

МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ: ТЕОРИЯ, ТЕХНОЛОГИИ, ПРОИЗВОДСТВО

УДК 629.1+621.31

С.А. Горожанкин, А.Я. Бабанин, Н.В. Савенков, В.В. Понякин

ИЗМЕРЕНИЕ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА ПОРШНЕВОГО ДВС КОЛЕСНОЙ МАШИНЫ ПРИ ЕГО РАБОТЕ НА НЕУСТАНОВИВШЕМСЯ РЕЖИМЕ С ПОМОЩЬЮ ТОРСИОННОГО КРУТИЛЬНОГО ДИНАМОМЕТРА

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г. Макеевка

Приведены теоретические основы, конструкция и опыт практического применения торсионного крутильного динамометра для измерения крутящего момента поршневого ДВС колесной машины при его работе на неустановившемся режиме. Рассмотрены вопросы компоновки, градуировки, относительной погрешности, чувствительности и динамических характеристик прибора. Также предложены рациональные параметры механики, электроники и программного обеспечения.

Ключевые слова: крутящий момент, двигатель внутреннего сгорания, торсионный крутильный динамометр, неустановившийся режим, калибровочный параметр, относительная погрешность, оптический датчик, система сбора данных.

Введение

В настоящее время численное моделирование играет весомую роль в процессах расчетного определения тягово-скоростных и топливно-экономических эксплуатационных свойств автотранспортного средства, а также его экологичности. Полученные данные широко используются при анализе комплексной эффективности, в также в процессах синтеза конструкционных и режимных параметров перспективных силовых установок.

При этом степень достоверности математической модели нагрузочно-скоростных характеристик ДВС имеет особую важность, так как преимущественно его работой определяются рассмотренные эксплуатационные свойства колесной машины. Приоритетность экспериментального исследования зависимостей эффективных показателей современного транспортного ДВС в виде функций от его параметров регулирования обуславливается сложностью как самой конструкции двигателя, так и протекающих в его агрегатах и системах физико-химических процессов.

В современных условиях наблюдается увеличение эксплуатационных скоростей движения и ускорений транспортных средств, о чем также свидетельствуют параметры Всемирного гармонизированного ездового цикла (WLTC). Рост интенсивности дорожного движения приводит к увеличению продолжительности работы автомобильных ДВС на неустановившемся режиме. Эффективные показатели двигателя при этом могут в существенной степени отличаться от значений, полученных на соответствующих установившихся режимах, и требуют разработки других, преимущественно экспериментальных, методов оценки [1, 2].

Первоочередной задачей при опытным определении развиваемой эффективной мощности и удельного расхода топлива является измерение величины эффективного крутящего момента ДВС.

Теоретический анализ. Устройства, предназначенные для измерения крутящего момента, по принципу работы можно разделить на четыре класса: балансирные динамометры,

торсионные приборы, трансмиссионные динамометры и преобразователи для измерения по вторичным параметрам [3]. В соответствии со стандартом [4], эффективный крутящий момент ДВС на установившемся режиме определяется весовым устройством балансирного тормозного динамометра с учетом потерь на трение в системе. Вследствие большой инерционности и невозможности ввиду этого регистрировать переменные значения крутящего момента, применение тормозных динамометров при исследовании неустановившихся режимов ограничивается только целями градуировки относительно безынерционных приборов, а также созданием нагрузки на двигатель при стендовых испытаниях. В отличие от тормозных, торсионные динамометры являются обычно безынерционными приборами и выполняют только измерительную функцию, позволяя регистрировать как средние во времени, так и непрерывно изменяющиеся значения крутящего момента двигателя при его работе на любых режимах [1].

Торсионные динамометры подразделяются на тензометрические и крутильные. В настоящее время интенсивно развиваются тензометрические приборы, принцип действия которых основан на зависимости между растяжением проводника и его электрическим сопротивлением. Благодаря постоянно уменьшающимся размерам и улучшающейся стабильности электроники, возможно конструировать датчики с увеличенной точностью и лучшими динамическими характеристиками [5]. Современные тензометрические приборы компактны, обладают наиболее высокой точностью относительно других типов динамометров, предназначенных для измерения крутящего момента, а также могут быть размещены непосредственно на трансмиссионном валу, не требуя установки вспомогательных устройств между двигателем и нагрузкой [6].

Рабочий процесс торсионного крутильного динамометра, в отличие от торсионного тензометрического, основан на прямом либо косвенном измерении угла скручивания торсионного вала. Этот угол, в соответствии с законом Гука, пропорционален передаваемому крутящему моменту [3]:

$$M = f(\varphi_C) = \frac{10^6 \pi \varphi_C G_P J}{180L}, \text{ Нм}, \quad (1)$$

где φ_C – угол скручивания торсионного вала, град.; G_P – модуль упругости для материала вала, МПа; J – полярный момент инерции поперечного сечения вала, м⁴; L – рабочая длина торсионного вала, м.

Торсионные крутильные динамометры были изобретены значительно раньше тензометрических. Они существенно уступают последним в размерах и точности, однако обладают простотой конструкции, надежностью, более низкой стоимостью и меньшей чувствительностью к вибрациям, что обуславливает рациональность их применения для решения соответствующих научно-производственных задач. Назначение этих приборов в значительной мере определяется параметрами конструкции, которая у данного типа устройств в значительной мере дифференцирована.

