

НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И КОМПЛЕКСЫ / GROUND TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL MEANS AND COMPLEXES

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.131.16>

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ УАЗ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ НА ДОРОГАХ С ТВЁРДЫМ ПОКРЫТИЕМ

Научная статья

Нестеренко Г.А.^{1,*}, Нестеренко И.С.²

¹ ORCID : 0000-0003-1528-4627;

² ORCID : 0000-0003-4749-010X;

^{1,2} Омский государственный технический университет, Омск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (nga112001[at]list.ru)

Аннотация

В работе проведен анализ состояния автомобильных дорог и проведена оценка частоты использования автомобилей на дорогах общего пользования, грунтовых дорогах и бездорожье. В статье произведен обзор основных способов повышения экономичности автомобиля без изменения силового агрегата. Сделаны предложения по модернизации элементов трансмиссии автомобиля УАЗ Патриот, которые заключаются в понижении передаточного числа на некоторых передачах или во введении шестой передачи.

В статье приводятся результаты расчетов динамических характеристик автомобиля УАЗ Патриот после проведенной модернизации. Описаны предполагаемые результаты повышения топливной экономичности, основанные на проведенных расчетах. Сделаны предложения по реализации указанных изменений.

Ключевые слова: трансмиссия, топливная экономичность, передаточное отношение, коробка переключения передач, автомобиль.

MODERNIZATION OF UAZ VEHICLE TRANSMISSION TO IMPROVE PERFORMANCE ON PAVED ROADS

Research article

Nesterenko G.A.^{1,*}, Nesterenko I.S.²

¹ ORCID : 0000-0003-1528-4627;

² ORCID : 0000-0003-4749-010X;

^{1,2} Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation

* Corresponding author (nga112001[at]list.ru)

Abstract

The article analyses road conditions and evaluates the frequency of vehicle use on public roads, unpaved roads and off-roads. The work reviews the main ways to improve the economics of the vehicle without changing the propulsion unit. Suggestions are made to modernize elements of the transmission of the UAZ Patriot, which consist in lowering the gear ratio in some gears or in the implementation of a sixth gear.

The article presents the results of calculations of the dynamic characteristics of the UAZ Patriot vehicle after the modernization performed. The expected results of fuel efficiency improvement, based on the calculations, are described. Suggestions for the introduction of these changes are made.

Keywords: transmission, fuel efficiency, gear ratio, gearbox, vehicle.

Введение

Общая протяженность автомобильных дорог в России на 2022 год составляла 1,540 миллион километров. Из них на дороги с твердым покрытием приходится 1,077 миллиона. На грунтовые трассы федерального, регионального или межмуниципального значения приходится 7,3% от общей протяженности. Но что гораздо важнее, 29,1% сельских населенных пунктов страны вовсе не имеют дорог с твердым покрытием для связи с основной транспортной сетью. Плотность дорог с твердым покрытием в Российской Федерации составляет 1000 км² территории на 63 км дорог [1].

Протяженность грунтовых дорог в РФ составляет более полумиллиона километров (по официальным данным), однако на практике их протяженность гораздо больше. Кроме того, в весенне-летний период необходимость перемещаться по пересеченной местности возрастает в связи с потребностями населения и для ликвидации очагов пожаров.

Для сравнения можно взять 3-и лидирующие страны по протяженности дорог с твердым покрытием: В Японии, к примеру, на 1000 км² территории приходится 3250 км дорог, из них 81% — это трассы с твердым покрытием. Во Франции на 1000 км² территории приходится 1932 км дорог. И в Великобритании на 1000 км² территории приходится 1733 км дорог. Причем во Франции и Великобритании доля дорог с твердым покрытием приближается к 100% [2]. Данные говорят о том, что для этих стран не требуется большое количество универсальной техники, которая обладает одновременно внедорожными и шоссейными качествами.

Современные автомобили используются не только в условиях какой-то определенной местности, но и при комбинированных дорожных условиях (асфальтированные дороги, грунтовые дороги, вне дорог и т.д.).

Методы и принципы исследования

Анализируя представленные данные, можно сделать вывод о том, что на территории Российской Федерации очень много грунтовых дорог, и большое количество дорог без покрытия, не указанных на картах, по которым достаточно тяжело проехать обычному моно приводному автомобилю. В труднодоступных местах могут располагаться объекты строительства, добычи природных ископаемых, шахты, даже населённые пункты и т.д. В некоторых случаях потребуются спецтехника, а в некоторых можно обойтись транспортом повышенной проходимости. В качестве такого транспортного средства в работе рассмотрен автомобиль марки УАЗ, а конкретнее UAZ Patriot.

