

## ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДВИГАТЕЛЯ ПО ПАРАМЕТРАМ РАЗГОНА И ВЫБЕГА МАШИНЫ

**Рабинович Э. Х.**, к.т.н., с.н.с. доцент Харьковского национального автомобильно-дорожного университета, e-mail: erjara39@ukr.net;

**Зуев В. А.**, ассистент Харьковского национального автомобильно-дорожного университета, e-mail: vlal.zu@mail.ru

*Предложен метод оценки технического состояния двигателя по выходным рабочим параметрам машины без демонтажа его с машины и применения специального оборудования. Метод, включающий в себя выполнение разгона и выбега на разных скоростных и (или) нагрузочных режимах работы машины, проиллюстрирован примером разгона на II передаче с последующим выбегом автомобиля Lada Priora. Параметры процессов регистрировали по записи трека приемником GPS и видеозаписи движения автомобиля мимо элементов обустройства дороги, расположенных с проверенным шагом. Измеренное время разгона соответствует отличному состоянию двигателя, время выбега – отсутствию чрезмерных сопротивлений в ходовой части и трансмиссии. Построенная по видеозаписям разгона и выбега кривая крутящего момента позволяет подробнее изучить работу двигателя на разных оборотах. На точность метода негативно влияет неопределенность использованных в расчете значений массы автомобиля, КПД трансмиссии, момента инерции подвижных частей двигателя и динамического радиуса ведущих колес. Намечены пути снижения неопределенности этих показателей, в частности, предложен способ определения момента инерции двигателя методом двойного выбега на роликовом тяговом стенде (динамометре шасси).*

*Ключевые слова:* двигатель, машина, разгон, выбег, длительность, крутящий момент, автомобиль Lada Priora.

**Введение. Актуальность исследования.** Будем называть машиной любое устройство, предназначенное для выполнения механической работы и имеющее привод (двигатель и трансмиссию) и рабочий орган. Разгон – ускоренное движение машины или ее рабочего органа от ее привода либо от внешнего привода с известной силовой характеристикой. Выбег – замедленное движение машины или ее рабочего органа при отсоединенном приводе.

В процессе эксплуатации техническое состояние автомобилей ухудшается. По статистике США, в течение первых трех лет работы пользователи выявляют в среднем более 152 проблем на каждую сотню автомобилей. Средний возраст легких автомобилей в США – 11,8 года. Из общего числа 263 млн автомобилей около 44 млн имеют возраст от 16 до 24 лет, около 11 млн – 25 лет и более. Растет потребность в ремонтах, соответственно в противовес дилерским каналам растет число независимых мастерских.. Они захватили уже почти весь ремонтный бизнес.

Необходимый элемент рациональной системы технической эксплуатации машин – это регулярное получение информации о текущем состоянии объекта, т.е. диагностика. На крупных объектах, типа главных двигателей судов, турбогенераторов и т.п., имеется достаточно встроенных диагностических средств. На небольших массовых объектах, например, легковых автомобилях, технико-экономические соображения сегодня ограничивают такие возможности. То же относится к объектам, созданным давно, но до сих пор находящимся в эксплуатации. Здесь нужны методы, позволяющие оценить состояние объекта по его рабочим (выходным) параметрам. Для автомобилей в качестве таких параметров предлагаются значения времени разгона от первой до второй скорости и времени выбега от третьей до четвертой скорости.

**Постановка задачи.** Требуется установить количественное соотношение между измеряемыми в рабочих режимах выходными параметрами машины и искомыми выходными параметрами двигателя, характеризующими его техническое состояние. В нашем случае это соотношение между измеренными длительностями разгона и выбега автомобиля и фактическим крутящим моментом двигателя.

**Решение задачи.** Цель исследования – улучшение технического состояния машины в эксплуатации путем регулярного диагностирования по рабочим выходным параметрам, выполняемого пользователем, и последующего устранения неисправностей.

Объект исследования – неустановившееся движение машины или ее рабочего органа.

Предмет исследования – оценка технического состояния двигателя по выходным рабочим параметрам машины.

Методы исследования – наблюдение, натурный эксперимент, измерения, математическая обработка результатов измерений.

