

Подригало М.А.

Абрамов Д.В.

Тарасов Ю.В.

Коробко А.И.

*Харьковский национальный автомо-
бильно-дорожный университет*

Кайдалов Р.О.

Никорчук А.И.

*Национальная академия Националь-
ной гвардии Украины*

**ОЦЕНКА ПАДЕНИЯ МОЩНОСТИ НА ВЕДУЩИХ
КОЛЕСАХ АВТОМОБИЛЯ В ПРОЦЕССЕ
ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

УДК 629.113.001

В данной статье рассмотрен вопрос определения изменения мощности на ведущих колесах автомобиля непосредственно в процессе его движения в условиях эксплуатации путем измерения линейных скорости и ускорения автомобиля в начале эксплуатации и после длительного пробега автомобиля при его одинаковой массе.

Ключевые слова: определение мощности, ведущие колеса автомобиля, линейная скорость, динамические свойства.

Введение и постановка проблемы. Стабильность величины мощности двигателя автомобиля в процессе эксплуатации определяет величину изменения показателей его динамических свойств.

Современные автомобили оборудуются значительным количеством бортовых систем, помогающих водителю в управлении, в том числе, повышающих безопасность движения. Например, в системе предотвращения столкновений при обгоне [1], значение максимальной мощности, реализуемой двигателем, является одним из параметров, определяющих безопасность выполнения этого маневра. Сведения о снижении максимальной мощности двигателя, а следовательно о снижении динамических свойств автомобиля, позволят повысить достоверность определения безопасности выполнения маневра обгона. По величине снижения мощности, реализуемой на ведущих колесах автомобиля, можно судить о техническом состоянии его двигателя и трансмиссии, что также можно использовать в работе бортовых систем диагностики автомобиля.

Изменение динамических свойств автомобиля вследствие снижения мощности его двигателя в процессе эксплуатации также необходимо учитывать при решении задачи формирования автомобильных колонн Национальной гвардии Украины [2], когда автомобили в колонне располагаются за автомобилем-лидером по мере увеличения их динамических свойств (наиболее динамичные автомобили располагают в хвосте колонны) для предотвращения растягивания в процессе движения. Кроме того, изменение мощности двигателя в процессе эксплуатации автомобиля приведет к изменению расхода топлива, что следует учитывать при его нормировании.

Таким образом, актуальность определения величины изменения мощности, реализуемой на ведущих колесах автомобиля, в процессе эксплуатации, не вызывает сомнения.

Анализ последних достижений и публикаций. Существующие способы определения мощности двигателя автомобиля основаны на использовании параметров, получаемых при предварительном проведении выбега автомобиля (рис. 1) [3-6] а также безтормозные способы, основанные на использовании в качестве нагрузки механических потерь в самом двигателе совместно с отключением части цилиндров и применением нагрузочных устройств [7].

