

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ДВУХТАКТНОГО  
МАЛОРАЗМЕРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПО ВИНТОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ**

М.Г. Ольховой

olkhovoymg@student.bmstu.ru

Б.М. Барченко

barchenkobm@mail.ru

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

**Аннотация**

Объектом исследования данной работы является малоразмерный бензиновый карбюраторный двухтактный двигатель с кривошипно-камерной продувкой мощностью 1,5 кВт, работающий по винтовой характеристике. В данной статье описаны методы измерения базовых параметров двигателя и тарирования воздушного расходомера, обработка экспериментальных данных и расчет точности полученных значений. Рассмотрены схемы балансировочного стенда, впускного устройства и установки для тарирования воздушного расходомера. Итог данной работы — серия экспериментов, по завершению которой были рассчитаны эффективные параметры двигателя на трех режимах и установлена точность этих показателей. В дальнейшем полученные значения можно использовать для идентификации математической модели двигателя с целью улучшения его работы.

**Ключевые слова**

Эффективные показатели двигателя, двухтактный двигатель, мулинетка, расход воздуха, расход топлива, точность измерения показателей двигателя, балансировочный стенд, воздушный расходомер

Поступила в редакцию 21.10.2022

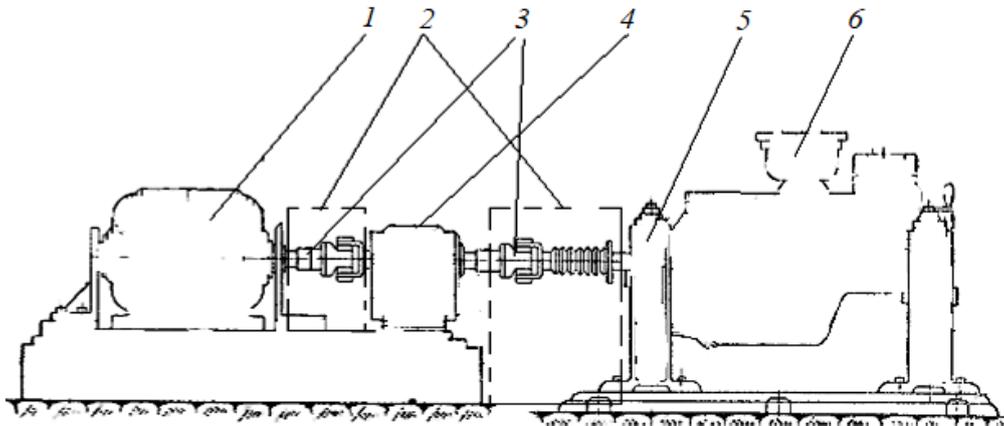
© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2022

**Введение.** Чтобы говорить о совершенствовании двигателя, необходимо измерять или рассчитывать его индикаторные и эффективные параметры, которые необходимы для идентификации математических моделей процессов в двигателях. Процесс измерения индикаторных показателей двигателя значительно сложнее, поэтому зачастую, если это возможно, ограничиваются измерением и расчетом эффективных показателей. В данной работе осуществлялось измерение эффективных показателей двигателя.

К эффективным показателям двигателя относят [1]:

- эффективную мощность;
- удельный эффективный расход топлива;
- эффективный КПД двигателя.

Экспериментальный стенд [2, 3] для определения эффективных параметров двигателя должен состоять из двигателя, трансмиссии, нагружающего устройства, датчика измерения крутящего момента, датчика расхода топлива. Принципиальная схема стенда для измерения эффективных показателей двигателя приведена на рис. 1.



**Рис. 1.** Схема стенда для измерения эффективных показателей двигателя:

1 — нагружающее устройство; 2 — ограждение трансмиссии; 3 — трансмиссия; 4 — датчики крутящего момента и частоты вращения вала; 5 — система крепления двигателя на стенде; 6 — двигатель

В зависимости от особенностей двигателя, системы нагружения, сбора данных состав и типы отдельных элементов могут меняться. В качестве нагружения двигателя (тормоза) используют электрические и гидравлические машины, воздушные тормоза (мулинетки, вентиляторы). Датчики частоты могут быть как механические, так и электрические (или оптические с преобразованием в электрический сигнал).