**Результаты исследований.** Время разгона зависит от резерва тяги  $P_p(v)$ , т.е. разности между тяговой (движущей) силой, создаваемой приводом машины  $P_k(v)$ , и сопротивлениями движению  $P_c(v)$ . Отношение  $P_p$  к приведенной массе объекта  $m$  – ускорение  $j(v)$ , которое и определяет текущую скорость при известном текущем времени разгона:

$$v_{acc12} = \sum_{v1}^{v2} \frac{P_{pi}}{m} \cdot (t_i - t_{i-1}). \quad (1)$$

Отсюда можно найти для каждого интервала скорости силу  $P_p$ , сложить с суммой сопротивлений в этом интервале  $P_c$  и вычислить соответствующее значение эффективного крутящего момента двигателя  $M_{ei}$ :

$$P_{pi} = m \cdot \frac{\Delta v_i}{\Delta t_i}; \quad P_{ki} = P_{pi} + P_{ci}; \quad M_{ei} = \frac{P_{ki} \cdot r_d}{u_0 \cdot u_g \cdot \eta}, \quad (2)$$

где  $r_d$  – динамический радиус ведущего колеса, м;  $u_0, u_g$  – передаточные числа главной пары и включенной передачи;  $\eta$  – КПД трансмиссии.

Отношение этого момента к номинальному, найденному по ВСХД, и будет показателем технического состояния привода. Обозначим его  $\Pi_c(v)$ .

Используем в качестве примера данные дорожных испытаний автомобиля Lada Priora [1], в частности – данные разгона на 2-й передаче и последующего выбега (рис. 1, 2).

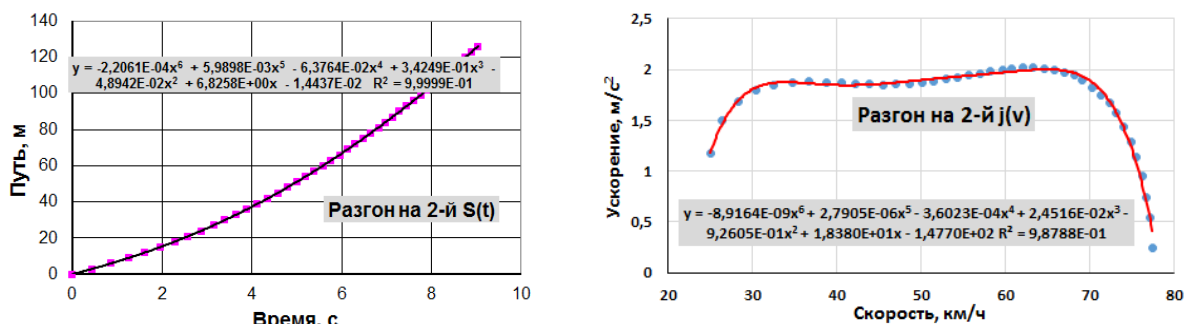


Рисунок 1 – Показатели разгона седана Lada Priora на II передаче

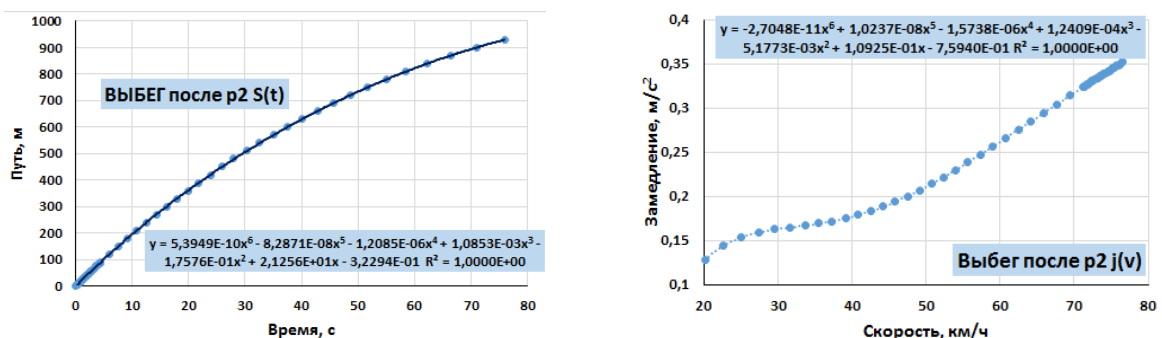


Рисунок 2 – Показатели выбега седана Lada Priora после разгона на II передаче

Вторая передача выбрана не случайно. Автомобили могут разгоняться на ней без пробуксовки, Разгон происходит, например, от 2 до 5 тыс. мин<sup>-1</sup> коленчатого вала (КВ), т.е. позволяет оценить работу двигателя в значительном скоростном диапазоне и длится, как и выбег, достаточно долго для уверенной регистрации параметров процесса.