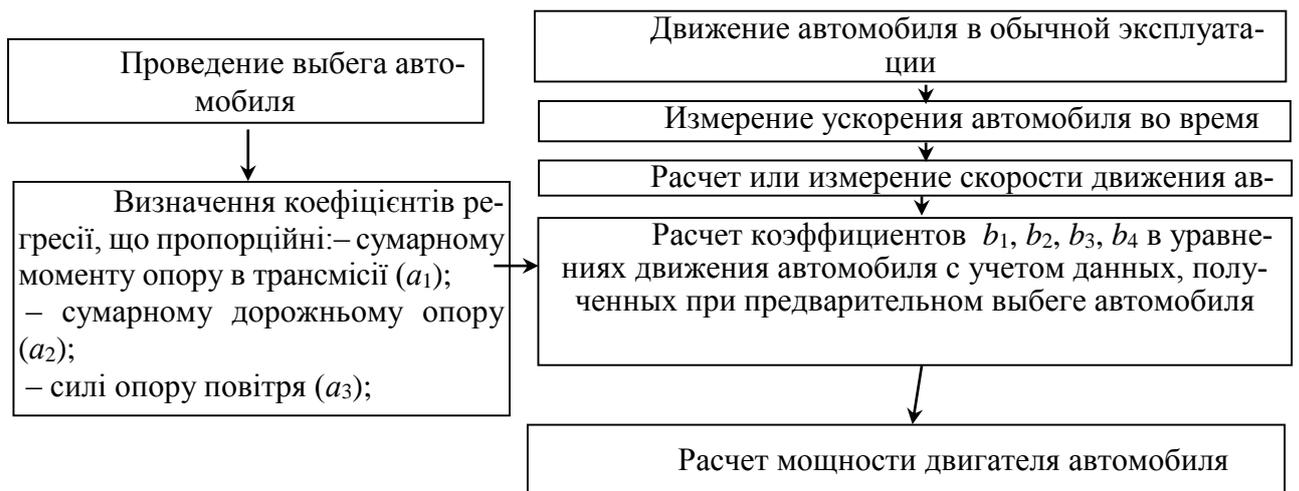


Рисунок 1 – Блок-схема последовательности определения мощности двигателя автомобиля во время его движения [3, 5]

Применяется также виброакустический способ, основанный на зависимости показателей мощности двигателя от величины акустического излучения, создаваемого выхлопными газами [8].

Также известен способ определения мощности двигателя [9] путем измерения ускорения коленчатого вала при максимальной подаче топлива и измерения действительного момента инерции двигателя. Путем произведения этих параметров определяют крутящий момент и соответственно мощность двигателя.

Недостатком таких способов является необходимость проведения испытаний в стационарных условиях и необходимость предварительного проведения выбега автомобиля.

Также известен способ определения мощности двигателя автомобиля в эксплуатации без предварительного проведения его выбега [5, 10, 11], который базируется на использовании математической зависимости мощности от параметров движения автомобиля. Определение мощности двигателя автомобиля осуществляется с применением линейных акселерометров при помощи одновременного определения моментов сопротивления, возникающих в трансмиссии автомобиля, а также суммарного дорожного и аэродинамического сопротивлений.

Недостатками этого способа определения мощности двигателя в эксплуатации является сложность, трудоемкость и недостаточная точность определения результатов.

Цель и постановка задач исследования. Целью исследования является оценка падения мощности на ведущих колесах автомобиля непосредственно в процессе эксплуатации после длительного пробега.

Для достижения поставленной цели необходимо определить взаимосвязь изменения мощности на ведущих колесах автомобиля в процессе эксплуатации с изменением показателей его динамических свойств.

Изложение основного материала.

Задача определения изменения мощности на ведущих колесах автомобиля непосредственно в процессе его движения в условиях эксплуатации решается при условии одинаковой массы автомобиля во время тестового заезда автомобиля в начальный период эксплуатации и заезда после длительной эксплуатации. Поставленная задача решается путем проведения интенсивного разгона с места снаряженного автомобиля с водителем общей массой m_a на горизонтальном участке дороги при полном нажатии на педаль акселератора в начальный период эксплуатации автомобиля и после длительного пробега (рис. 2).