Измерять эффективную мощность напрямую невозможно — только косвенно, по измеренному крутящему моменту и частоте вращения коленчатого вала. Для измерения крутящего момента используют прямое измерение крутящего момента двигателя с помощью датчика крутящего момента или косвенное с помощью измерения реактивного момента на опорах двигателя либо тормоза.

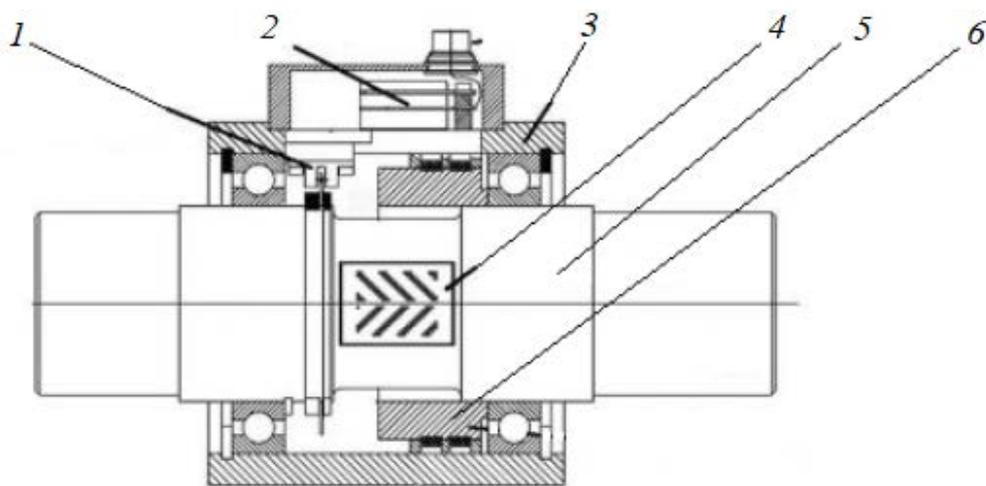
Датчик крутящего момента (прямое измерение) — это преобразователь, который преобразует вращающий момент в сигнал, который можно измерить, проанализировать, отобразить и сохранить. Измерить крутящий момент можно как прямо, так и косвенно. Прямое измерение — более точный способ. Для прямого измерения на вале закрепляют тензодатчик, который измеряет напряжение кручения  $\tau$  непосредственно в валопроводе, как показано на рис. 2, а крутящий момент вычисляют по формуле

$$M_{кр} = \tau W_p,$$

где  $W_p$  — момент сопротивления сечения валопровода,  $m^3$ .

При измерении таким способом в сигнале крутящего момента возникают шумы, с которыми нужно бороться. Для этого используют как аппаратную, так и программную обработку получаемого сигнала. Для двигателей внутреннего сгорания характерно возникновение также крутильных колебаний в валопроводе

дах. Для достоверного определения среднего крутящего момента за один цикл работы двигателя следует измерять крутящий момент через каждые  $1...3^\circ$  угла поворота коленчатого вала (1 оборот вала — для двухтактного двигателя, 2 оборота вала — для четырехтактного двигателя). Такие электрические датчики стоят дорого и требуют аккуратного обращения. Если нет необходимости измерять изменение крутящего момента по углу поворота коленчатого вала, то проще и надежнее использовать косвенное измерение — по реактивному моменту на опорах двигателя или тормоза.



**Рис. 2.** Датчики крутящего момента, угла поворота и частоты вращения:

1 — датчик угла поворота и частоты вращения вала; 2 — блок электроники;  
3 — корпус (статор); 4 — тензорезистор; 5 — вал; 6 — вращающийся трансформатор