Обычно для оценки технического состояния привода и ходовой части достаточно двух параметров – времени разгона и времени выбега. В описываемом эксперименте был взят случайный автомобиль в рабочем состоянии. Получено время разгона от 20 до 73 км/ч 7,6 с, время выбега от 50,5 до 20,2 км/ч – 50 с. Соответствующие нормативы, вычисленные нами, – 7,7 с (при полном крутящем моменте) и от 42,6 до 53,4 с в зависимости от качества шин. Основные сложности связаны с вычислением нормативов. Для расчета нормативов выбега нужны значения массы автомобиля в расчетном случае, зависящих от скорости коэффициентов сопротивления качению  $f(v)$  и сопротивления воздуха  $C_x$ , лобовой площади автомобиля  $F$  и потерь холостого хода трансмиссии. Для расчета норматива разгона еще требуется кривая крутящего момента при полной подаче топлива  $Me(n)$ , т.е. внешняя скоростная характеристика (ВСХД).

Обычно эти показатели известны с оговорками – в лучшем случае среднее значение и среднеквадратичное отклонение (СКО), а чаще – только предполагаемые пределы. В упомянутом эксперименте масса автомобиля была 1087 кг (по показаниям весового устройства стенда для проверки тормозов Beissbarth BD 600; точность таких устройств –  $\pm 2...3\%$  [3, 4]). Фактическая масса во время заездов – 1370 кг; участники эксперимента с аппаратурой взвешены на напольных весах Saturn (ЧССР).

Остальные показатели приняты по литературным данным:  $C_x=0,32$ ,  $F=1,93\text{ м}^2$  [5]. Сопротивление качению шин КАМА EURO 224 185/60 R14 82H – как для шин класса ЕСО по справочнику Bosch [6]. Потери холостого хода трансмиссии в ньютонках рассчитаны по формуле Московкина В. В. [7] с принятыми нами коэффициентами:

$$P_x=6+0,34v. \quad (3)$$

Наибольшие сложности возникли при сопоставлении расчетных и экспериментальных кривых момента из-за неопределенности кривой момента по ВСХД. В эксперименте были получены ускорения разгона  $a(v)$  и замедления выбега  $j(v)$ . Наличие этих данных позволило восстановить кривую крутящего момента при допущении, что суммарная сила тяги на всех ведущих колесах:

$$P_k = P_p + \Sigma P_c = a \cdot m_{ac} + j \cdot m_{dc} \quad (4)$$

где  $m_{ac}$ ,  $m_{dc}$  – приведенная к контакту ведущего колеса с дорогой масса автомобиля при разгоне и выбеге соответственно, кг:

$$m_{dc} = m_a + m_{np.k.mp}; \quad m_{ac} = m_{dc} + m_{np.dv} \quad (5)$$

где  $m_{np.k.mp}$  – приведенная масса колес и трансмиссии, кг;  $m_{np.dv}$  – приведенная масса подвижных частей двигателя, кг.

Приблизительное значение приведенной массы колес и трансмиссии рассчитано по формуле:

$$m_{np.k.mp} = (4,6 \cdot I_k + 0,1) / r_k^2, \quad (6)$$

где 4 – количество участвующих в движении колес автомобиля; 0,6 – приблизительное значение момента инерции трансмиссии в долях от момента инерции колеса  $I_k$ ; 0,1 – приблизительное значение удвоенного момента инерции тормозного барабана со ступицей ведомого заднего колеса.

По нашим данным, среднее значение  $I_k = 0,58\text{ кг}\cdot\text{м}^2$ ,  $r_k=0,279\text{ м}$ . Тогда:

$$m_{np.k.mp} = (4,6 \cdot 0,58 + 0,1) / 0,279^2 = 35,6\text{ кг}.$$

Приведенная масса подвижных частей двигателя вычисляется по формуле:

$$m_{пр.дв} = I^д \cdot (u_0 \cdot u_g / r_k)^2, \tag{7}$$

где  $I^д$  – момент инерции подвижных частей двигателя.