Крутильные торсионные динамометры подразделяются на две группы: контактные и бесконтактные приборы [3]. Последние имеют меньшую чувствительность к вибрациям и большую стабильностью показаний, а также менее требовательны к обслуживанию. По принципу измерения величины φ_C бесконтактные торсионные динамометры подразделяются на временные, фазовые, нониусные, разностные и фотоэлектрические. В настоящей статье рассмотрен процесс определения крутящего момента автомобильного ДВС с помощью бесконтактного торсионного крутильного динамометра, работающего по временному принципу.

Конструкция. Кинематическая принципиальная схема приведена на рис. 1. Устройство является типовым для приборов этого класса. Ведущий вал 8 передает вращение ведомому фланцу 9 через торсионный вал 4. На нем неподвижно установлены одинаковые измерительные диски 5. Эти детали образуют ротор прибора, который свободно вращается в подшипниковых узлах 7, установленных в корпусе 6. Корпус жестко связан с блок-картером испытуе-

мого ДВС. Коленчатый вал с частотой n , мин^{-1} , приводит вал 8 через фрикционную муфту сцепления, имеющую ведомый диск без демпфера крутильных колебаний.

Принцип действия. При вращении ротора прорези 10 на периферии измерительных дисков обуславливают создание на информационных каналах оптических датчиков №1, №2 и №3 частотно-широтно-модулированных сигналов. Как было отмечено ранее, процесс определения крутящего момента M основан на временном принципе [7]:

$$M = f(A), \quad A = \frac{t_{12}}{t_{13}} = \frac{\varphi_C + \varphi_{12}}{\varphi_C + \varphi_{13}}, \quad (2)$$

где A – безразмерный калибровочный параметр динамометра; t_{12} – время между прохождением прорези переднего измерительного диска (со стороны ДВС) через датчик №1 и прорези заднего измерительного диска (со стороны нагрузки) через датчик №2; t_{13} – время между прохождением прорези переднего измерительного диска через датчик №1 и прорези заднего измерительного диска через датчик №3; φ_{12} – угол между датчиками №1 и №2, град; φ_{13} – угол между датчиками №1 и №3, град.

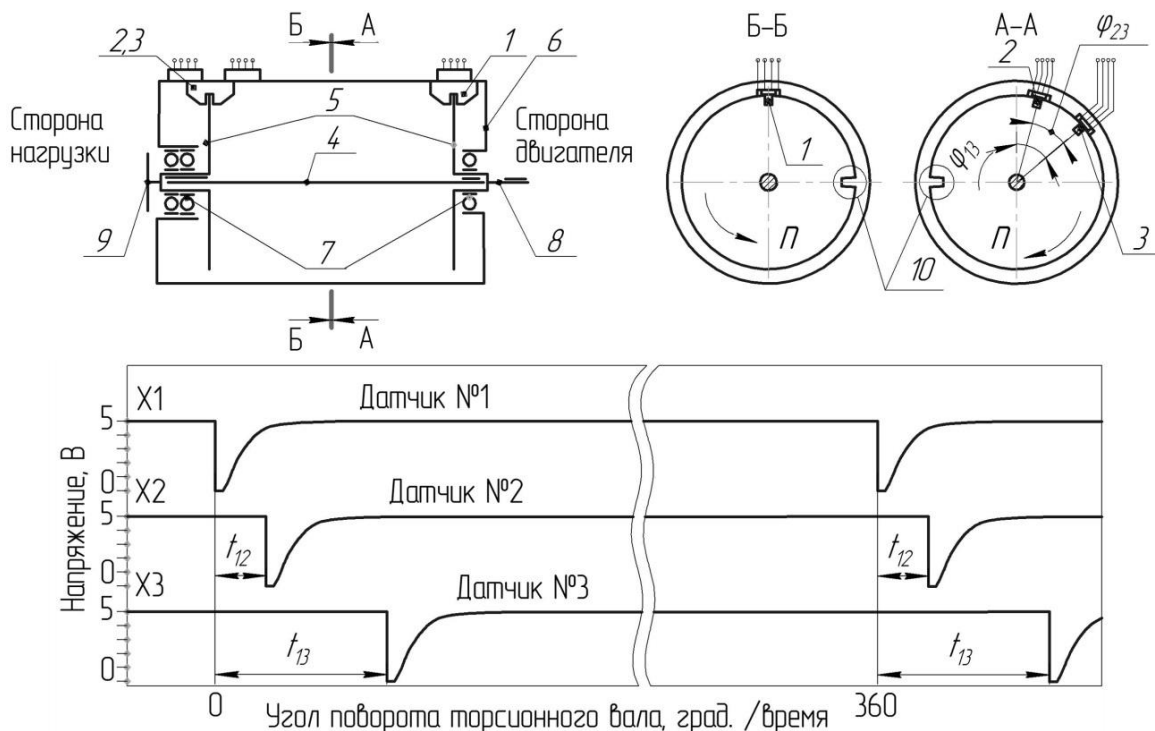


Рис. 1. Схема динамометра и осциллограмма напряжений на датчиках

С изменением частоты вращения ротора величины t_{12} и t_{13} изменяются пропорционально. При этом значение калибровочного параметра A остается неизменным, что поясняет правая часть уравнения (2): при отсутствии передаваемого крутящего момента, угол φ_C также равен нулю, и параметр A зависит только от углов φ_{12} и φ_{13} , которые не изменяют своего значения при отсутствии деформации на торсионном валу. Соответственно при $A(n \neq \text{const}, M = 0) = \text{const}$.

