



АНАЛИТИЧЕСКАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОТРАНСФОРМАТОРА ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ

Н. В. Савенков¹, А. В. Киреев²

*ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
2, ул. Державина, г. Макеевка, ДНР, 86123.*

E-mail: ¹ n.v.savenkov@donnasa.ru, ² kireev.a.v-aah-24v@donnasa.ru

Получена 03 марта 2022; принята 25 марта 2022.

Аннотация. В работе предложена аналитическая методика расчета характеристик автомобильного гидродинамического трансформатора, которая основана на распространенной методике, заключающейся на законе гидродинамического подобия: выбор безразмерной характеристики гидротрансформатора путем подбора прототипа, вычисление активного диаметра, построение характеристики входа и характеристики выхода графическим методом. На основе полученных данных рассчитывается частота вращения насосного колеса, турбинного, а также создаваемый на них крутящий момент. График этих зависимостей представляет собой характеристику выхода. Преимущество данного метода перед графическим заключается в более высокой точности и скорости расчетов. Кроме того, выполнение расчетов предложенным методом становится возможным с использованием вычислительной техники без использования какого-либо специального программного обеспечения, например с помощью MS Office или Mathcad. Пример расчетов по предложенной методике приведен в предлагаемой статье.

Ключевые слова: гидротрансформатор, гидродинамическая передача, расчет, методика, характеристика, частота вращения, насосное колесо, крутящий момент.

АНАЛІТИЧНА МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ХАРАКТЕРИСТИК ГІДРОТРАНСФОРМАТОРА ДЛЯ АВТОМОБІЛЯ

М. В. Савенков¹, О. В. Киреев²

*ДОН ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»,
2, вул. Державіна, м. Макіївка, ДНР, 86123.*

E-mail: ¹ n.v.savenkov@donnasa.ru, ² kireev.a.v-aah-24v@donnasa.ru

Отримана 03 березня 2022; прийнята 25 березня 2022.

Анотація. У роботі запропоновано аналітичну методику розрахунку характеристик автомобільного гідродинамічного трансформатора, яка базується на поширеній методиці, в основі якої лежить закон гідродинамічної подібності: вибір безрозмірної характеристики гідротрансформатора підбором прототипу, обчислення активного діаметра, побудова характеристики входу та характеристики виходу графічним методом. На основі отриманих даних розраховується частота обертання насосного колеса, турбінного, а також крутний момент, що передається через них. Характеристика виходу – графік цих функцій. Перевага даного методу перед графічним полягає у більш високій точності та швидкості розрахунків. Крім того, виконання розрахунків запропонованим методом стає можливим з використанням обчислювальної техніки без використання будь-якого спеціального програмного забезпечення, наприклад за допомогою MS Office або Mathcad. Приклад розрахунків за запропонованою методикою наведено у цій статті.

Ключові слова: гідротрансформатор, гідродинамічна передача, розрахунок, методика, характеристика, частота обертання, насосне колесо, крутний момент.

ANALYTICAL METHOD FOR CALCULATION OF THE CHARACTERISTICS OF A TORQUE CONVERTER FOR A CAR

Nikita Savenkov¹, Alexey Kireev²

*Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture,
2, Derzhavin Str., Makeevka, DPR, 83123.*

E-mail: ¹ n.v.savenkov@donnasa.ru, ² kireev.a.v-aah-24v@donnasa.ru

Received 03 March 2022; accepted 25 March 2022.

Abstract. The paper proposes an analytical method for calculating the characteristics of an automobile hydrodynamic transformer. It is based on the generally accepted method. This method is based on the law of hydrodynamic similarity: selection of a dimensionless characteristic of a torque converter by selecting a prototype, calculation of the active diameter, plotting the input and output characteristics. Based on the data obtained, the rotational speed of the pump wheel, turbine wheel, as well as the torque generated on them, is calculated. The graph of these dependencies is a characteristic of the output. The advantage of this method over the graphic one is higher accuracy and speed of calculations. In addition, the calculation by the proposed method becomes possible using computer technology without using any special software, for example, using MS Office or Mathcad. The article provides an example of calculations by the proposed method.