Двигатель ВАЗ-21126 создан на базе двигателя ВАЗ-2101, момент инерции которого со сцеплением и ведущей частью трансмиссии составлял 0,136 кг·м<sup>2</sup> [8]. У ВАЗ-21126 легче маховик, поршни и шатуны [9]. По нашей приблизительной оценке это могло снизить момент инерции до 0,129...0,130 кг·м<sup>2</sup>. Для расчетов принято значение 0,130 кг·м<sup>2</sup>. Соответствующие значения приведенных масс двигателя и автомобиля указаны в табл. 1.

Таблица 1 – Приведенные моменты инерции и массы двигателя ВАЗ-21126 ( $I^д=0,13$  кг·м<sup>2</sup>) и автомобиля LADA Priora на передачах ( $r_k=0,279$  м)

Передача	V	IV	III	II	I	Главная пара
Передаточное число	0,784	0,941	1,357	1,950	3,638	3,7059
Приведенная масса, кг	25,84	37,23	77,42	159,86	321,2	
Приведенная масса автомобиля при выбеге, кг (автомобиль, люди, колеса и трансмиссия)					1370+35=1405	
То же при разгоне (плюс двигатель)	2234	1974	1893	1862	1847	

Здесь принято явно грубое допущение, что статические сопротивления при разгоне и выбеге одинаковы. На самом деле при выбеге действуют наряду с другими сопротивлениями потери холостого хода трансмиссии  $P_x$ , а при разгоне их не надо выделять – они учитываются общим КПД трансмиссии. Поэтому из значений  $j$  надо вычитать парциальное замедление  $j_{xx} = P_x / m_{dc}$ , которое создавали бы потери холостого хода при отсутствии других сил.

Внешняя скоростная характеристика двигателя (ВСХД) ВАЗ-21126 практически одинакова во всех публикациях АвтоВАЗа [9]. Однако исследователи и тюнинговые фирмы приводят отличающиеся ВСХД. Особенно интересна картина фирмы «Квазар» [10], где достигнут крутящий момент больше 150 Нм, зато в низкооборотной части момент резко падает (рис. 3). Нами получена в эксперименте похожая кривая (рис. 3, двойная линия, табл. 2). Примем кривую фирмы «Квазар» в качестве второй номинальной.

Таблица 2 – Расчет показателей технического состояния автомобиля

V	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
n	1718	2061	2405	2748	3092	3435	3779	4122	4466	4809	5153
Me B	121	131	137	141	148	<b>145</b>	<b>145</b>	<b>144</b>	<b>142</b>	<b>137</b>	<b>127</b>
Pт	2886	3144	3287	3385	3539	3461	3465	3455	3403	3267	3048
a p	<b>0,441</b>	<b>1,710</b>	<b>1,914</b>	<b>1,881</b>	<b>1,887</b>	<b>1,950</b>	<b>2,022</b>	<b>2,084</b>	<b>2,141</b>	<b>2,109</b>	<b>1,614</b>
Pp	657	2551	2856	2807	2816	2910	3017	3110	3194	3146	2408
j в	<b>0,154</b>	<b>0,163</b>	<b>0,169</b>	<b>0,177</b>	<b>0,191</b>	<b>0,211</b>	<b>0,236</b>	<b>0,263</b>	<b>0,291</b>	<b>0,318</b>	<b>0,345</b>
jxx	<b>0,010</b>	<b>0,012</b>	<b>0,013</b>	<b>0,014</b>	<b>0,015</b>	<b>0,016</b>	<b>0,018</b>	<b>0,019</b>	<b>0,020</b>	<b>0,021</b>	<b>0,022</b>
Pc	201	213	219	229	248	274	306	343	380	418	454
Pp+Pc	859	2765	3075	3036	3064	3184	3324	3453	3574	3564	2862
M экс	36	116	128	127	128	133	139	144	149	149	120
Me K	<b>87</b>	<b>108</b>	<b>123</b>	<b>128</b>	<b>127</b>	<b>128</b>	<b>133</b>	<b>143</b>	<b>154</b>	<b>157</b>	<b>148</b>
Pт	2075	2579	2940	3060	3048	3059	3190	3434	3674	3748	3552
Pc	0,414	1,072	1,046	0,992	1,005	1,041	1,042	1,006	0,973	0,951	0,806