При передаче крутящего момента торсионный вал испытывает упругую деформацию и угол φ_C изменяет свое значение. Вслед за ним происходит нарушение пропорциональности между величинами t_{12} и t_{13} . Это вызывает изменение калибровочного параметра A . Таким образом, при $A(n \neq \text{const}, M \neq 0) \neq \text{const}$.

Одним из возможных вариантов представления искомой функциональной зависимости $M=f(A)$ в аналитическом виде является совместное решение уравнений (1) и (2):

$$M = f(A) = \frac{10^6 \eta \cdot \pi G_p I_p (A\varphi_{12} + A\varphi_{23} - \varphi_{12})}{180L(1 - A)}, \text{ Нм}, \quad A = \frac{t_{12}}{t_{13}}, \quad (3)$$

где φ_{23} - угол между датчиками №2 и №3, град, ($\varphi_{23} = \varphi_{13} - \varphi_{12}$); η – КПД подшипников.

Рассмотренная конструкция позволяет измерять условно-мгновенные (за один оборот коленчатого вала) значения крутящего момента.

Градуировка. Точное определение значений констант функции (3) представляет собой определенную практическую сложность. Это, в частности, объясняется сложной формой и структурой материала торсионного вала. Поэтому градуировку такого прибора, как правило, выполняют опытным путем. В начале процесса градуировки динамометра величины η , G_p , I_p , L , φ_{12} и φ_{13} принимаются приближенно. Затем на любом установившемся нагрузочно-скоростном режиме ($n = \text{const}$, $M = \text{const}$, $M > 0$) определяется уточненное значение угла φ_{23} :

$$\varphi_{23} = 6n (t_{13} - t_{12}). \quad (4)$$

Соответствующие значения величин n , t_{13} и t_{12} на этом режиме определяются программным комплексом динамометра на основании сигналов с датчиков.

Уточненное значение угла φ_{12} возможно получить путем его выражения из функции (3) аналогичным образом на любом нагрузочно-скоростном режиме, для которого известен крутящий момент M (например, по показаниям балансирующего силоизмерительного механизма тормозного устройства, создающий нагрузку на испытуемый ДВС).

Параметры η , G_p , I_p , L в одинаковой мере влияют на значение M , зависимость (3), таким образом, в качестве тарировочного допустимо выбрать один из них. Например, рабочую длину торсионного вала. В процессе градуировки подбирается такое ее значение, при котором величина крутящего момента, определенного программным комплексом динамометра, во всем диапазоне установившихся нагрузочно-скоростных режимов будут соответствовать значениям крутящего момента балансирующего силоизмерительного механизма.

Погрешность и чувствительность. Так как рассматриваемая конструкция является прибором, предназначенным для измерений в условиях нестационарных процессов, то к нему (как к средству измерения) предъявляются соответствующие метрологические требования в отношении характеристики погрешностей, чувствительности и динамических характеристик.

Относительная погрешность динамометра определяется выражением [3]

$$\delta_M = \delta_\varepsilon + \delta_{nM} + \delta_d + \delta_B, \quad (5)$$

где δ_ε – составляющая относительная погрешности, вызванная влиянием углового ускорения торсионного вала ε , рад/с² (6); δ_{nM} – относительная погрешность, вызванная неравномерностью крутящего момента и частоты вращения коленчатого вала ДВС (7); δ_d – относительная погрешность дискретизации (8); δ_B – относительная погрешность весового механизма балансирующего динамометра, применяемого в процессе градуировки.

$$\delta_\varepsilon = \frac{\frac{1}{6n}(\varphi_c + \varphi_{12} + \varphi_{23}) - \frac{1}{\varepsilon} \left(-\frac{\pi n}{30} + \sqrt{\left(\frac{\pi n}{30}\right)^2 + \frac{\varepsilon \pi}{90}(\varphi_c + \varphi_{12} + \varphi_{23})} \right)}{\frac{1}{6n}(\varphi_c + \varphi_{12} + \varphi_{23})}, \quad (6)$$

$$\delta_{nM} = \frac{0,5n_{ц}(\gamma_{дв}(\varphi_c + \varphi_{12} + \varphi_{23}) + \mu\varphi_c)}{180 + n_{ц}(\varphi_c + \varphi_{12} + \varphi_{23})}, \quad (7)$$

где $\gamma_{дв}$ – коэффициент неравномерности частоты вращения ДВС [8]; μ – коэффициент неравномерности крутящего момента ДВС [8]; $n_{ц}$ – количество цилиндров в ДВС.

$$\delta_D = \frac{\delta_\phi}{m_\phi \phi_c}, \quad \delta_\phi = \frac{60n}{\nu}, \quad (8)$$

где δ_ϕ – разрешающая способность (дискретность) динамометра; m_ϕ – кратность интегрирующего звена (программного фильтра); ν – частота дискретизации каждого информационного канала датчиков динамометра, Гц.

Чувствительность динамометра $S_{\text{град}}$ определена выражением

$$S_{\text{град}} = \frac{\Delta A}{\phi_{C \max}} = \frac{1}{\phi_{C \max}} \cdot \left(\frac{\phi_{C \max} + \phi_{12}}{\phi_{C \max} + \phi_{12} + \phi_{23}} - \frac{\phi_{12}}{\phi_{12} + \phi_{23}} \right), \text{ 1/град.}, \quad (9)$$

где ΔA – изменение калибровочного параметра за рабочий диапазон угла скручивания $\phi_{C \max}$.