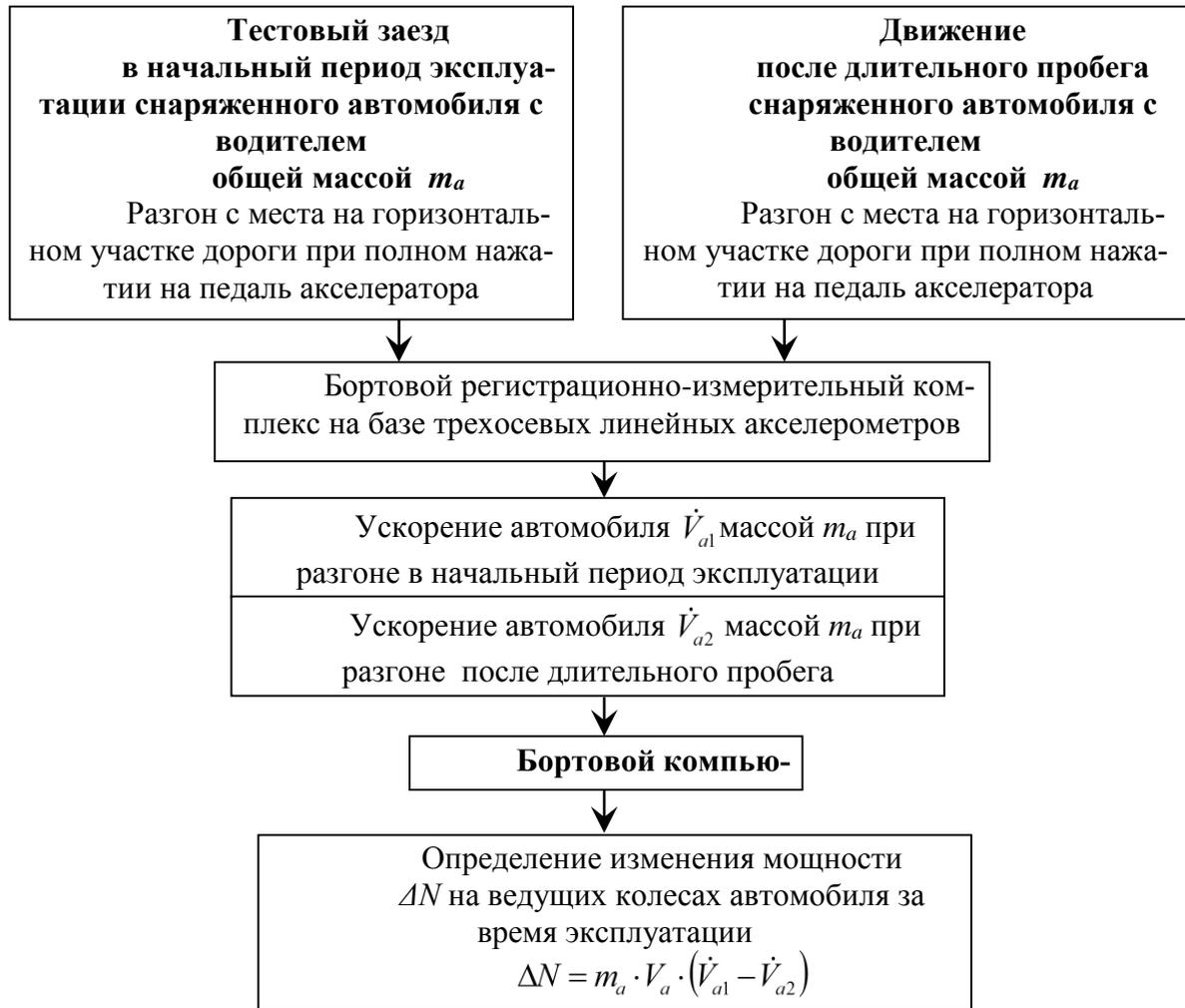


Рисунок 2 - Структурная схема метода определения изменения мощности на ведущих колесах автомобиля в процессе эксплуатации

При этом продольные линейные скорости и ускорения автомобиля V_{a1} , \dot{V}_{a1} в начальный период эксплуатации автомобиля и V_{a2} , \dot{V}_{a2} после длительного пробега регистрируются с помощью бортового регистрационно-измерительного комплекса на базе трехосных линейных акселерометров.

Мощность на колесах автомобиля при движении горизонтальным участком дороги

$$N_e \cdot \eta_{mp} = m_a \cdot g \cdot f \cdot V_a + \rho \cdot \frac{c_x}{2} \cdot F \cdot V_a^3 + m_a \cdot V_a \cdot \dot{V}_a, \quad (1)$$

где N_e – эффективная мощность двигателя автомобиля;
 η_{mp} – коэффициент полезного действия трансмиссии автомобиля;
 m_a – общая масса автомобиля;
 g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;
 f – коэффициент сопротивления качению колес;
 V_a – линейная скорость автомобиля;
 ρ – плотность воздуха;
 c_x – коэффициент аэродинамического сопротивления (коэффициент обтекаемости);
 F – площадь лобового сечения (мидель) автомобиля;

\dot{V}_a – лінійне прискорення автомобіля.

Проаналізувавши вираження (1), можна відзначити, що потужність на колесах автомобіля, витрачається на подолання дорожнього та аеродинамічного опору для руху з постійною швидкістю визначається як

$$N_e \cdot \eta_{mp} = m_a \cdot g \cdot f \cdot V_a + \rho \cdot \frac{c_x}{2} \cdot F \cdot V_a^3, \quad (2)$$

а потужність на колесах автомобіля, витрачається на розгон буде визначатися як

$$N = N_e \cdot \eta_{mp} = m_a \cdot V_a \cdot \dot{V}_a. \quad (3)$$

При умові незмінності дорожнього та аеродинамічного опору автомобіля в початковий період експлуатації та після тривалого пробігу, зміна потужності на ведучих колесах автомобіля, витрачається на розгон, в момент руху з однаковою швидкістю ($V_a = V_{a1} = V_{a2}$) буде визначатися за формулою

$$\Delta N = m_a \cdot V_a \cdot (\dot{V}_{a1} - \dot{V}_{a2}), \quad (4)$$

де \dot{V}_{a1} , \dot{V}_{a2} – лінійне прискорення автомобіля при розгоні відповідно в початковий період експлуатації та після тривалого пробігу.