Keywords: torque converter, hydrodynamic transmission, calculation, technique, characteristic, rotation frequency, impeller, torque.

Постановка проблемы

Гидродинамическая передача применяется в трансмиссии АТС вместо традиционного фрикционного сцепления для снижения динамических нагрузок, повышения проходимости, упрощения управления и повышения безопасности эксплуатации. Такой агрегат состоит из лопастных колес с общей рабочей полостью, в которой крутящий момент передается между входным и выходным звеном за счет изменения количества движения рабочей жидкости, проходящей через лопастные колеса [1].

Гидродинамическую передачу (ГДП), преобразующую крутящий момент, называют гидродинамическим трансформатором (гидротрансформатором), не преобразующую крутящий момент – гидродинамической муфтой (гидромуфтой), а обеспечивающую работу одного и того же агрегата в зависимости от внешней нагрузки как в режиме гидротрансформатора (ГДТ), так и в режиме гидродинамической муфты (ГДМ) – комплексной гидродинамической передачей (КГДП) [2, 3].

ГДП целесообразно применять на машинах, работающих при переменных режимах, в которых требуется часто изменять направление движения, переключать передачи при резком изменении рабочего сопротивления.

Гидротрансформатор позволяет передать крутящий момент двигателя, обеспечив при этом автомобилю высокие динамические качества. Причем ГДТ только определенных размеров. Если его размеры меньше, то передается лишь часть крутящего момента двигателя, если больше – двигатель не развивает достаточную частоту вращения, отчего его развиваемая мощность будет низкой. В том и другом случаях движение затруднено либо невозможно.

При выборе параметров ГДМ, ГДТ и КГДП широкое распространение получил закон гидродинамического подобия [3]. Согласно этому закону, прежде чем приступить к расчету ГДП, необходимо подобрать прототип, хорошо зарекомендовавший себя в эксплуатации в аналогичных для проектируемого агрегата условиях работы.

Закон подобия основывается на том, что если КПД ГДП $\eta_{\text{ГДП}}$ и плотность ρ рабочей жидкости у прототипа и проектируемой ГДП одинаковы, то их коэффициенты моментов λ равны.

Соответственно последовательность расчета ГДТ следующая [4, 5].

1. Выбор безразмерной характеристики.
2. Вычисление активного диаметра проектируемого ГДТ.
3. Построение характеристики входа ГДТ.
4. Построение характеристики выхода.

Безразмерной характеристикой является система зависимостей параметра $\lambda \cdot \rho, \eta_{\text{ГДП}}$, коэффициента трансформации (силового передаточного числа) k_T от общего аргумента – кинематического передаточного отношения ГДП $i_{\text{ГДП}}$ (отношение частоты вращения турбинного колеса к частоте вращения насосного) [6, 7].

Описание методики

Характеристикой входа ГДТ называется график, показывающий изменение крутящего момента двигателя M_k и крутящего момента на насосном колесе M_H гидротрансформатора в зависимости от частоты вращения n_e . Кривые $M = f(n_e)$ получены для различных значений и коэффициента использования мощности ДВС (рисунок 1). Функций $M_H = f(n_e)$ может быть несколько, они образуют пучок (веер). Каждая из этих кривых строится для своего значения коэффициента насосного колеса λ , взятого из выбранной безразмерной характеристики для различных переда-

точных отношений, начиная от 0 до перехода на режим гидромукфы, если таковой предусмотрен.

Под коэффициентом использования мощности понимается отношение текущей развиваемой ДВС эффективной мощности N_e к максимальной $N_{e\text{max}(n)}$, которая характерна для текущей частоты вращения коленчатого вала [8, 9]:

$$k = \frac{N_e}{N_{e\text{max}(n)}} = \frac{M_e}{M_{e\text{max}(n)}}, [0 \leq k \leq 1], \quad (1)$$

где M_e – текущий создаваемый эффективный крутящий момент ДВС;

$M_{e\text{max}(n)}$ – функция максимального крутящего момента по внешней скоростной характеристике (ВСХ) от частоты вращения коленчатого вала n_e .