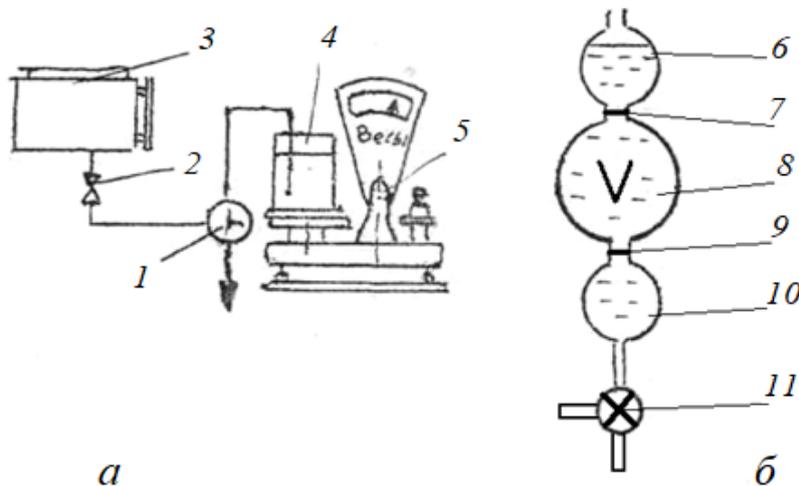
Косвенное измерение крутящего момента — более простой и удобный способ измерения, точность которого уступает способу прямого измерения. В настоящей работе использовали данный способ измерения крутящего момента. Крутящий момент измеряли на опорах двигателя, а частоту вращения коленчатого вала определяли с помощью оптического датчика.

Расход топлива при испытаниях двигателя на стенде находят путем измерения времени расходования двигателем известной дозы топлива. На рис. 3, а показана схема устройства для измерения расхода топлива весовым способом, а на рис. 3, б — устройство для измерения расхода топлива объемным способом.

Поскольку в планах работ после проведения экспериментов была идентификация математической модели двигателя, осуществлялось измерение расхода воздуха двигателем. Существует несколько известных способов измерения [4]:

- определением скоростного напора;
- с использованием сужающих устройств;

- с помощью объемного расходомера (по частоте вращения ротора);
- по показаниям ротаметра;
- с помощью термоанемометра.



**Рис. 3.** Приспособления для измерения расхода топлива:

*a* — весового, *б* — объемного; 1, 11 — трехходовые краны; 2 — топливный насос двигателя; 3 — двигатель; 4 — бак с топливом; 5 — весы; 6 — бак с запасом топлива; 7 — метка начала отсчета топлива (пуска секундомера); 8 — мерная порция топлива; 9 — метка конца измерения расхода (остановки секундомера); 10 — объем с запасом топлива

В зависимости от целей исследования используют различные способы. Поскольку расход воздуха во впускном коллекторе двигателя колеблется, для снижения этих колебаний устанавливают баки на впуске — это является традиционным способом снижения уровня пульсаций при испытании двигателей внутреннего сгорания [2, 4–6]. При этом расходомер устанавливают на входе в данный бак.

В работе использовали самостоятельно изготовленный насадок, установленный на входе в бак системы впуска. Данный насадок изготавливался самостоятельно, поскольку не удалось найти стандартные устройства для расходов воздуха, характерных для исследуемого двигателя.

Объектом исследования является бензиновый двухтактный одноцилиндровый двигатель (Champion G052HTF-II [7]) с искровым зажиганием и кривошипно-камерной продувкой. Его параметры: диаметр цилиндра — 44 мм, ход поршня — 34 мм, рабочий объем двигателя — 51,7 см<sup>3</sup>, номинальная мощность — 1,4 кВт при частоте вращения коленчатого вала — 6200 мин<sup>-1</sup>.

**Описание экспериментальной установки.** Для определения мощности и крутящего момента двигателя можно использовать балансирный станок [1]. Схема устройства такого станка дана на рис. 4. Станок состоит из двух частей:

подвижной, качающейся около оси, и неподвижной, представляющей основную станину. Подвижная часть, на которой устанавливают двигатель, уравновешена вместе с ним контргрузом. К подвижной части, называемой люлькой, прикреплена штанга с грузом, сила тяжести которого  $P$ .

