасность автомобиля определяется ткимим его свойствами, которые позволяют водителю в аварийной ситуации избежать дорожно-транспортного происшествия и свести к минимуму повреждения водителя, пассажиров и грузов в случае аварии.

Официальная проверки автомобильной техники согласно правилам и требованиям ЕЕК ООН проводятся во Франции, Англии, Германии, Чехии. Следует отметить, что требования национальных стандартов Соединенных Штатов, Швеции, Японии и некоторых других стран к значениям параметров показателей безопасности конструкции автомобиля являются более жесткими, чем определены по правилам ЕЕК ООН.

Для оценка эксплуатационных свойств автомобиля различают активные, пассивные и экологической безопасности.

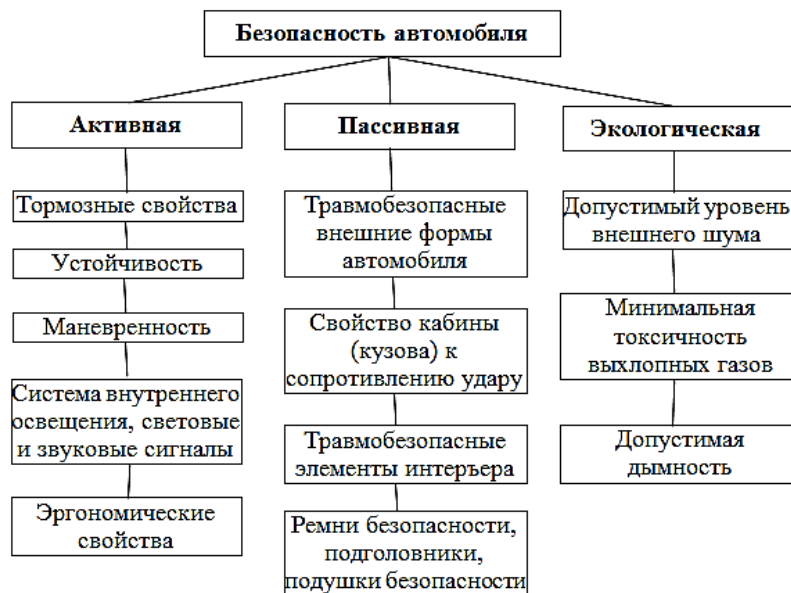


Рис. 2. Основные показатели безопасности автомобиля

Безопасность автомобиля в условиях скорости повышения и интенсивности движения во многом зависит от совершенства его тормозной системы. Показателем эффективности тормозной системы автомобиля является тормозной путь и зависимость установившегося замедления от начальной скорости торможения. Показателем эффективности стояночной и запасной тормозной системы является выработанная этой системой тормозная сила.

Регламентирующими требованиями к тормозным свойствам автомобиля является правило № 13 ЕЕК ООН, которое постепенно ужесточается согласно последующих изменений и дополнений. Ниже приведены установленные этим правилом нормативные значения для нулевого испытания тормозной системы этих грузовых автомобилей, когда сила нажатия на педаль тормоза превышает 490 ньютонов:

Категория АТС	N1	N2	N3
Начальная скорость торможения $V_0$ , км/ч	70	50	40
Равномерное замедление $J_s$ , м/с <sup>2</sup> , не менее	5,5	5,5	5,5
Тормозной путь S, м	6	4	3

При проверке находящегося в эксплуатации автомобиля всех категорий начальная скорость торможения равна  $V_0 = 40$  км/ч, значение установившегося замедления  $J_s$  при полной загрузке

уменьшается по сравнению с выше указанными значениями на 25%, а время приведения в действие тормоза для автомобилей N3 категории увеличивается в 2 раза по сравнению с недавно выпущенными автомобилями.