Точки пересечения кривых M_k и M_H на входной характеристике входа должны иметь место при определенной частоте вращения коленчатого вала, т. к. от этого зависит мощность двигателя. Если пересечение указанных кривых наблюдается при низкой частоте вращения, мощность окажется значительно меньше максимальной и разгон автомобиля будет затруднен. Поэтому пересечение кривых при средней частоте вращения коленчатого вала допускается на автомобилях с высокой удельной мощностью, например на АТС категорий N_1 и M_1 . При этом шум двигателя, создаваемый при разгоне, небольшой, что также важно для легковых автомобилей.

Активный диаметр гидротрансформатора определяется выражением [10]:

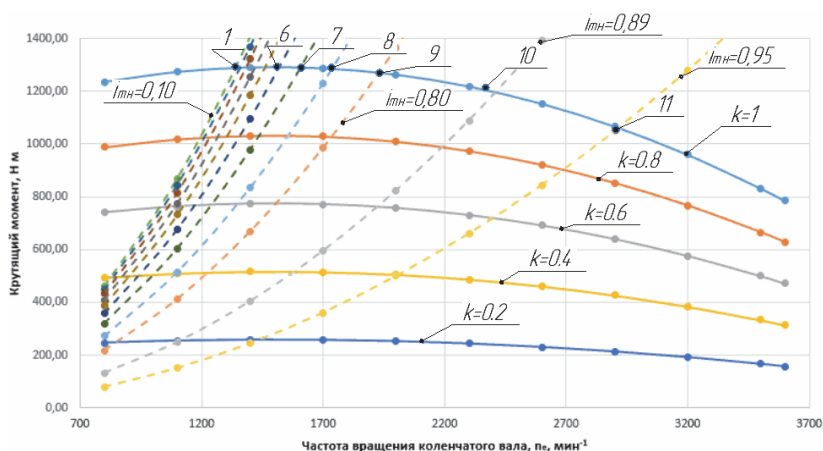


Рисунок 1. Характеристика входа гидротрансформатора при его работе в агрегате с ДВС (1...11 – опорные точки нагрузочных режимов).

$$D = \sqrt[5]{\frac{M_{e\max}}{n_e \cdot \rho \cdot \lambda_{\max}}} \quad (2)$$

Эффективный крутящий момент для различной нагрузки на ДВС определяется по формуле:

$$M_k = M_e \cdot k, \quad (3)$$

где k – коэффициент использования мощности ДВС.

Построение нагрузочных кривых осуществляется по формуле [11, 12, 13]:

$$M_H = \lambda \cdot \rho \cdot n^2 \cdot D^5. \quad (4)$$

Пример характеристики входа представлен на рисунке 1.

Основной характеристикой для расчета тягово-скоростных свойств автомобиля с гидромеханической трансмиссией является характеристика выхода системы двигатель – гидropередача, представляющая собой зависимость крутящего момента M_T на валу турбинного колеса от частоты вращения вала турбины n_T ($M_T = f(n_T)$). Построение характеристики выхода возможно выполнить на основании данных таблицы.

Характеристика для расчета полной нагрузки ДВС строится на основании параметров точек пересечения кривой крутящего момента по ВСХ $M_k = f(n_e)$ (при $k = 1$) с функциями $M_H = f(n_e)$ – точки 1...11 на рисунке 1.

Недостатком графического метода является то, что координаты указанных точек пересечения кривых определяются на основе визуального рассмотрения этих графиков. Это снижает скорость и точность расчетов.