Экспериментальная часть. На рис. 2 приведен продольный разрез и модель инженерного решения динамометра, рабочий процесс которого рассмотрен в настоящей статье. Устройство является бесконтактным электронно-оптическим торсионным крутильным динамометром.

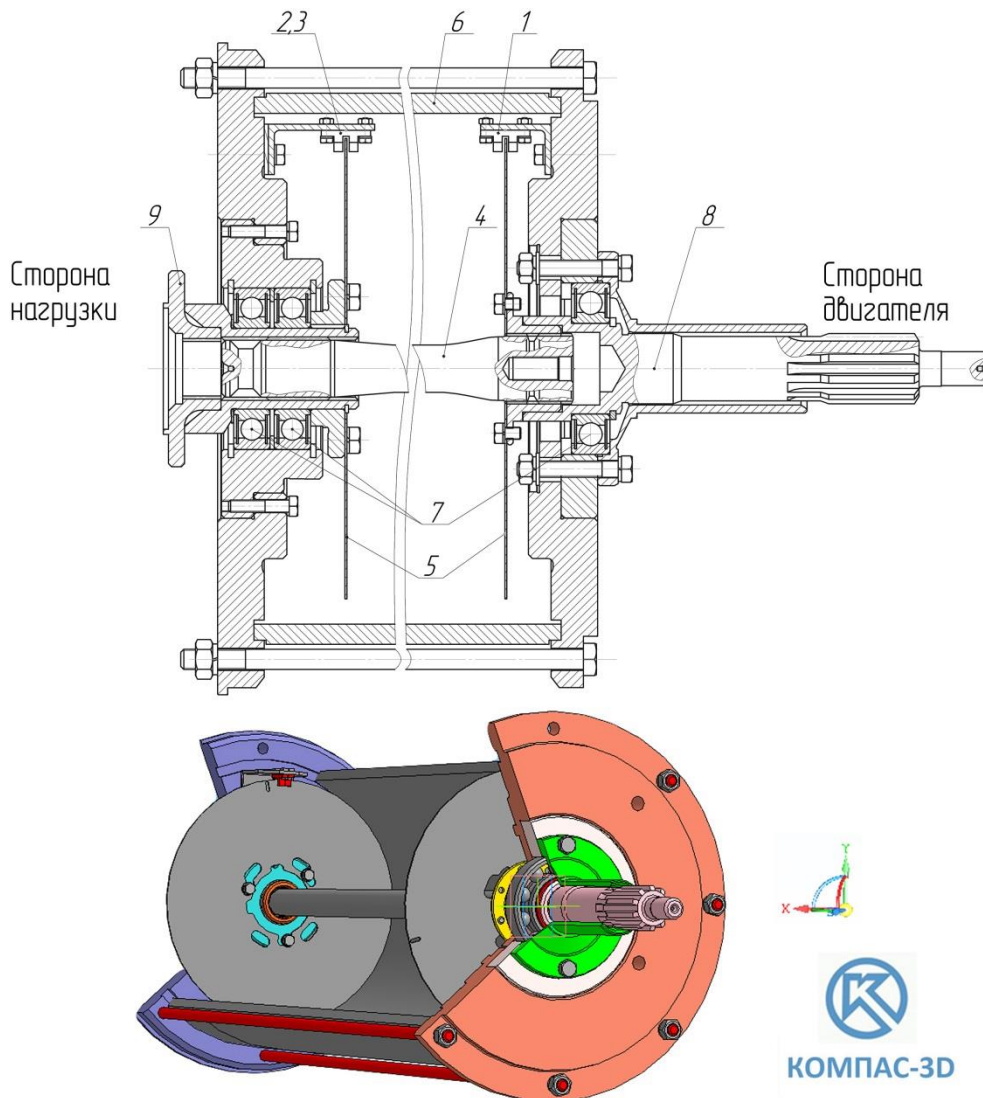


Рис. 2. Продольный разрез динамометра и его графическая модель

Цифровые позиции соответствуют таковым на рис. 1. Прибор разработан и внедрен в лаборатории автомобильных двигателей кафедры «Техническая эксплуатация и сервис автомобилей, технологических машин и оборудования» ГОУ ВПО «Донбасская национальная

академия строительства и архитектуры» с целью определения эффективных показателей автомобильного ДВС, оснащенного комплексной микропроцессорной системой управления впрыском топлива и зажиганием, на неустановившихся режимах работы [2].

Механика. Торсионный вал имеет рабочую длину 462 мм (уточненное значение получено в процессе калибровки) и диаметр 23,4 мм (изготовлен из стали марки 50 ХГА, в качестве термообработки применено заневоливание, поверхностное упрочнение – накатка). Измерительные диски дюралюминовые, рабочий диаметр 224 мм. Датчики представляют собой оптопары модели KTIK 0221DS. Диапазон измерений динамометра: $M = -40 \dots 300$ Нм, $n = 100 \dots 10^4$ мин⁻¹; предельная допустимая нагрузка 500 Нм, разрушающая 1000 Нм.

Экспериментально установлено, что ключевое влияние на качество работы прибора – его относительную погрешность, чувствительность и динамические характеристики оказывают параметры φ_{Cmax} , φ_{12} , φ_{23} , m_{φ} и ν .

Рабочий диапазон угла скручивания φ_{Cmax} подобран опытным путем и составляет 3 град. Большие значения φ_{Cmax} , хотя и приводят к росту чувствительности прибора (9), но вызывают значительное влияние крутильных колебаний торсионного вала (обусловленных неустановившимся режимом работы ДВС, а также неравномерностью крутящего момента и частоты вращения коленчатого вала) на результаты измерений. Именно этот параметр и определяет конструкцию торсионного вала.