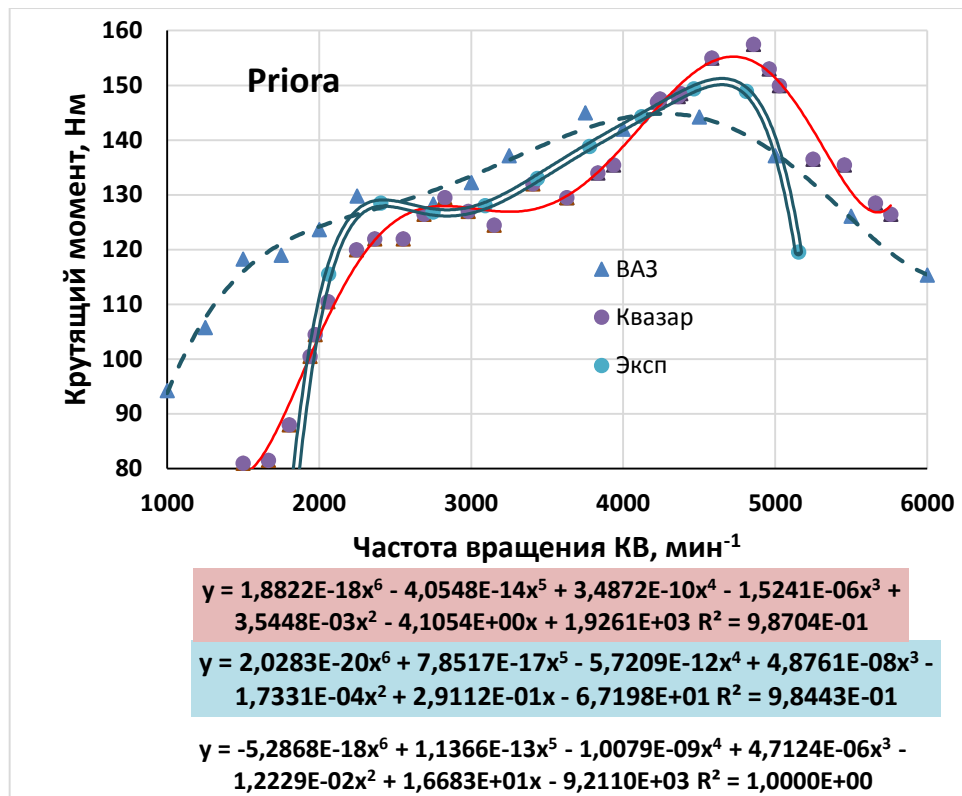


Рисунок 3 – Кривые крутящего момента по данным АвтоВАЗ, фирмы «Квазар» и нашего эксперимента

Полученные результаты позволяют оценить техническое состояние по-разному: 1) по отношению максимального достигнутого момента к максимальному по номинальной кривой; 2) по среднему из значений  $P_c$  в характерных точках; 3) по разности единица плюс отношение суммы отклонений фактического момента от номинального в характерных точках к сумме значений номинального момента в этих же точках. В нашем примере первый вариант дал значения  $150/145=1,034$  ( $150/157,5=0,952$ ); второй  $0,894$  ( $0,941$ ); третий –  $0,910$  ( $0,957$ ). Однако единственное значение, рассчитанное по любому из вариантов, дает лишь первое представление о техническом состоянии автомобиля, а для реальной оценки нужно рассматривать кривые, подобные показанным на рис. 3, с учетом фактических условий работы.

Полезно оценить влияние неточности наших оценок различных параметров на результат. Будем менять значения показателя в возможных пределах и оценивать изменение результата, например, по третьему варианту (табл. 3).

Устранить эти неточности простыми доступными средствами невозможно. Так, у обычных автовесов допускаемая погрешность при взвешивании автомобилей до 6 тонн составляет  $\pm 20$  кг. Если есть возможность взвесить автомобиль на более точных весах хотя бы один раз, то потом можно корректировать этот результат учетом количества топлива в баке, износа шин, замены частей и агрегатов, дополнительных пассажиров или груза – большинство этих объектов можно взвесить на обычных напольных или торговых весах (до 150 кг). Весовые устройства диагностических стендов имеют точность  $\pm 2\%$ , что при массе автомобиля 1000 кг означает те же  $\pm 20$  кг.