Предлагаемая аналитическая методика расчета характеристики выхода основана на уравнении равенства моментов в рассмотренных точках характеристики входа ($M_k = M_H$):

$$\frac{9550}{n_e} \cdot N_{e\max} \cdot k \left[a \left(\frac{n_e}{n_N} \right) + b \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^2 + c \left(\frac{n_e}{n_N} \right)^3 \right] = \lambda \cdot \rho \cdot n_e^2 \cdot D^5 \quad (5)$$

где $N_{e\max}$ – максимальная мощность ДВС по ВСХ; a, b, c – полиномиальные коэффициенты, зависящие от типа ДВС [9, 14, 15]; n_e – частота вращения насосного колеса; n_N – номинальная частота вращения ДВС.

Ввиду того, что данный расчет может проводиться для режимов работы ДВС с разной нагрузкой, в рассмотренную формулу введен коэффициент использования мощности k .

Далее приведено преобразование уравнения (5). Левая часть уравнения делится на n_e :

$$9550 \cdot N_{e\max} \cdot k \left[a \frac{1}{n_N} + b \frac{n_e}{n_N^2} + c \frac{n_e^2}{n_N^3} \right] = \lambda \cdot \rho \cdot n_e^2 \cdot D^5.$$

Зависимость упрощается:

$$9550 \cdot N_{e\max} \cdot k \left[a \frac{1}{n_N \cdot n_e^2} + b \frac{1}{n_N^2 \cdot n_e} + c \frac{1}{n_N^3} \right] = \lambda \cdot \rho \cdot D^5;$$

$$a \frac{1}{n_N \cdot n_e^2} + b \frac{1}{n_N^2 \cdot n_e} = \frac{\lambda \cdot \rho \cdot D^5}{9550 \cdot N_{e\max} \cdot k} - c \frac{1}{n_N^3}.$$

Выполнены замены в правой части уравнения:

$$\frac{\lambda \cdot \rho \cdot D^5}{9550 \cdot N_{e\max} \cdot k} - c \frac{1}{n_N^3} = \psi;$$

$$\frac{a}{n_e^2} + \frac{b}{n_N \cdot n_e} = n_N \cdot \psi;$$

$$\frac{a \cdot n_N + b \cdot n_e}{n_e^2 \cdot n_N} = n_N \cdot \psi;$$

$$a \cdot n_N + b \cdot n_e = n_N \cdot \psi \cdot n_e^2 \cdot n_N;$$

$$n_N^2 \cdot \psi \cdot n_e^2 - b \cdot n_e - a \cdot n_N = 0.$$

Зависимость принимает вид квадратного уравнения ($Ax^2 + Bx - C = 0$), где в качестве аргумента

Таблица. Результаты расчета характеристики выхода гидротрансформатора

k_T	2,45	2,28	2,10	1,90	1,71	1,52	1,37	1,23	1,11	1,00	1,00
i_{TH}	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,89	0,95
№ точки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
n_H	1 338,95	1 358,21	1 382,70	1 421,06	1 460,85	1 519,09	1 608,64	1 736,59	1 930,35	2 410,31	2 914,95
n_T	0,00	135,82	276,54	426,32	584,34	759,55	965,18	1 215,61	1 544,28	2 145,17	2 769,20
$N_{гт}$	180,58	1 83,28	186,69	192,00	197,45	205,35	217,23	2 33,59	2 56,66	301,87	324,05
M_H	1 288,02	1 288,68	1 289,41	1 290,27	1 290,81	1 290,95	1 289,64	1 284,58	1 269,77	1 196,07	1 061,67
M_T	3 155,64	2 938,20	2 707,76	2 451,52	2 207,29	1 962,24	1 766,80	1 580,03	1 409,45	1 196,07	1 061,67

«х» выступает n_e , а в качестве коэффициентов: $A = n_N^2 \cdot \psi$, $B = (-b)$, $C = a \cdot n_N$. Данное уравнение возможно решить через дискриминант:

$$D = b^2 - 4 \cdot (n_N^2 \cdot \psi) \cdot (a \cdot n_N);$$

$$n_e = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = \frac{b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot (n_N^2 \cdot \psi) \cdot (a \cdot n_N)}}{2 \cdot n_N^2 \cdot \psi}.$$