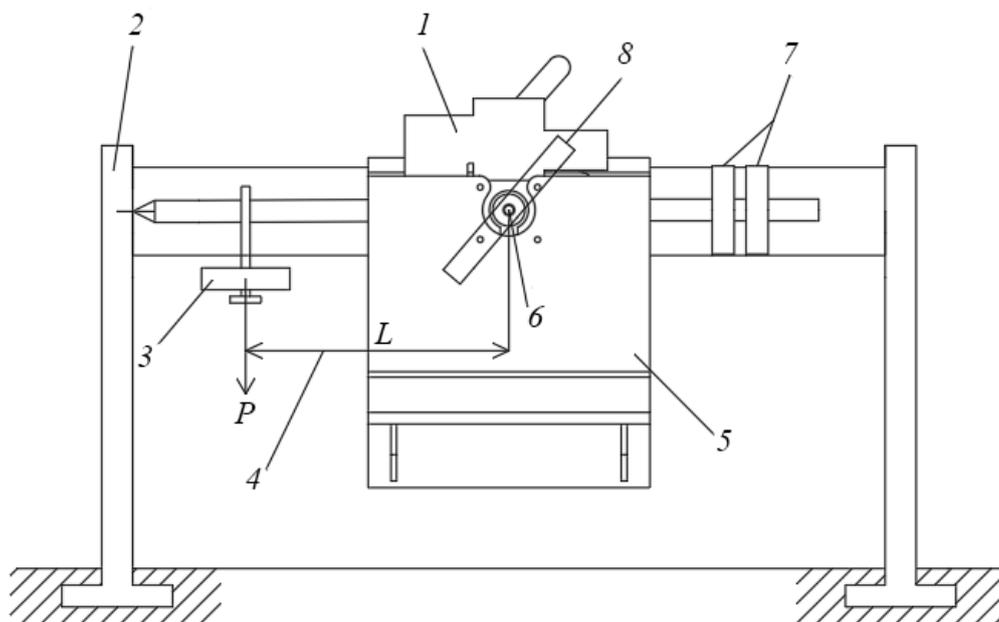


Рис. 4. Схема балансирующего стэнда:

1 — двигатель; 2 — балансирующая рама; 3 — грузы; 4 — плечо для балансировки реактивного момента; 5 — люлька; 6 — ось вращения; 7 — контргруз, 8 — мулинетка

Сопrotивление вращению коленчатого вала создается с помощью набора воздушных винтов (мулинеток) разного размера. При вращении мулинетка встречает сопротивление воздуха, на преодоление которого тратится мощность двигателя. При установившейся частоте вращения коленчатого вала крутящий момент (и мощность) мулинетки и двигателя равны.

Каждый раз с помощью груза уравновешивают подвижную часть таким образом, чтобы она вернулась в исходное положение. При этом, согласно закону равенства действия и противодействия, на раму, на которой укреплен двигатель, передается опрокидывающий момент  $M_{\text{опр}}$ , направленный против вращения коленчатого вала и равный по модулю крутящему моменту двигателя  $M_{\text{кр}}$ .

Опрокидывающий момент рассчитывают по формуле [1]

$$M_{\text{опр}} = PL = mgL, \quad (1)$$

где  $m$  — масса груза;  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$  — ускорение свободного падения;  $L$  — плечо, м.

Поскольку

$$M_{\text{опр}} = M_{\text{кр}}, \quad (2)$$

эффективную мощность можно вычислить по формуле [1]

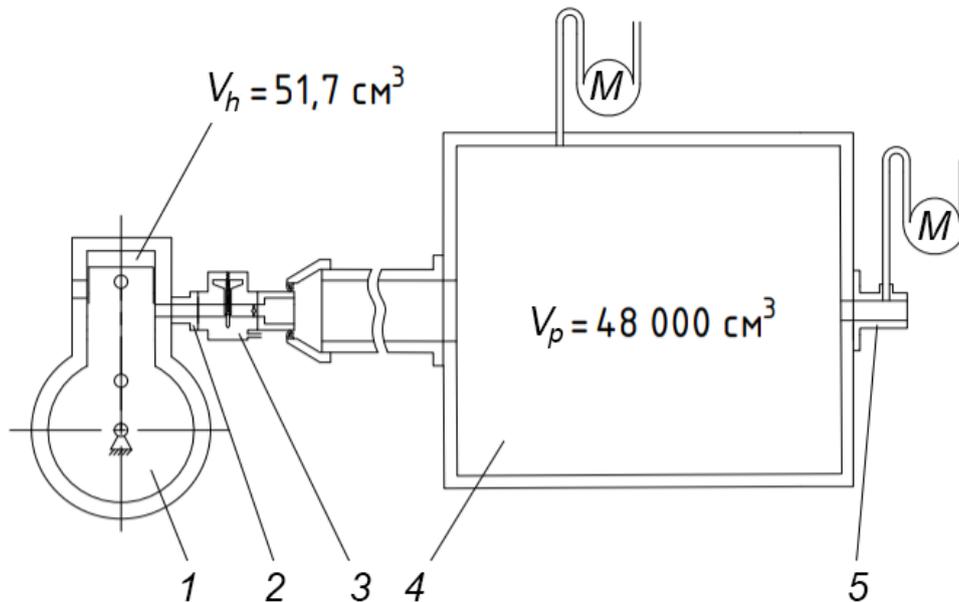
$$N_e = M_{\text{кр}} \omega = M_{\text{кр}} \frac{\pi n}{30}, \quad (3)$$

где  $\omega$  — угловая скорость вращения коленчатого вала,  $\text{с}^{-1}$ ;  $n$  — частота вращения коленчатого вала,  $\text{мин}^{-1}$ .