Актуальность выбора данного автомобиля заключается в том, что он имеет сочетание необходимых качеств для более-менее комфортного передвижения как по грунтовым дорогам и направлениям к пункту назначения, так и по магистралям, и если к его внедорожным качествам претензий нет, то на автомагистралях и междугородных трассах данный автомобиль не в полной мере отвечает требованиям комфорта при эксплуатации. При передвижении по трассам реальный расход топлива в летнее время при скорости 90 км/ч на 100 км пути составляет 13,2 л [3].

На сегодняшний день линейка внедорожных автомобилей резко сократилась (на данный факт повлияли санкции иностранных государств). Из числа зарубежных аналогов можно представить автомобили семейства Hover Китайского производства, которые на сегодняшний день остаются на рынке РФ. Однако стоимость указанных автомобилей существенно превосходит отечественные автомобили УАЗ.

Задачей исследования являлось изменение условий работы трансмиссии данного автомобиля с целью повышения комфорта пассажиров и водителя, а также повышение его экономичности при передвижении по автострадам и междугородным трассам за счет изменения его тягово-скоростных характеристик. Уменьшение расхода топлива достигается путём уменьшения оборотов коленчатого вала двигателя, при этом скорости передвижения на «прямой» передаче не должна снизиться.

Уменьшения оборотов двигателя можно добиться путём понижения передаточного числа в зубчатых зацеплениях трансмиссии автомобиля, а именно, в коробке переключения передач или раздаточной коробке [4], [5], [6]. Современные отечественные и зарубежные автопроизводители используют несколько вариантов решения данной проблемы:

1. Проектирование повышающей передачи в раздаточной коробке. Такое решение применяется на грузовом автомобиле высокой проходимости КамАЗ-4310.

2. Проектирование коробки переключения передач с большим числом передач. Наивысшая передача позволяет эксплуатировать автомобиль в более экономичном режиме за счет блока шестерён с меньшим передаточным числом.

Реализация повышающей передачи на автомобиле КамАЗ-4310 решена установкой двухступенчатой раздаточной коробки с электропневматическим приводом управления и цилиндрическим блокируемым дифференциалом планетарного типа. Передаточные числа для первой и второй передачи 1.692 и 0.917 соответственно [7].

Передаточные числа в коробке переключения передач на автомобиле УАЗ составляют: 1-я передача 3,78; 2-я передача 2,6; 3-я передача 1,55; 4-я передача 1; 5-я передача 0,88. Передаточные числа в коробке переключения передач на автомобиле Hover Great Wall составляют: 1-я передача 3,967; 2-я передача 2,136; 3-я передача 1,36; 4-я передача 1; 5-я передача 0,856. При этом в раздаточной коробке передаточные числа для автомобиля УАЗ и Hover составляют 2,56 и 1,925 соответственно. Указанные данные позволяют сделать вывод о том, что топливная экономичность автомобиля Hover Great Wall выше, чем у автомобиля УАЗ.

На автомобиле УАЗ Патриот в базовой комплектации конструктивно нет возможности разместить 6-й блок шестерён в корпусе коробки переключения передач из-за отформовки днища кузова. Следовательно, потребуется произвести доработку раздаточной коробки и добиться с её помощью понижения передаточного числа. Данное изменение в конструкции позволит снизить шум работающего двигателя и элементов трансмиссии, вибрации от повышенной частоты вращения коленчатого вала и других элементов, а также расход топлива.

Основные результаты

Проведенными исследованиями установлено, что можно применить два способа модернизации трансмиссии автомобиля УАЗ Патриот позволяющих изменить его тягово-скоростные характеристики.

Первый способ предполагает изменение крутящего момента за счет изменения передаточных чисел в коробке переключения передач (КПП), что позволит без усложнения конструкции добиться требуемого результата. Исследованиями установлено, что наиболее оптимальными будут передаточные числа по передачам: 1 передача – 2,45; 2 передача – 1,82; 3 передача – 1,15; 4 передача – 0,8; 5 передача – 0,55.

В качестве второго способа предлагается внести конструктивные изменения в конструкцию коробки переключения передач и подготовки места ее установки на автомобиле. Предложенные изменения позволят интегрировать в коробку переключения передач шестую передачу с передаточным числом 0,55. При этом передаточные числа на остальных передачах останутся неизменными, что не изменит базовые (заводские) динамические характеристики автомобиля.

На рисунке 1 представлены графики мощностного баланса, полученные для представленных способов модернизации трансмиссии автомобиля.

Анализируя полученные результаты можно увидеть, что изменится динамика движения автомобиля после предложенных изменений. В первом случае 3, 4 и 5 передачи становятся «длиннее» из-за уменьшения передаточного числа. Во втором случае на первых пяти передачах тяговые характеристики не отличаются от заводских значений, а на шестой передаче происходит увеличение скорости движения автомобиля при меньших мощностных затратах.