Немаловажное влияние на чувствительность динамометра $S_{град}$ оказывают углы φ_{12} и φ_{23} . Соответствующие значения подбираются опытным путем. В общем случае, уменьшение φ_{12} и φ_{23} приводит к снижению составляющей δ_{ϵ} . Угол φ_{12} рекомендуется принимать таким, чтобы возможно было измерять отрицательный крутящий момент ДВС (например, при стендовом определении величины механических потерь в режиме холодной обкатки [2]). Максимальная чувствительность прибора обеспечивается при значении φ_{23} примерно в два раза большем, чем угол φ_{12} .

Таким образом, в процессе калибровки прибора были получены рациональные с позиции выполненного исследования значения углов: $\varphi_{12} = 1,425^\circ$; $\varphi_{23} = 2,723^\circ$. На рис. 3 показан процесс выбора соответствующих параметров, а также зависимость крутящего момента M и угла скручивания торсиона φ_C от калибровочного параметра A .

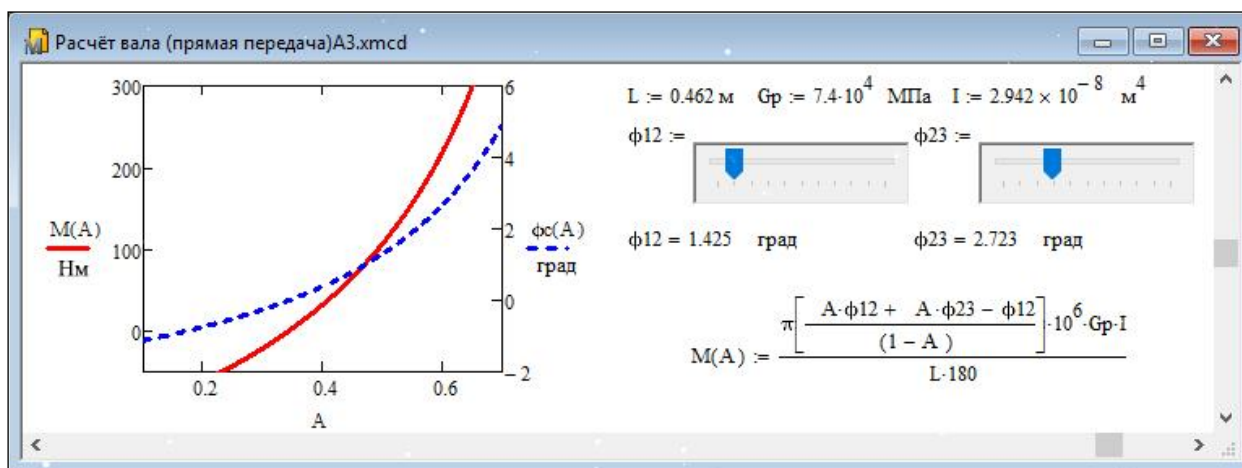


Рис. 3 Фрагмент листинга программы для подбора конструкционных параметров прибора (система компьютерной алгебры Mathcad)

На левом изображении рис. 4 показан динамометр, расположенный в трансмиссии модернизированного обкаточно-тормозного стенда КИ-5543 ГОСНИТИ [9] при испытаниях двигателя УМЗ-4216 автомобиля «ГАЗель Бизнес». На правом верхнем изображении рис. 4 приведены передний сборочный узел динамометра с торсионным валом, установленные на испытуемом ДВС. Фрагмент заднего сборочного узла с расположенными около измерительного диска датчиками №2 и №3 приведен на правом нижнем рисунке.

Электроника. Первичной задачей электронного измерительного комплекса прибора является регистрация двух периодов времени: между спадами напряжений датчиков №1 и №2 (t_{12}), а также между спадами напряжений датчиков №1 и №3 (t_{13}). На рис. 5 показана схема подключения датчиков динамометра к автоматизированной системе сбора данных (АССД) модели Е-14-140-М фирмы L-Card (поз. 5, б) через монтажный блок (поз. а).