КПД трансмиссии, возможно, удастся уточнить на роликовом стенде, имитируя дополнительные сопротивления в ней нагрузочным устройством стенда.

Радиус качения можно уточнить, соотнося данные о частоте вращения коленчатого вала, полученные с разъема OBD II, с данными о скорости с приемника спутниковых сигналов. Скорость с разъема OBD II неточна, поскольку зависит от неопределенного радиуса качения ведущих колес.

Таблица 3 – Влияние неточности входящих величин на оценку технического состояния

Значение	Показатель технического состояния		Изменение показателя технического состояния	
	По ВАЗ	По Квазар	По ВАЗ	По Квазар
Момент инерции двигателя, кг·м <sup>2</sup>				
0,13	0,91	0,957		
0,11	0,903	0,950	0,992	0,993
0,14	0,913	0,961	1,003	1,004
0,18	0,925	0,975	1,016	1,019
0,21	0,936	0,986	1,029	1,030
КПД трансмиссии				
0,91	0,91	0,957		
0,89	0,928	0,977	1,020	1,021
0,93	0,892	0,938	0,980	0,980
0,95	0,875	0,92	0,962	0,961
Приведенная масса автомобиля при выбеге, кг				
1405	0,91	0,957		
1345	0,876	0,922	0,963	0,963
1375	0,893	0,939	0,981	0,981
1435	0,927	0,973	1,019	1,017
1455	0,938	0,987	1,031	1,031
1475	0,949	0,999	1,043	1,044
Сопротивления холостого хода трансмиссии, Н				
×1,0	0,91	0,957		
×1,3	0,91	0,957	1	1
×3	0,909	0,956	0,999	0,999
Радиус качения, м				
0,279	0,91	0,957		
0,273	0,895	0,936	0,984	0,978
0,275	0,9	0,943	0,989	0,985
0,277	0,905	0,95	0,995	0,993
0,281	0,915	0,965	1,005	1,008
0,283	0,92	0,972	1,011	1,016

При наличии роликового тягового стенда можно воспользоваться методом трех выбегов, согласно которому момент инерции двигателя определяют по результатам двух испытаний автомобиля на роликовом стенде – с замкнутой и разомкнутой трансмиссией [11]. В первом испытании регистрируют замедление выбега системы автомобиль-стенд (строго говоря, двигатель-замкнутая трансмиссия-колеса-стенд)  $j^{ac}$ , во втором, после разобщения трансмиссии – отдельно замедление выбега двигателя  $j^d$ , отдельно – ведомой части разобщенной трансмиссии, колеса и стенда  $j^{tp}$ . Из обработки записей в одинаковых скоростных диапазонах находят замедления всех трех выбегов и определяют момент инерции двигателя  $I^d$  по следующей формуле:

$$I^d = \frac{j^{tp} - j^{ac}}{j^{ac} - j^d} \cdot (I^{tp.a} + 2 \cdot I^k + I^{ct}), \quad (8)$$

где  $I^{tp.a}$ ,  $I^k$ ,  $I^{ct}$  – моменты инерции соответственно трансмиссии автомобиля, колеса и стенда.

Момент инерции трансмиссии автомобиля определяют предварительно методом выбега, колеса – методом бифилярного подвеса, стенда – методом падающего груза (метод Атвуда).

**Выводы.** Итак, предложен метод оценки технического состояния двигателя по выходным рабочим параметрам машины без демонтажа двигателя с машины и применения специального оборудования. Метод включает в себя выполнение разгона и выбега на разных скоростных и нагрузочных режимах с регистрацией параметров указанных режимов. Метод пригоден для любой машины, устройство и оснащение которой позволяет реализовать такие проверки.

Точность метода можно повысить, уменьшив неопределенность основных входящих параметров машины (для автомобиля – массы, КПД трансмиссии, момента инерции двигателя).