В результате вычислений, произведенных для различных типоразмеров ГДТ, установлено, что n_e принимает положительные значения только в случае, когда перед корнем стоит знак «+». Подставляя в полученное выражение значение ψ , имеет место окончательная зависимость частоты вращения насосного колеса:

$$n_e = f(\lambda \cdot \rho) = \frac{b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot n_N^2 \cdot \left[\frac{\lambda \cdot \rho \cdot D^5}{9550 \cdot N_{e\max} \cdot k} - c \frac{1}{n_N^3} \right] \cdot (a \cdot n_N)}}{2 \cdot n_N^2 \cdot \left[\frac{\lambda \cdot \rho \cdot D^5}{9550 \cdot N_{e\max} \cdot k} - c \frac{1}{n_N^3} \right]} \quad (6)$$

Таким образом, если в соответствии с определением безразмерной характеристики ГДТ, ее параметры возможно представить в виде функции от частоты вращения турбинного колеса (в т. ч. и $\lambda \cdot \rho = f(n_T)$), то справедлива зависимость $n_e = f(n_T)$, рисунок 2.

Ввиду этого остальные искомые показатели характеристики выхода возможно представить

с использованием полученных аналитических зависимостей (6) в виде функций от n_T . Крутящий момент на насосном колесе:

$$M_H = \frac{N_e}{n_e}.$$

Частота вращения турбинного колеса:

$$n_T = n_e \cdot i_{тн}.$$

Крутящий момент на турбинном колесе:

$$M_m = M_H \cdot k_m.$$

По результатам расчета строится график характеристики выхода. Пример данного графика приведен на рисунке 2.

Выводы и предложения

Таким образом, совмещением характеристик гидротрансформатора и двигателя с применением предложенной аналитической методики могут решаться задачи обеспечения наилучших показателей эксплуатационных свойств автомобиля (тягово-скоростных или топливно-экономических).

Результаты могут быть применены в учебных целях – в ходе выполнения курсового и дипломного проектирования, а также для решения отдельных инженерных задач в сферах производства и эксплуатации автомобильного транспорта.

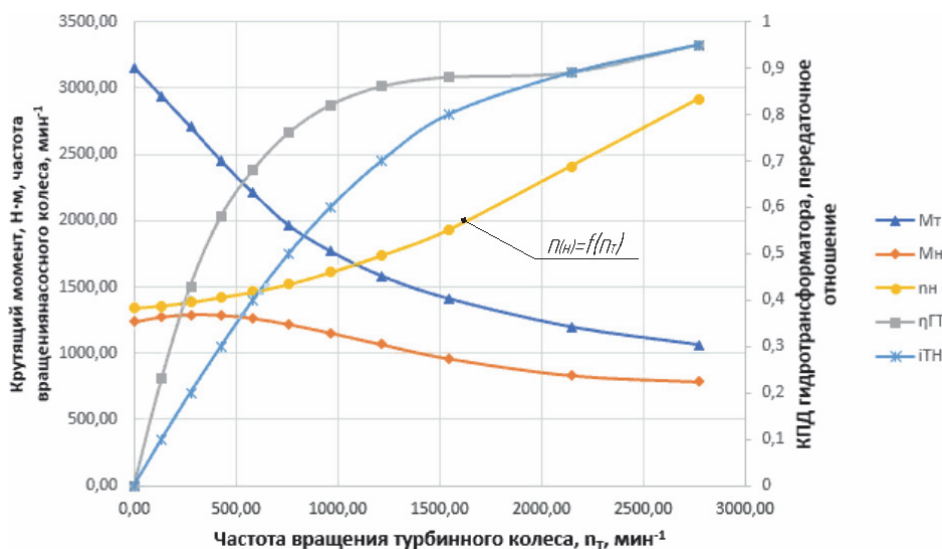


Рисунок 2. Характеристики выхода гидротрансформатора.