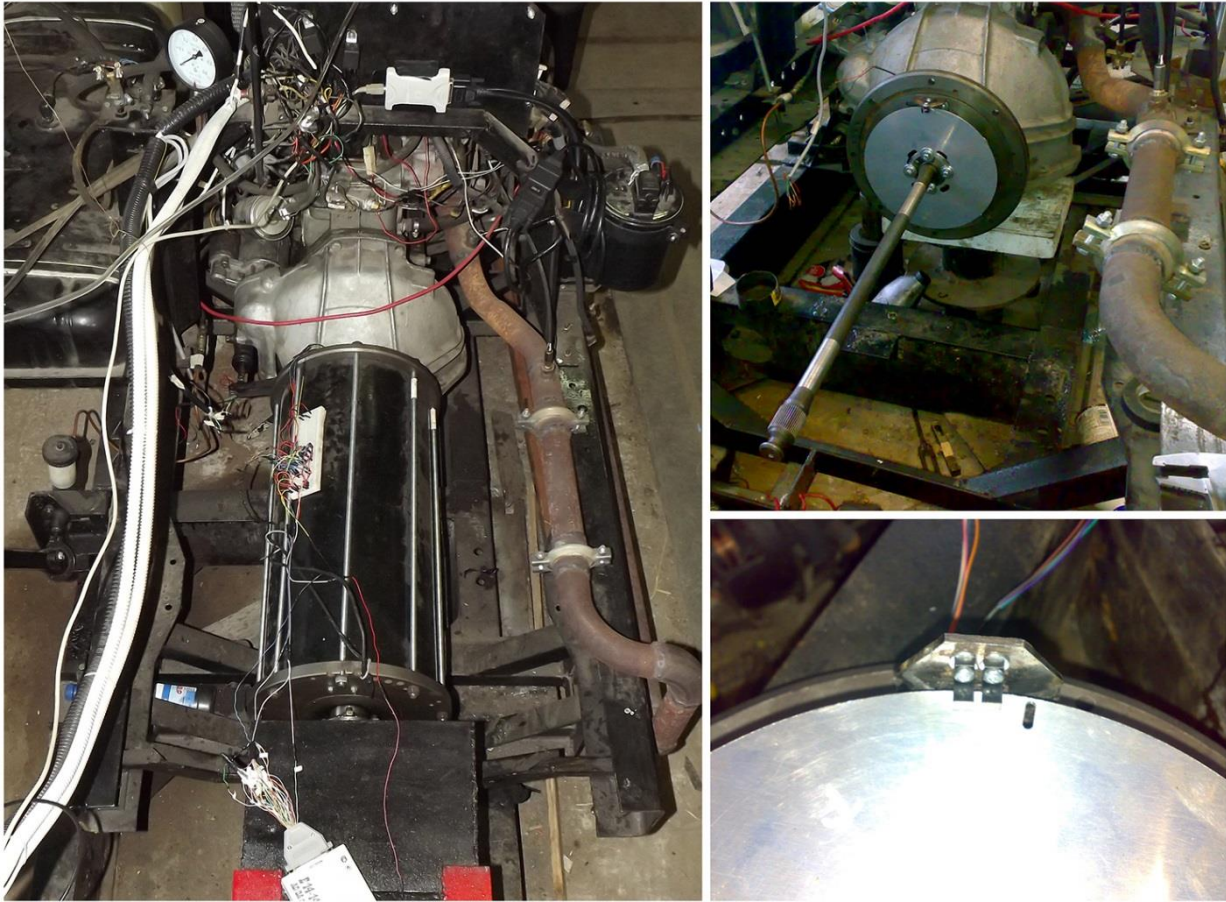


Рис. 4. Лабораторный образец динамометра и его применение при испытаниях УМЗ-4216

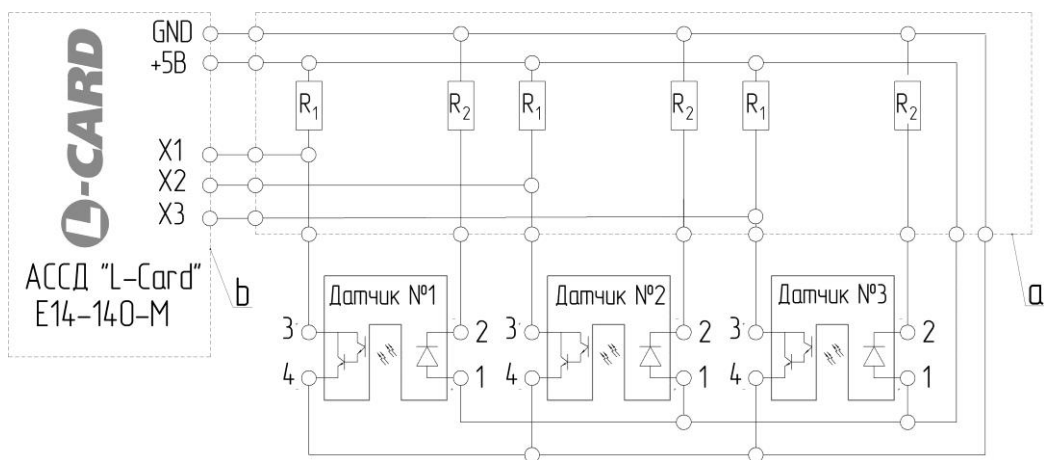


Рис. 5. Электрическая принципиальная схема подключения датчиков:
а – монтажный блок; б – автоматизированная система сбора данных

Частотно-широотно-модулированный сигнал, формируемый на клеммах 3 и 4 оптической пары, поступает на соответствующий аналоговый вход АССД (от X1 до X3), в которой осу-

ществляется аналого-цифровое преобразование. АССД имеет подключение к персональному компьютеру через USB-интерфейс и активный усилитель. Сопротивления резисторов монтажного блока: 1 кОм для группы R_1 и 0,56 кОм для группы R_2 . Неиспользуемые аналоговые входы АССД, а также «цифровая земля» соединены с цепью GND.

Программное обеспечение. Расчет параметра A и соответствующей ему величины M на основе функции (3) выполнен компьютерной программой, созданной на языке «G» в среде LabVIEW National Instruments. На рис. 6 приведено изображение лицевого окна программы и участка расчета параметров потока передаваемой динамометром механической мощности.