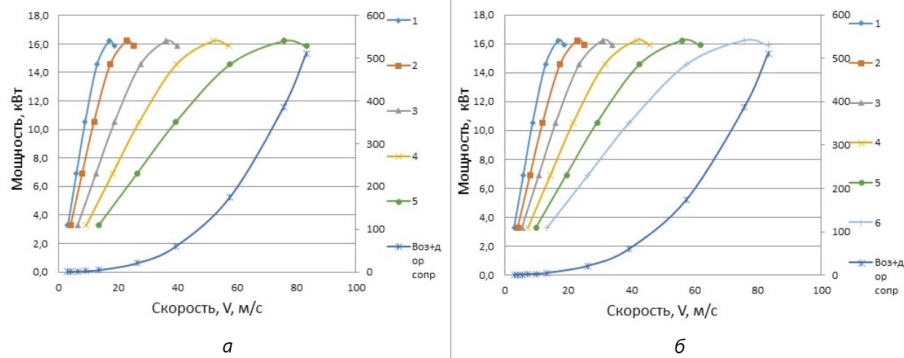


Рисунок 1 - Результаты расчетов изменения мощностного баланса:
 а - при изменении передаточного числа на 3, 4 и 5 передачах; б - при добавлении 6-й передачи
 DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.131.16.1>

Проведя анализ полученных результатов можно сделать вывод, что указанные изменения можно рекомендовать для изготовления трансмиссии автомобиля UAZ Patriot.

Обсуждение

На представленных зависимостях видно, что на первых двух передачах динамические свойства автомобиля не изменяются. Это позволяет сделать вывод о том, что внедорожные характеристики автомобиля не ухудшатся. При этом в первом случае (изменении передаточного числа) во время движения на третьей и последующих передачах отмечается увеличение скорости при одинаковой затрачиваемой мощности. Это позволяет более эффективно ее использовать при движении на автомагистралях и междугородных трассах. Снижение потребляемой мощности приводит к снижению расхода топлива автомобилем.

Проведенные расчеты позволили сделать вывод, что снижение расхода топлива в первом случае составит 3-4% при движении на третьей передаче, 4,5-5,5% при движении на 4 передаче и 7-8% при движении на 5 передаче по асфальтированным дорогам общего пользования (на примере междугородних перевозках).

Анализируя результаты расчетов при втором способе можно сделать вывод, что при движении на первых пяти передачах расход топлива не изменится по сравнению с заводскими значениями (это обусловлено тем, что передаточные числа не изменились), а на 6 передачи уменьшение расхода топлива составит 10-11%.

Расчеты проводились с применением известных методик [8], [9], [10].

Заключение

Предлагаемые изменения трансмиссии позволят обеспечить комфортное передвижение на автомагистралях и междугородных трассах. При этом будет обеспечен меньший расход топлива и работа двигателя на более щадящих режимах, что, в свою очередь, позволит снизить количество ремонтов ДВС.

Возможно также предлагать потребителям различные модификации автомобилей UAZ Patriot в зависимости от потребностей, связанных с условиями эксплуатации на дорогах с различными покрытиями.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Ильичев В.Ю., Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, Калуга, Российская Федерация
 DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.131.16.2>

Conflict of Interest

None declared.

Review

Ilichev V.Y., Bauman Moscow State Technical University, Kaluga, Russian Federation
 DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2023.131.16.2>

Список литературы / References

1. Государственная статистика [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. — 2022. — URL: <https://rosstat.gov.ru/>. (дата обращения: 27.02.23)
2. Дорожное хозяйство России в цифрах [Электронный ресурс] // Рамблер/финансы. — 2022. — URL: <https://finance.rambler.ru/>. (дата обращения: 27.02.23)
3. Кадаков М.А. УАЗ Патриот вновь модернизировал. Главное – новый мотор. / М.А. Кадаков // За рулём. — 2019. — № 2. — с. 52-57.
4. Кропп Е.А. Трансмиссия автомобиля с импульсным вариатором. / Е.А. Кропп // Журнал автомобильных инженеров. — 2011. — №6 (71). — с. 32-39.
5. Дидиков Р.А. К вопросу о выборе кинематических схем шестеренчатых МРМ. / Р.А. Дидиков, Р.Ю. Добрецов // Автомобильная промышленность. — 2014. — №9. — с. 12-14.
6. Сахно В.П. К оптимизации ряда передаточных чисел трансмиссии автомобиля. / В.П. Сахно, А.А. Корпач // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. — 2014. — №1. — с. 74-78.
7. Схема раздаточной коробки камаз 4310 [Электронный ресурс] // Техгруз. — 2019. — URL: <https://tegruz.ru/info/shema-razdatochnoy-korobki-kamaz-4310.html>. (дата обращения: 27.02.23)