Литература

1. Шарипов, В. М. Конструирование и расчет тракторов : учебник для вузов / В. М. Шарипов. – 2-е издание переработанное и дополненное. – Москва : Машиностроение, 2009. – 752 с. – Текст : непосредственный.
2. Павлов, В. В. Тяговый расчет транспортных средств специального назначения с гидромеханической трансмиссией : учебное пособие / В. В. Павлов, В. В. Кувшинов. – Москва : МАДИ, 2016. – 78 с. – Текст : непосредственный.
3. Горожанкин, С. А. Расчет тягово-скоростных и топливно-экономических свойств автомобилей в современных эксплуатационных условиях : учебное пособие по дисциплине «Теория эксплуатационных свойств» для студентов направления подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» / С. А. Горожанкин, А. Д. Бумага, Н. В. Савенков. – Макеевка : ДОННАСА, 2019. – 245 с. – Текст : непосредственный.
4. Трусов, С. М. Автомобильные гидротрансформаторы / С. М. Трусов. – Москва : Машиностроение, 1977. – 271 с. – Текст : непосредственный.
5. Шарипов, В. М. Проектирование механических, гидромеханических и гидрообъемных передач тракторов / В. М. Шарипов. – Москва : МГТУ «МАМИ», 2002. – 300 с. – Текст : непосредственный.
6. Нарбут, А. Н. Подвижной состав автомобильного транспорта (рабочие процессы и расчет механизмов и систем автомобиля) / А. Н. Нарбут. – Москва : МАДИ, 1978. – 116 с. – Текст : непосредственный.
7. Сергеев, Л. В. Гидромеханические трансмиссии быстроходных гусеничных машин / Л. В. Сергеев, В. В. Кадобнов. – Москва : Машиностроение, 1980. – 200 с. – Текст : непосредственный.
8. Петров, В. А. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин / В. А. Петров. – Москва : Машиностроение, 1988. – 248 с. – Текст : непосредственный.
9. Конструкция, конструирование и расчет. Трансмиссия : учебное пособие для специальности «Автомобили и тракторы» / А. И. Гришкевич, В. А. Вавуло, А. В. Карпов [и др.]. – Минск : Высшая школа, 1985. – 240 с. – Текст : непосредственный.
10. Цитович, И. С. Трансмиссии автомобилей / И. С. Цитович, И. В. Каноник, В. А. Вавуло. – Минск : Наука и техника, 1979. – 256 с. – Текст : непосредственный.
11. Bosh. Automotive Handbook. 5th Editor / [перевод с немецкого Г. С. Дугин, Е. И. Комаров, Ю. В. Онуфрийчук]. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Москва : ЗАО «КЖИ За рулем», 2004. – 992 с. – ISBN 5-85907-327-5. – Текст : непосредственный.
12. Автомобильный справочник : [перевод с английского] ; первое русское издание. – Москва : За рулем, 1999. – 896 с. – Текст : непосредственный.