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Выбор средств измерения параметров движения автомобиля при дорожном диагностировании / Э. Х. Рабинович, Д. В. Абрамов, Д. М. Клец [и др.] // Метрологія та вимірювальна техніка : IX Міжнар. наук.-техн. конф. «Метрологія–2014». (15–16 жовтня 2014 р.). – Х.: ННЦ «Інститут метрології», 2014. – С. 363–366.
2. Тормозной стенд Beissbarth BD600-Beissbarth в Украине / / [Электронный ресурс] Режим доступа: [www.beissbarth.kiev.ua/bd600.html](http://www.beissbarth.kiev.ua/bd600.html).
3. BM9010 Brake tester / Gemco [www.gemco.co.uk/.../uploads/.../BM9010-Brake-Tester-Bro...](http://www.gemco.co.uk/.../uploads/.../BM9010-Brake-Tester-Bro...) *Weight measuring accuracy*. 0 – 100 kg:  $\pm 2$  kg > 100 kg:  $\pm 2$  % FS.
4. НК\_Catalog\_2012\_Test Lane.pdf / [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://www.hkautomotive.net/files/05\\_](http://www.hkautomotive.net/files/05_)
5. Аэродинамика Приоры / [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.drive2.ru/l/3146081>
6. BOSCH. Автомобильный справочник: Пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 992 с.: ил.
7. Петрушов В.А. Мощностной баланс автомобиля / В.А. Петрушов, В.В. Московкин, А.Н. Евграфов // М.: Машиностроение, 1984. – 160 с.
8. Цитович И.С., Альгин В.Б. Динамика автомобиля. — Мн.: Наука и техника. — 1981.— 191 с.
9. Конструктивные особенности двигателя ВАЗ-21126 Lada-2170 Priora / [Электронный ресурс] Режим доступа: [autoholding.net/851\\_konstruktivnie\\_osobennosti\\_dvigatelya\\_vaz\\_IIIIVI\\_LADA\\_IIIPIO\\_PRIORA.html](http://autoholding.net/851_konstruktivnie_osobennosti_dvigatelya_vaz_IIIIVI_LADA_IIIPIO_PRIORA.html)
10. График замера ВСХ серийного двигателя ВАЗ 21126 ПРИОРА (1.6 л) [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://kvazar-3000.narod.ru>
11. Зуев В.А. Бестормозной метод определения момента инерции двигателя на роликовом стенде // Матеріали 8-ї міжнар. наук.-практ. конф. «Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та устаткування для їх обслуговування». (28–29 вересня 2017 р.) – Херсон : Херсонська державна морська академія. – С. 417–423.

## REFERENCES

1. Rabinovich, E.H., Abramov, D.V, Klec D.M. [et al] (2014) Choice of means for measuring the parameters of vehicle movement during road diagnostics / [Vybor sredstv izmereniya parametrov dvizheniya avtomobilya pri dorozhnom diagnostirovanii ] *Metrology and measuring equipment: IX International Sci.-Tech. conf. «METROLOGY-2014» - October 15-16, 2014, Kharkiv. Science Works [METROLOHIIA TA VYMIRIuVALNA TEKhnIKA: IX Mizhnar. nauk.-tekhn. konf. «METROLOHIIa–2014» – 15–16 zhovtnia 2014 r., Kh.: nauk. pratsi.]* Kharkiv: NSC «Institute of Metrology», 2014. - P. 363-366.
2. Brake tester Beissbarth BD600 - Beissbarth in Ukraine / Available at: [www.beissbarth.kiev.ua/bd600.html](http://www.beissbarth.kiev.ua/bd600.html).
3. BM9010 Brake tester / Available at: Gemco [www.gemco.co.uk/.../uploads/.../BM9010-Brake-Tester-Bro...](http://www.gemco.co.uk/.../uploads/.../BM9010-Brake-Tester-Bro...)
4. НК\_Catalog\_2012\_Test Lane.pdf / Available at: [http://www.hkautomotive.net/files/05\\_](http://www.hkautomotive.net/files/05_)