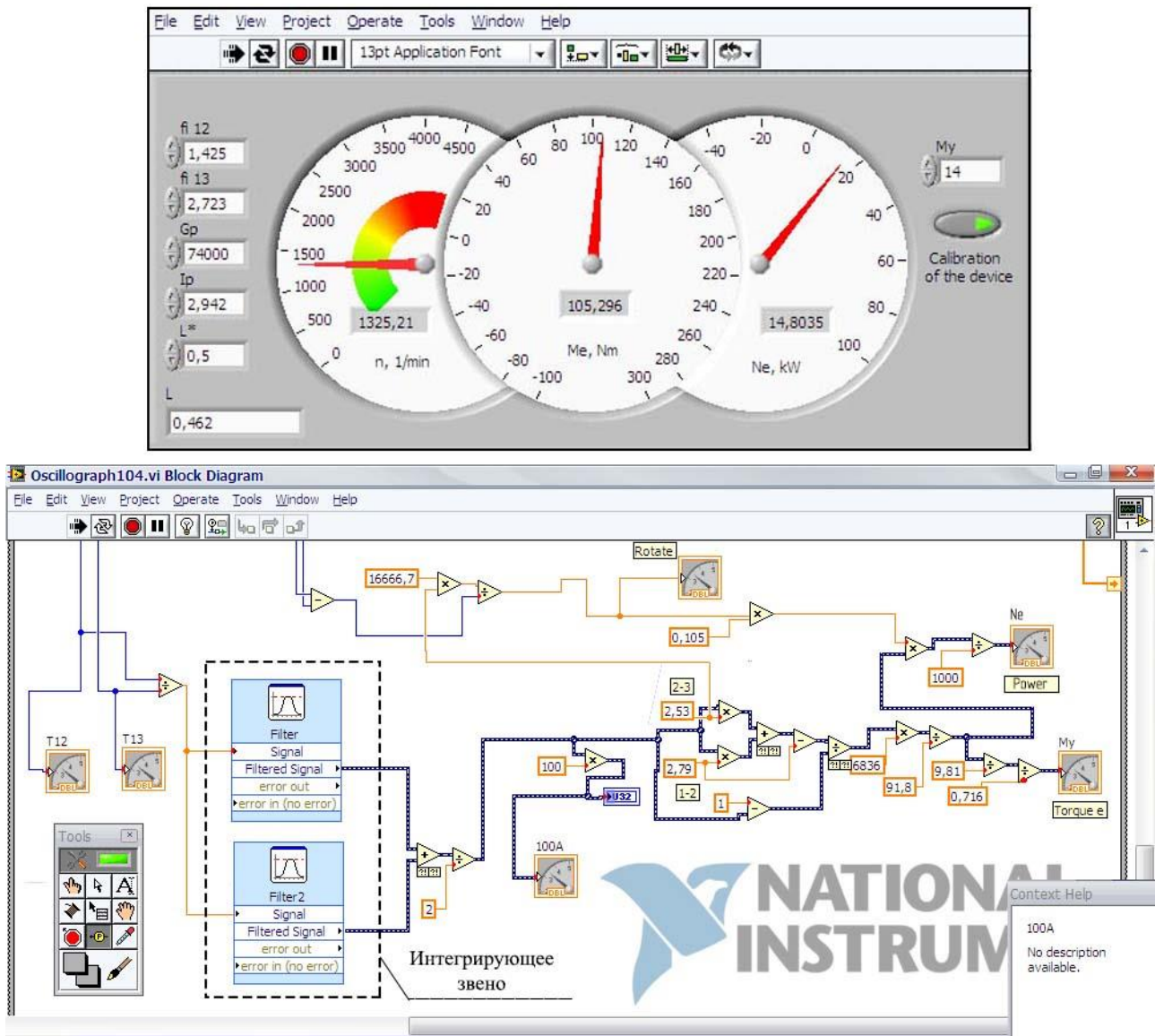


Рис. 6. Виртуальные приборы динамометра и фрагмент алгоритма расчета частоты вращения, крутящего момента и мощности (среда LabVIEW National Instruments)

Применение интегрирующего звена в процессе расчета A является вынужденной мерой с увеличением коэффициентов неравномерности частоты вращения и крутящего момента ДВС, а также с уменьшением частоты дискретизации ν . Примененная в настоящем исследовании АССД имеет частоту дискретизации 200 кГц. Соответственно для сигнального канала каждого датчика $\nu = 200/3 = 66,7$ кГц. Так как частота ν значительно превышает частоту вращения ротора, то имеет место взаимное скольжение этих частот и, как следствие, значения t_{12} и t_{13} постоянно колеблются в пределах величины $1/\nu$. Следовательно, применение интегрирующего звена позволяет уменьшить погрешность дискретизации прибора δ_d (8). Экс-

периментально установлено, что при испытании четырехцилиндрового четырехтактного ДВС и имеющемся значении ν приемлемые значения δ_d и инерционности прибора обеспечивает кратность фильтра интегрирующего звена m_ϕ , равная 2,5. В этом случае параметр A определяет зависимость

$$A = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{2} \int_{i-1}^i A_i di + \frac{1}{3} \int_{i-2}^i A_i di \right], \quad (10)$$

где A_i – калибровочный параметр для i -й точки потока данных определяется формулой (3).

Дальнейшее увеличение m_ϕ ведет к ухудшению динамических характеристик прибора. Это отрицательно сказывается при измерении M на неустановившихся режимах работы ДВС. При $m_\phi=2,5$ дискретность измерения величины M входит в рекомендованный диапазон (не менее 4 с^{-1}) [1]. Также установлено, что угловое ускорение ротора ε существенно не влияет на относительную погрешность прибора. Качество работы устройства определяется его чувствительностью $S_{\text{град}}$ и составляющими относительной погрешности δ_d и δ_{mM} (5).

В табл. 1 приведены рекомендации для выбора величины m_ϕ при измерении среднего интегрального значения крутящего момента различных типов двигателей колесных машин – указанные значения обусловлены коэффициентом внешней динамической нагрузки [10].