Таким чином, використання запропонованого способу дозволяє визначати зміну потужності на ведучих колесах автомобіля безпосередньо в процесі його експлуатації, виключив необхідність проведення вимірювань в стаціонарних умовах станцій технічного обслуговування. Це дає можливість застосовувати даний параметр в процесі роботи бортових систем, що допомагають водієві керувати автомобілем. Крім того, за величиною зміни потужності на ведучих колесах автомобіля, витрачається на розгон, за час тривалої експлуатації можливо здійснювати оцінку функціональної стабільності потужних показників його двигача та КПП трансмісії.

Висновки. Визначена взаємозв'язок зміни потужності на ведучих колесах автомобіля в процесі експлуатації з зміною показників його динамічних властивостей дозволяє оцінювати падіння потужності його двигача та КПП трансмісії після тривалого пробігу.

Література

1. Подригало М.А. Розробка способу та бортових засобів запобігання зіткненню автомобілів при виконанні маневру обгону / Подригало М.А., Абрамов Д.В., Тесля В.О. // Збірник наукових праць. Автомобільний транспорт. – Харків: ХНАДУ, 2013. – Випуск 33. – С. 29-35.
2. Подригало М.А. Рациональне шиккування автомобільних колон внутрішніх військ за критерієм динамічності / М.А. Подригало, Д.В. Абрамов, А.І. Нікорчук // Збірник наукових праць Академії внутрішніх військ МВС України. – 2013. – Вип. 2(22). – С. 61 – 67.
3. Патент 80213 Україна МПК G01L 5/13 Спосіб визначення потужності двигача автомобіля в експлуатації / М.А. Подригало, Д.М. Клец, Д.В. Абрамов, А.І. Коробко, А.М. Мостова, В.О. Тесля; заявник та патентовласник Харківський національний

- автомобільно-дорожній університет. – № u201207280; заявл. 15.06.2012; опубл. 27.05.2013; Бюл. №10.
4. Подригало М.А. Визначення потужності двигуна при русі автомобіля / М.А. Подригало, Д.В. Абрамов, Д.М. Клец, А.І. Коробко, В.О. Тесля // Новітні технології - для захисту повітряного простору: сьома наукова конференція Харківського університету повітряних сил ім. Івана Кожедуба, 13-14 квітня 2011р.: тези доповідей. – Харків, 2011. – С. 189.
 5. Тесля В.О. Підвищення безпеки використання автомобілів шляхом удосконалення методів оцінювання динамічних і енергетичних характеристик: Дис. на здобуття наук. ступеня кандидата техн. наук: спец. 05.22.20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту» / В.О. Тесля. – Харків, 2015. – 192 с.
 6. Подригало М.А. Определение параметров выбега автомобиля, применяемых при дальнейшем расчете мощности двигателя в процессе его движения / М.А. Подригало, Д.М. Клец, Д.В. Абрамов, А.И. Коробко, А.Н. Мостовая, В.О. Тесля // Ученые записки КИПУ. – Вып. 29. – Технические науки. – Симферополь: НИЦ КИПУ, 2011. – С. 6-8.
 7. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: технологія: Підручник / О.А. Лудченко. – К.: Вища школа, 2007. – 527 с., С. 260-265.
 8. Патент 2361187 Российская федерация МПК G01M 15/04 Способ определения мощности двигателя внутреннего сгорания / Н.В. Щетинин, А.Г. Арженовский, Д.В. Казаков, Д.О. Мальцев, С.В. Асатурян, С.Н. Микрюков, И.И. Чичиланов; заявитель и патентообладатель Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия. № 2007146150/06; заявл. 11.12.07; опубл. 10.07.2009.
 9. Патент 80214 Україна МПК G01L 5/13 Спосіб визначення потужності двигуна автомобіля в експлуатації без попереднього проведення його вибігу) / М.А. Подригало, Д.М. Клец, Д.В. Абрамов, А.І. Коробко, В.О. Тесля; заявник та патентовласник Харківський національний автомобільно-дорожній університет. - № u201207283; заявл. 15.06.2012; опубл. 27.05.2013; Бюл. №10.
 10. Абрамов Д.В. Розробка експериментального методу визначення потужності двигуна при русі автомобіля по дорозі / Д.В. Абрамов, В.О. Тесля // Новітні технології – для захисту повітряного простору: дев'ята наукова конференція Харківського університету повітряних сил ім. Івана Кожедуба, 17-18 квітня 2013р.: тези доповідей. – Харків, 2013. – С. 239.