5. Aerodynamics of Priora [Aerodynamyka Pryory] / Available at: <https://www.drive2.ru/l/3146081>
6. BOSCH. Automotive Handbook. 5<sup>th</sup> Edition
7. Petrushov, V.A, Moskovkin, V.V, Evgrafov A.N. (1984) Power balance of the car [Moshchnostnoi balans avtomobyliya] / Moscow: Mechanical Engineering, 1984. - 160 p.
8. Tsitovich, I.S., Algin, V.B. (1981). The dynamics of car. [Dynamyka avtomobyliya] - Minsk: Science and technology. - 1981.- 191 p.
9. Design features of the VAZ-21126 engine Lada-2170 Priora [konstruktivnie\_osobennosti\_dvigatelya\_VAZ-21126\_Lada-2170] / Available at: [autoholding.net/851\\_konstruktivnie\\_osobennosti\\_dvigatelya\\_vaz\\_IIIIVVI\\_LADA\\_IIIIVIO\\_PRIORA.html](http://autoholding.net/851_konstruktivnie_osobennosti_dvigatelya_vaz_IIIIVVI_LADA_IIIIVIO_PRIORA.html)
10. The diagramm of measurement the external high-speed characteristic of the engine (Horsepower & Torque curve) of the serial engine VAZ 21126 PRIORA (1.6 l) [Hrafyk zamera VSKh seryinoho dvyhatelia VAZ 21126 PRYORA (1.6 l)] Available at: <http://kvazar-3000.narod.ru>
11. Zuev, V.A. (2017). The non-brake method for determining the inertia moment of the engine on a roller stand [Bestormoznoi metod opredelenyia momenta ynertsyy dvyhatelia na rolykovom stende] / *Materials of the 8th Intern. science-practice conf. «Modern energy installations on transport, technologies and equipment for their servicing» [Suchasni enerhetychni ustanovky na transporti, tekhnolohii ta ustatkuvannia dlia yikh obsluhovuvannia]*. September 28-29, 2017 – Kherson : Kherson State Maritime Academy, 417–423.

**Рабінович Е. Х., Зуєв В. О. ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДВИГУНА ЗА ПАРАМЕТРАМИ РОЗГОНУ І ВИБІГУ МАШИНИ**

*Запропоновано метод оцінки технічного стану двигуна за вихідними робочими параметрами машини без демонтажу його з машини і застосування спеціального обладнання. Метод, що включає в себе виконання розгону та вибігу на різних швидкісних і (або) навантажувальних режимах роботи машини, проілюстрований прикладом розгону на II передачі з подальшим вибігом автомобіля Lada Priora. Параметри процесів реєстрували шляхом запису треку приймачем GPS і відеозапису руху автомобіля повз елементи облаштування дороги, розташовані з перевіреною кроком. Вимірний час розгону відповідає відмінному стану двигуна, час вибігу - відсутності надмірних опорів у ходової частини і трансмісії. Побудована за відеозаписами розгону і вибігу крива крутного моменту дозволяє докладніше вивчити роботу двигуна на різних обертах. На точність методу негативно впливає невизначеність використаних в розрахунку значень маси автомобіля, ККД трансмісії, моменту інерції рухомих частин двигуна і динамічного радіуса ведучих коліс. Намічено шляхи зниження невизначеності цих показників, зокрема, запропонований спосіб визначення моменту інерції двигуна методом потрійного вибігу на роликовому тяговому стенді (динамометрі шасі).*

**Ключові слова:** *двигун, машина, розгін, вибіг, тривалість, крутний момент, автомобіль Lada Priora.*

**Rabinovich E. Kh., Zuev V. A. ASSESSMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE ENGINE ACCORDING TO THE PARAMETERS OF ACCELERATION AND COASTING OF THE MACHINE**

*The article describes the method for assessing the technical state of the engine on the output operating parameters of the machine without dismantling it from the machine and using special equipment. The method, including the execution of acceleration and coasting at different high-speed and (or) load modes of the machine, is illustrated by an example of acceleration in the 2nd gear followed by a run-off of the Lada Priora car. The process parameters were recorded by recording the track by the GPS receiver and video recording of the vehicle's motion past the elements of the road arrangement located with a verified step. The measured acceleration time corresponds to the excellent state of the engine and the run-out time indicates the absence of excessive resistance in the undercarriage and the transmission. Recovered from the video records of acceleration and coasting, the torque curve allows you to learn more about the engine at different speeds. The accuracy of the method is adversely affected by the uncertainty of the vehicle weight values used, the transmission efficiency, the moment of inertia of the moving parts of the engine and the dynamic radius of the driving wheels. Ways to reduce the uncertainty of these indicators are outlined, in particular, a method is proposed for determining the inertia moment of the engine by the method of triple run-off on a roller stand (chassis dynamometer).*

**Keywords:** *engine, car, acceleration, coasting, duration, torque, car Lada Priora.*

© Рабінович Е. Х., Зуєв В. О.

Статтю прийнято  
до редакції 23.05.18