8. Гусаков С.В. Электромеханическая трансмиссия как способ улучшения топливной экономичности силовой установки автомобиля. / С.В. Гусаков, В.А. Марков, И.В. Афанасьева и др. // Автомобильная промышленность. — 2015. — №6. — с. 5-8.
9. Дидиков Р.А. Метод определения составляющих баланса мощности механизма распределения в трансмиссии автомобиля. / Р.А. Дидиков // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. — 2016. — №4 (50). — с. 59-65.
10. Нестеренко И.С. Об экономической эффективности перевода автомобилей на газовое топливо / И.С. Нестеренко, Г.А. Нестеренко, В.С. Талызин // Международный научно-исследовательский журнал. — 2022. — №12 (126). — URL: <https://research-journal.org/archive/12-126-2022-december/10.23670/IRJ.2022.126.43> (дата обращения: 03.04.2023). — DOI: 10.23670/IRJ.2022.126.43

Список литературы на английском языке / References in English

1. Gosudarstvennaya statistika [Government Statistics] [Electronic source] // Federal Service State Statistics. — 2022. — URL: <https://rosstat.gov.ru/>. (accessed: 27.02.23) [in Russian]
2. Dorozhnoe khozyajstvo Rossii v cifrax [Road Infrastructure in Russia in Numbers] [Electronic source] // Rambler/finance. — 2022. — URL: <https://finance.rambler.ru/>. (accessed: 27.02.23) [in Russian]
3. Kadakov M.A. UAZ Patriot vnov' moderniziroval. Glavnoe – novyj motor [UAZ Patriot Upgraded Again. The Main Thing is the New Motor]. / M.A. Kadakov // Za rulyom [Behind the Wheel]. — 2019. — № 2. — p. 52-57. [in Russian]
4. Kropp E.A. Transmissiya avtomobilya s impul'sny'm variatorom [Transmission of a Car with a Pulse Variator]. / E.A. Kropp // Zhurnal avtomobil'ny'x inzhenerov [Journal of Automotive Engineers]. — 2011. — №6 (71). — p. 32-39. [in Russian]
5. Didikov R.A. K voprosu o vy'bore kinemacheskix sxem shesterenchaty'x MRM [On the Question of Choosing Kinematic Schemes of Gear MPMS]. / R.A. Didikov, R.Yu. Dobreczov // Avtomobil'naya promy'shlennost' [Automotive Industry]. — 2014. — №9. — p. 12-14. [in Russian]
6. Saxno V.P. K optimizacii ryada peredatochny'x chisel transmissii avtomobilya [To Optimize a Number of Transmission Ratios of the Car]. / V.P. Saxno, A.A. Korpach // Vestnik Doneczkoj akademii avtomobil'nogo transporta [Bulletin of the Donetsk Academy of Motor Transport]. — 2014. — №1. — p. 74-78. [in Russian]
7. Sxema razdatochnoj korobki kamaz 4310 [The scheme of the transfer case KAMAZ 4310] [Electronic source] // Technical Cargo. — 2019. — URL: <https://tegruz.ru/info/shema-razdatochnoy-korobki-kamaz-4310.html>. (accessed: 27.02.23) [in Russian]
8. Gusakov S.V. E'lektromexanicheskaya transmissiya kak sposob uluchsheniya toplivnoj e'konomichnosti silovoj ustanovki avtomobilya [Electromechanical Transmission as a Way to Improve the Fuel Efficiency of the Power Plant of the Car]. / S.V. Gusakov, V.A. Markov, I.V. Afanas'eva et al. // Avtomobil'naya promy'shlennost' [Automotive Industry]. — 2015. — №6. — p. 5-8. [in Russian]
9. Didikov R.A. Metod opredeleniya sostavlyayushhix balansu moshhnosti mexanizma raspredeleniya v transmissii avtomobilya [Method for Determining the Components of the Power Balance of the Distribution Mechanism in the Transmission of the Car]. / R.A. Didikov // Vestnik Sibirskoj gosudarstvennoj avtomobil'no-dorozhnoj akademii [Bulletin of the Siberian State Automobile and Road Academy]. — 2016. — №4 (50). — p. 59-65. [in Russian]
10. Nesterenko I.S. Ob ekonomicheskoj effektivnosti perevoda avtomobilej na gazovoe toplivo [On the Economic Efficiency of Converting Cars to Gas Fuel] / I.S. Nesterenko, G.A. Nesterenko, V.S. Talyzin // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal [International Research Journal]. — 2022. — №12 (126). — URL: <https://research-journal.org/archive/12-126-2022-december/10.23670/IRJ.2022.126.43> (accessed: 03.04.2023). — DOI: 10.23670/IRJ.2022.126.43 [in Russian]