Таблица 1

Рекомендации по выбору кратности программного фильтра интегрирующего звена торсионного крутильного динамометра в зависимости от типа двигателя колесной машины

Тип двигателя	Электродвигатель	Гидравлический двигатель	Многоцилиндровый ДВС	Одноцилиндровый ДВС
Кратность фильтра, m_ϕ	1	1,5...2	2,5	3

Выводы

В статье выполнен теоретический анализ и приведены результаты практического применения бесконтактного опто-электрического крутильного динамометра, предназначенного для измерения крутящего момента автомобильного поршневого двигателя внутреннего сгорания при его работе на неустановившемся режиме в условиях стендовых или дорожных испытаний. Данная задача актуальна в связи с приоритетностью экспериментального изучения и последующего моделирования характеристик эффективных показателей автомобильных силовых установок с учетом динамики современных режимов движения автотранспортных средств.

Рассмотрены вопросы градуировки, относительной погрешности измерений и чувствительности прибора. Также в работе даны рекомендации по рациональному выбору конструкционных и программных параметров динамометра, а именно: рабочий диапазон скручивания торсионного вала 3° ; углы φ_{12} и φ_{23} равны соответственно $1,425^\circ$ и $2,723^\circ$; при испытаниях четырехцилиндровых четырехтактных ДВС предпочтительно выбирать кратность программного фильтра интегрирующего звена, равную 2,5. Динамическая погрешность измерений прибора предлагаемой конструкции, согласно формул (5)–(8), в рабочем диапазоне режимных параметров составляет $0,02...0,04$. Точность можно улучшить за счет применения АССД с большей рабочей частотой либо с возможностью выполнения синхронного сбора данных с цифровых входов, а также большим количеством прорезей на измерительных дисках.

Библиографический список

1. Работа автомобильного двигателя на неустановившемся режиме / Е.М. Акатов [и др.]. – М-Л.: Машгиз, 1960. – 282 с.
2. Савенков, Н.В. Метод выбора передаточных чисел силовой установки автомобиля категории

- N_1 на основе ездового цикла: дис. ... канд. тех. наук: 05.05.03: защищена 06.06.17 / Н.В. Савенков. – М.: МАДИ 2017. – 206 с.
3. **Фролов, Л.Б.** Измерение крутящего момента / Л.Б. Фролов. – М.: Энергия, 1967. – 176 с.
 4. ГОСТ 14846-81. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний. – М.: Изд-во стандартов, 2003. – 42 с.
 5. **Krimmel, W.** Evolution and future of torque measurement technology // Sensors & Transducers Magazine. – 2006. – № 65(3). – P. 500–508.
 6. **Гуринов, А.С.** Измерение крутящего момента на вращающихся валах / А.С. Гуринов[и др.] // Инженерный вестник Дона, СКНЦ ВШ ЮФУ. – 2012. – №2. – С. 9–14.
 7. **Пат. №72893** Україна, МПК G 01 L 3/10. Пристрій для виміру крутного моменту на обертовому валу з мінливою частотою / заявники та патентовласники: Горожанкін С.А., Криволап В.В., Савенков М.В., Валевач А.С. (Україна); заявл. 03.04.12; опубл. 27.08.12, Бюл. № 4. – 4 с.
 8. **Ховах, М.С.** Автомобильные двигатели: учебник / М.С. Ховах, Г.С. Маслов. – М.: Машиностроение, 1971. – 456 с.
 9. **Горожанкин, С.А.** Установка для стендовых испытаний автомобильных ДВС на неустановившихся режимах работы / С.А. Горожанкин, Н.В. Савенков, Т.И. Степаненко // Вестник СевНТУ: сб. научн. работ. Вып. 152/2014. Сер.: Машиностроение и транспорт. – Севастополь, 2014. – С. 119–122.
 10. **Курмаз, Л.В.** Детали машин. Проектирование: справочное учебно-метод. пособие / Л.В. Курмаз, А.Т. Скобейда. – М.: Высш. шк., 2007. – 456 с.

*Дата поступления
в редакцию 08.02.2018*

S.A. Gorozhankin, A.Ya. Babanin, N.V. Savenkov, V.V. Ponyakin

MEASUREMENT THE TORQUE OF PISTON ENGINE OF THE WHEEL VEHICLE AT OPERATION ON THE TRANSIENT MODE BY USING THE TORSION TWISTING DYNAMOMETER

Donbass national academy of civil engineering and architecture, Makeevka

Purpose: The specific challenges the theoretical and practical foundations of the operation of torsion twisting dynamometers for testing internal combustion engine at operation on the transient mode.

Design/methodology/approach: A theoretical based for choosing the rational parameters of the dynamometer and the corresponding engineering solution are proposed. The relative error, sensitivity and inertia of the instrument were evaluated.

Findings: It is possible, for example, to apply the recommended design of a torsion twisting dynamometer instead of a torsion tensometric dynamometer.

Research limitations/implications: The present study provides a starting-point for further research in the improvement of the design and working process of the dynamometer in accordance with operating modes in the modern conditions of the state transport network

Originality/value: Moreover, a theoretical basis for the creation and introduction of torsion twisting dynamometers in the process of testing ICE and power plants of modern wheeled vehicles have been developed in the research process.

Key words: torque, internal combustion engine, torsion twisting dynamometer, transient mode, calibration parameter, relative error, optical sensor, data acquisition system.