Для расчета нормативного значения тормозного пути  $S_b$  в литературе [5] приводится эмпирическая формула

$$S_b = \frac{AV_0 + V_0^2}{26 \cdot j_{kon}}, \quad (4)$$

где  $V_0$  – начальная скорость торможения, км/час;

$A$  – эмпирический коэффициент, для автомобилей  $N$  категории  $A=0,19$ , для новых автомобилей  $A=0,18$ , для находящихся в эксплуатации автомобилей  $A=0,24$ ;

$j_{kon}$  – величина замедления при торможении автомобиля.

В справочнике [7] зависимость минимального тормозного расстояния  $S_b$  от скорости движения, от силы сцепления колеса уклона дороги выражается формулой:

$$S_b = \frac{V^2}{25(\varphi + l)}, \quad (5)$$

где,  $V$  – скорость движения автомобиля в начале торможения, км/ч;

$\varphi$  – коэффициент сцепления колеса с дорогой;

$l$  – продольный уклон дороги.

Дополнительная тормозная система нового автомобиля должна быть в состоянии независимо обеспечить на спуске длиной 6 км продольным уклоном 7% движение автомобиля с постоянной скоростью  $V=30 \pm 2$  км/ч, а для находящегося в эксплуатации движущегося с полной массой со скоростью  $V=30 \pm 5$  км/ч автомобиля необходимо обеспечить постоянное замедление  $j_{kon} \geq 0.5$  м/с<sup>2</sup>. Стояночная (стоп) тормозная система должна зафиксировать в положение “Стоп” нагруженный полной массой автомобиль категорий  $N2$  на 20% уклоне, а автомобиль категории  $N3$  и автопоезда на уклоне 18%; тормозная система автомобиля-тягача, если прицепленные другие единицы не имеют тормозную систему, должна обеспечить стоянку автопоезда на уклоне 12%.

Для находящегося в эксплуатации автомобиля с полной массой категории  $N1$  тормозная система должна удерживать автомобиль на 31% продольном уклоне.

Для повышения эффективности тормозной системы современных автомобилей широко используются высокотемпературные тормозные жидкости и тормозные колодки с повышенной фрикционной стабильностью и износостойкостью (без асбеста), которые придают тормозам хорошие экологические свойства. При торможении автомобиля на высоких скоростях для сохранения курсовой устойчивости тормозных систем современных автомобильной оснащены регуляторов приложенных к колесам тормозной силы и противоблокирующими устройствами; для ускорения приведения в действие исполнительных механизмов тормозной системы используются в многосвязных автопоездах с длинной базой электропневматические приводы.

**Заключение.** С учетом вышеуказанного, для высокоэффективной работы автомобильной транспортной системы Грузии и транспортных средств одним из важнейших условий является выбор технических показателей автомобиля с целью из максимальной адаптации к эксплуатационным условиям и их полной реализации во время выполнения процесса перевозок. Повышение эффективности грузовых перевозок рассматриваем как сокращение затрат на перевозку грузов автотранспортом в характерных для нашей страны эксплуатационных условиях путём технико-организационного совершенствования транспортного процесса.

Для высокоэффективной работы автомобильной транспортной системы Грузии и транспортных средств одним из важнейших условий является выбор технических показателей автомобилей, их максимальная адаптация к эксплуатационным условиям страны и полная реализация при выполнении перевозочного процесса.

Одним из основных показателей эксплуатационных свойств автомобиля является безопасность движения. В условиях повышения скорости и интенсивности движения она во многом зависит от совершенствования их тормозной системы.

1. Литвинов А.С., Фаробин Я.Е. Автомобиль. Теория эксплуатационных свойств. М.: Машиностроение, 1989, 237с.
2. Рун Элвик, Аннэ Боргер Мюсен, Трюле Во. Справочник по безопасности дорожного движения. Перевод с норвежского ред. проф. В.В. Сильянова. М. МАДИ, 2001. –754 с.
3. Статистический ежегодник Грузии; 2011. Тбилиси, Национальная статистическая служба Грузии, 2011. 189с.
4. Европейское соглашение, касающееся работы экипажей транспортных средств, производящих международные автомобильные перевозки (ЕСТР). заключено в Женеве 1 июня 1970.