Частоту вращения измеряли с помощью Testo-465 — это оптический прибор, который измеряет частоту вращения по установленной на вращающийся объект метке (рефлектор) с высокой отражательной способностью. Во время эксперимента рефлектор был наклеен на мулинетку.

Для измерения расхода топлива используют весовой метод. Для этого на стенде установлены лабораторные весы CAS MWP-3000Н с дискретностью 0,05 г и классом точности «Высокий II» (ГОСТ 24104–01). Во время проведения экспериментов все показания, заносимые в протокол, измеряли с точностью  $\pm 1$  г, путем округления все знаков после запятой по СТ СЭВ 543–77.

Расход воздуха определяли с помощью расходомера (рис. 5), присоединенного к ресиверу, объем которого почти в 1000 раз больше рабочего объема двигателя. Такой большой объем необходим для снижения колебаний давления и расхода воздуха расходомера.



**Рис. 5.** Схема впускного устройства:

1 — двигатель; 2 — впускной коллектор; 3 — карбюратор; 4 — ресивер; 5 — расходомер

**Результаты экспериментов.** Для определения эффективных показателей двигателя была проведена серия экспериментов на балансирном стенде. Двигатель работал на мулинетку. Расход топлива измеряли с помощью весов, фиксируя изменение массы топливного бака за определенный промежуток времени. Балансировку осуществляли с помощью грузов  $P$ , устанавливаемых на плече  $L$ , как показано на рис. 1. Результаты экспериментов приведены в табл. 1.

Таблица 1

**Результаты экспериментов**

Режим	Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	Высота столба жидкостного манометра ресивера, мм	Высота столба жидкостного манометра насадка, мм	Масса балансирного груза, г	Расход топлива, г	Время, с
1	4060	10 ± 1	6 ± 1	517 ± 1	27 ± 1	300 ± 1
2	5200	25 ± 1	16 ± 1	1025 ± 1	40 ± 1	300 ± 1
3	6520	60 ± 1	48 ± 1	2269 ± 1	103 ± 1	390 ± 1

Расход воздуха измеряли с помощью тарированного ранее цилиндрического насадка. Фиксировали перепад давлений с использованием жидкостного манометра.

**Обработка экспериментальных данных.** При обработке экспериментальных данных рассчитывали:

- крутящий момент;
- эффективную мощность;
- расход топлива;
- расход воздуха.

Проведем расчет крутящего момента и мощности двигателя на примере режима 3. Согласно формуле (2), опрокидывающий и крутящий момент двигателя равны, тогда по формуле (1) при параметрах, приведенных в табл. 1:

$$M_{кр} = M_{кр} gL = 2269 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81 \cdot 0,100 = 2,226 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Вычислим погрешность эксперимента (ГОСТ 8.207–76):

- относительная погрешность измерения массы груза:

$$\varepsilon_m = \frac{1}{2269} = 0,0004 = 0,04 \%;$$

- относительная погрешность измерения длины плеча:

$$\varepsilon_L = \frac{0,001}{0,100} = 0,01 = 1 \%;$$

– относительная погрешность крутящего момента:

$$\varepsilon_{M_{кр}} = \sqrt{\varepsilon_m^2 + \varepsilon_L^2} = \sqrt{0,0004^2 + 0,01^2} = 0,01 = 1 \%. \%$$

Рассчитаем мощность по формуле (3):

$$N_e = M_{кр} \frac{\pi n}{30} = 2,226 \frac{\pi \cdot 6520}{30} = 1519 \text{ Вт.}$$

Точность определения мощности:

– точность измерения частоты вращения тахометра:

$$\varepsilon_n = 0,0002 = 0,02 \%;$$

– относительная погрешность эффективной мощности:

$$\varepsilon_{N_e} = \sqrt{\varepsilon_{M_{кр}}^2 + \varepsilon_n^2} = \sqrt{0,01^2 + 0,0002^2} = 0,01 = 1 \%$$

В табл. 2 приведены значения крутящего момента  $M_{кр}$  и эффективной мощности  $N_e$  на всех режимах, а также их абсолютная ( $\Delta M_{кр}$ ,  $\Delta N_e$ ) и относительная ( $\varepsilon_{M_{кр}}$ ,  $\varepsilon_{N_e}$ ) погрешности.