Podrigalo M.A., Abramov D.V., Tarasov Yu.V., Korobko A.I., Kaidalov R.O., Nikorchuk A.I. **Evaluation of the power drop on the drive wheels of a car during long operation**

This article presents the problem the determination of the power change to the drive wheels of a vehicle directly in the process of its motion under operating conditions by measuring the linear speed and acceleration of the vehicle at the beginning of operation and after a long run of the car when the same weight.

Keywords: definition of power, the drive wheels of the car, the linear velocity, the dynamic properties.

References

1. Podryhalo MA Development of port mode and means of preventing crashes between cars while performing overtaking maneuver / Podryhalo MA, Abramov DV, Tesla VA // Collections of the Scientific Labor. Transport Car Kit. - Kharkov: HNADU 2013 - Issue 33 - p 29-35.
2. Podryhalo MA Rational alignment automotive columns of internal troops criterion for dynamic / MA Podryhalo, DV Abramov, AI Nikorchuk // Proceedings of the Academy of Internal Troops of Ukraine. - 2013 - Vol. 2 (22). - P. 61 - 67.
3. Patent 80213 Ukraine IPC G01L 5/13 method of determination of motor vehicle operation / MA Podryhalo, DM Klets, DV Abramov, AI Korobko, AM Bridge, VA Tesla; The applicant and patentee Kharkiv National Automobile and Highway University. -№ U201207280; appl. 15.06.2012; publ. 05/27/2013; Bull. №10.
4. Podryhalo MA Determination of engine power while driving / MA Podryhalo, DV Abramov, DM Klets, AI Korobko, VA Tesla // New technologies - to protect airspace, seventh scientific conference of Kharkiv Air Force University them. John Kozhedub, 13-14 April 2011 .: abstracts. - Kharkiv, 2011. - S. 189.
5. Tesla VA Improving the safety of vehicles by improving methods of evaluating dynamic and energy characteristics: Dis. on competition sciences. the degree of Candidate of Engineering. Sciences specials. 05.22.20 "Operation and maintenance of transport" / VA Carpenter. - Kharkiv, 2015. - 192 p.
6. Podrigalo MA Determination of vehicle coasting parameters used in the calculation of the future capacity of the engine in the course of its movement / MA Podrigalo, DM Klec, DV Abramov, AI Korobko A. The bridge, VO Teslya // Scientists CEPU note. - Vol. 29 - Engineering. - Simferopol: SIC bale, 2011. - P. 6-8.
7. Ludchenko OA Tehnichna ekspluatatsiya i obslugovuvannya avtomobiliv: tehnologiya: Pidruchnik / OA Ludchenko. - K .: Vishcha School, 2007. - 527 c, S. 260-265..
8. Patent 2361187 Russian Federation MIC G01M 15/04 A method of determining the power of the internal combustion engine / NV Schetinina, AG Arzhenovskiy, DV Kazakov, DO Maltsev SV Assadourian, SN Mikryukov, II Chichilanov; the applicant and the patentee of the Azov-Black Sea State Academy of Agricultural Engineering. № 2007146150/06; appl. 11.12.07; publ. 10.07.2009.
9. Patent 80214 Ukraine IPC G01L 5/13 method for the determination of the car's engine to operate without conducting its freewheel) / MA Podryhalo, DM Klets, DV Abramov, AI Korobko, VA Tesla; The applicant and patentee Kharkiv National Automobile and Highway University. - № u201207283; appl. 15.06.2012; publ. 05/27/2013; Bull. №10.
10. DV Abramov Development of experimental method for determining engine power while driving on the road / DV Abramov, VA Tesla // New technologies - to protect the airspace

Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів
Technical service of agriculture, forestry and transport systems

of the ninth scientific conference Kharkiv Air Force University them. John Kozhedub, April 17-18, 2013. .: abstracts. - Kharkiv, 2013. - S. 239.