## REFERENCES

1. Litvinov, A., Farobin, Ya. (1989). *A road vehicle. The theory of operating properties*. Moscow, 237 p.
2. Rune Elvik, Anne Borger Mysen, Truls Vaa (2001). *Guide to road safety*. Moscow, MADI Publ., 754 p.
3. National Statistical Service of Georgia. (2011). *Statistic Yearbook of Georgia*. Tbilisi, 189 p.
4. European Agreement concerning the Work of Crews of Vehicles Engaged in International Road Transport (AETR). Geneva, 1 July 1970.

### **Revaz Velijanashvili, Giorgi Tedoradze, Mariam Turmanidze, Avtandil Farnaozi. Motor transportation in urban conditions and road traffic safety.**

According to current researches, one of the important factors for improvement of motor cars efficiency during cargo transportation in Georgia is the provision of adaptation of motor vehicles' traction and speed properties to driving conditions. One of the efficient methods for achievement of this task is the selection of motor vehicle's engine power according to the driving conditions, and that will stipulate high values of average speed of movement and of profitability with minimal expenses of fuel and other materials supplies.

It is established that characteristic integral parameter of assessment of motor vehicles' traction and speed properties and of their adaptation to operation conditions in real driving conditions in transportation flows is the power-to-weight ratio of motor vehicles. It characterizes the level of motor vehicle's supply with energy. Motor cars with low power-to-weight ratio are moving with low speed at the raising roads on the low steps of transmission under high load conditions (modes), and due to this fact the fuel consumption on the road increases; at the same time transportation flows traffic is hampered and traffic safety is lowered. In case of use of motor cars with high power-to-weight ratio all mentioned parameters improve.

Proceeding from abovementioned under given road conditions those values of power-to-weight ratio should be considered as the rational value of motor vehicles' power-to-weight ratio, which will ensure the complete implementation of motor vehicles' operational properties and at the same time will provide maximum specific performance of cargo transportation with minimal material expenses. According to mentioned above, from the viewpoint of cargo transportation efficiency in Georgia and by taking into account the peculiarities of operating conditions in Georgia the elaboration of methods for determination of rational power-to-weight ratio of freight transport and of creation of corresponding motor vehicles fleet is at present the topical scientific problem.

**Keywrds:** road transportation, traffic conditions, traffic flow, traffic safety.

### **АВТОРЫ:**

**ВЕЛИДЖАНАШВИЛИ Реваз**, кандидат технических наук, профессор, Грузинский технический университет, e-mail: [elco13@mail.ru](mailto:elco13@mail.ru)

**ТЕДОРАДЗЕ Георгий**, доктор технических наук, профессор, Грузинский технический университет, e-mail: [r.tedoradze@gtu.ge](mailto:r.tedoradze@gtu.ge)

**ТУРМАНИДЗЕ Мариам**, магистрант, научный сотрудник, Грузинский технический университет, e-mail: [elco13@mail.ru](mailto:elco13@mail.ru)

**ФАРНАОЗИ Автандил**, магистрант, Грузинский технический университет, e-mail: [elco13@mail.ru](mailto:elco13@mail.ru)

### **AUTHORS:**

**Revaz VELIDZHANASHVILI**, PhD. in Engineering, Professor, Georgian Technical University, e-mail: [elco13@mail.ru](mailto:elco13@mail.ru);

**Giorgi TEDORADZE**, Doctor of Science in Engineering, Professor, Georgian Technical University, e-mail: [r.tedoradze@gtu.ge](mailto:r.tedoradze@gtu.ge);

**Mariam TURMANIDZE**, MA student, researcher, Georgian Technical University, e-mail: [elco13@mail.ru](mailto:elco13@mail.ru);

**Avtandil FARNAOZI**, MA student Georgian Technical University, e-mail: [elco13@mail.ru](mailto:elco13@mail.ru).

Стаття надійшла в редакцію 02.05.2016р.