Таблица 2

**Результаты обработки экспериментальных данных, эффективные показатели**

Режим	$M_{кр}$ , Н · м	$\Delta M_{кр}$ , Н · м	$\varepsilon_{M_{кр}}$ , %	$N_e$ , кВт	$\Delta N_e$ , кВт	$\varepsilon_{N_e}$ , %
1	0,507	$\pm 0,005$	1	0,215	$\pm 0,002$	1
2	1,005	$\pm 0,010$	1	0,547	$\pm 0,005$	1
3	2,225	$\pm 0,022$	1	1,519	$\pm 0,015$	1

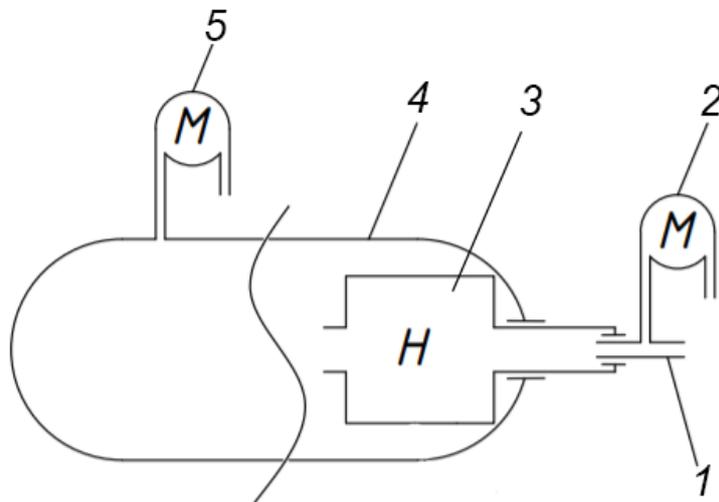
С целью определения расхода воздуха был тарирован расходомер. Для этого была использована установка, схема которой представлена на рис. 6.

Установка состоит из насоса, с помощью которого через расходомер закачивался воздух в мешок, жидкостного манометра, показывающего перепад давления на расходомере (мм), и жидкостного манометра, необходимого для определения момента, когда объем мешка полностью заполнен.

Определим точность косвенного измерения расхода воздуха. Расход воздуха может быть определен по формуле

$$G_B = \frac{\rho V}{\Delta t},$$

где  $\rho$  — плотность воздуха внутри мешка, кг/м<sup>3</sup>;  $V$  — объем мешка, м<sup>3</sup>;  $\Delta t$  — промежуток времени, за который был наполнен мешок, с.

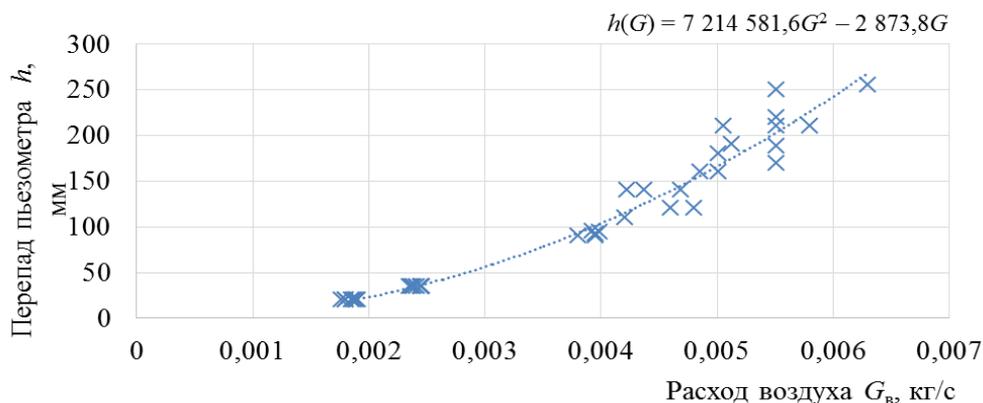


**Рис. 6.** Схема установки для тарирования расходомера:  
 1 — расходомер; 2 — жидкостный манометр расходомера; 3 — насос;  
 4 — мешок; 5 — жидкостный манометр ресивера