Reference

1. Sharipov, V. M. Design and calculation of tractors : a textbook for universities. – 2nd ed. revised and additional. – Moscow : Mashinostroenie, 2009. – 752 p. – Text : direct. (in Russian)
2. Pavlov, V. V.; Kuvshinov, V. V. Traction calculation of special-purpose vehicles with hydromechanical transmission : textbook. – Moscow : MADI, 2016. – 78 p. – Text : direct. (in Russian)
3. Gorozhankin, S. A.; Bumaga, A. D.; Savenkov, N. V. Calculation of traction-speed and fuel-economic properties of cars in modern operating conditions: a textbook on the discipline «Theory of operational properties» for students of the direction of training 23.03.03 «Operation of transport-technological machines and complexes». – Makeevka : DNACEA, 2019. – 245 p. – Text : direct. (in Russian)
4. Trusov, S. M. Automotive torque converters. – Moscow : Mashinostroenie, 1977. – 271 p. – Text : direct. (in Russian)
5. Sharipov, V. M. Design of mechanical, hydromechanical and hydrostatic transmissions of tractors. – Moscow : MSTU «MAMI», 2002. – 300 p. – Text : direct. (in Russian)
6. Narbut, A. N. Rolling stock of road transport (working processes and calculation of mechanisms and systems of the car). – Moscow : MADI, 1978. – 116 p. – Text : direct. (in Russian)
7. Sergeev, L. V.; Kadobnov, V. V. Hydromechanical transmissions of high-speed tracked vehicles. – Moscow : Mashinostroenie, 1980. – 200 p. – Text : direct. (in Russian)
8. Petrov, V. A. Hydrostatic transmissions of self-propelled machines. – Moscow : Mashinostroenie, 1988. – 248 p. – Text : direct. (in Russian)
9. Grishkevich, A. I.; Vavulo, V. A.; Karpov, A. V. [et. al]. Design, design and calculation. Transmission : textbook for the specialty «Automobiles and tractors». – Minsk : Higher School, 1985. – 240 p. – Text : direct. (in Russian)
10. Tsitovich, I. S.; Kanonik, I. V.; Vavulo, V. A. Transmissions of automobiles. – Minsk : Science and technology, 1979. – 256 p. – Text : direct. (in Russian)
11. Bosch. Automotive Handbook 5th Editor / [translated from German by G. S. Dugin, E. I. Komarov, Yu. V. Onufriyчук]. – 2nd ed., revised and additional. – Moscow : CJSC «KZHI Behind the wheel», 2004. – 992 p. – ISBN 5-85907-327-5. – Text : direct. (in Russian)
12. Automobile directory : [translated from English]; first Russian edition. – Moscow : Behind the wheel, 1999. – 896 p. – Text : direct. (in Russian)
13. CHEVROLET LACETTI. Device, operation, maintenance, repair : an illustrated guide. – Moscow : LLC Book Publishing House Za Rulem, 2012. – 368 p. – ISBN 978-5-9698-0250-6. – Text : direct. (in Russian)
14. Corp, D. Manual for the operation, maintenance and repair of vehicles: VW Passat. Issue from April 1988 to October 1993 / D. Corp, T. Hebele, T. Nauk. – Moscow : Astrel : AST, 2006. – 287 p. – ISBN 5-271-14799-1. – Text : direct. (in Russian)

13. CHEVROLET LACETTI. Устройство, эксплуатация, обслуживание, ремонт : иллюстрированное руководство. – Москва : ООО «Книжное издательство «За рулем», 2012. – 368 с. – ISBN 978-5-9698-0250-6. – Текст : непосредственный.
14. Корп, Д. Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту автомобилей: VW Passat. Выпуск с апреля 1988 по октябрь 1993 г. / Д. Корп, Т. Хебеле, Т. Наук. – Москва : Астрель : АСТ, 2006. – 287 с. – ISBN 5-271-14799-1. – Текст : непосредственный.
15. Automotive engineering. Powertrain, chassis system and vehicle body / Edited by David A. Crolla. – Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier, 2009. – 828 p. – ISBN 978-1-85617-577-7. – Текст : direct. (in English)

Савенков Никита Владимирович – кандидат технических наук, доцент; заведующий кафедрой автомобильного транспорта, сервиса и эксплуатации ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: работа силовых автомобильных установок на неуставившихся режимах.

Киреев Алексей Витальевич – студент кафедры автомобильного транспорта, сервиса и эксплуатации ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: силовые агрегаты на альтернативных видах топлива, автоматические трансмиссии.

Савенков Микита Володимирович – кандидат технічних наук, доцент; завідувач кафедри автомобільного транспорту, сервісу та експлуатації ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: робота силових автомобільних установок на несталіх режимах.

Киреев Олексій Віталійович – студент кафедри автомобільного транспорту, сервісу та експлуатації ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: силові агрегати на альтернативних видах палива, автоматичні трансмісії.

Savenkov Nikita - Ph. D. (Eng.), Associate Professor; Head of the Road transport, service and operation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: transient operations of automotive power plants.

Kireyev Alexey - Student Road transport, service and operation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: power units on alternative fuels, automatic transmissions.