Тогда точность измерения расхода будет состоять из погрешности определения объема  $V$  ( $\epsilon_V$ ) и погрешности измерения отрезка времени  $\Delta t$  ( $\epsilon_t$ ), необходимого для заполнения мешка. Для проведенного эксперимента  $\epsilon_V = 0,0004 = 0,04\%$  и  $\epsilon_t = 0,0250 = 2,5\%$ . Поэтому относительная погрешность расхода воздуха

$$\epsilon_{G_B} = \sqrt{\epsilon_V^2 + \epsilon_t^2} = \sqrt{0,0004^2 + 0,0250^2} = 0,025 = 2,5\%.$$

Для тарировки необходимо провести многократные эксперименты, на основании которых строится график зависимости расхода воздуха от перепада давлений  $h$  (рис. 7), в широком диапазоне расходов воздуха. По полученной тарировке был определен расход воздуха на каждом режиме работы двигателя.



**Рис. 7.** Зависимость расхода воздуха от перепада давлений

Для выбранных размеров двигателя с учетом режимов работы и невысокой мощности двигателя измеряемые расходы воздуха имеют значения порядка  $(1...3) \cdot 10^{-3}$  кг/с, погрешность измерения приняли постоянной для всех измеренных режимов двигателя и равной 2,5 %. По приведенной характеристике датчика расхода воздуха был рассчитан расход на каждом режиме:

- режим 1 (перепад 6 мм)  $G_B = 0,00113 \pm 0,00003$  кг/с;
- режим 2 (перепад 16 мм)  $G_B = 0,00170 \pm 0,00004$  кг/с;
- режим 3 (перепад 48 мм)  $G_B = 0,00278 \pm 0,00007$  кг/с.

Как уже указывалось ранее, расход топлива измеряли весовым способом с точностью по массе  $\pm 1$  г и по времени  $\pm 1$  с, методом округления. Расход топлива рассчитывали по формуле

$$G_T = \frac{\Delta m}{\Delta t},$$

где  $\Delta m$  — масса израсходованного топлива, кг;  $\Delta t$  — время замера, с.

Погрешности данных значений составили:

- режим 1  $\varepsilon_{\Delta m} = 0,037 = 3,7$  % и  $\varepsilon_{\Delta t} = 0,003 = 0,3$  %;
- режим 2  $\varepsilon_{\Delta m} = 0,025 = 2,5$  % и  $\varepsilon_{\Delta t} = 0,003 = 0,3$  %;
- режим 3  $\varepsilon_{\Delta m} = 0,010 = 1,0$  % и  $\varepsilon_{\Delta t} = 0,003 = 0,3$  %.

Относительную погрешность расхода топлива определяли по формуле

$$\varepsilon_{G_T} = \sqrt{\varepsilon_{\Delta m}^2 + \varepsilon_{\Delta t}^2}.$$

Рассчитаем расход топлива и относительную погрешность расхода топлива на каждом режиме по данным табл. 1:

- режим 1:  $G_T = \frac{(27 \pm 1) \cdot 10^{-3}}{300 \pm 1} = (0,090 \pm 0,003) \cdot 10^{-3}$  кг/с;  $\varepsilon_{G_T} = 0,037 = 3,7$  %;
- режим 2:  $G_T = \frac{(40 \pm 1) \cdot 10^{-3}}{300 \pm 1} = (0,130 \pm 0,003) \cdot 10^{-3}$  кг/с;  $\varepsilon_{G_T} = 0,025 = 2,5$  %;
- режим 3:  $G_T = \frac{(103 \pm 1) \cdot 10^{-3}}{390 \pm 1} = (0,264 \pm 0,003) \cdot 10^{-3}$  кг/с;  $\varepsilon_{G_T} = 0,010 = 1$  %.

Для рабочего процесса большое значение имеет коэффициент избытка воздуха. В связи с тем что в настоящее время испытательный стенд не оборудован необходимым оборудованием, был рассчитан суммарный коэффициент избытка воздуха [8]

$$\alpha_c = \frac{G_B}{l_0 G_T},$$

где  $l_0$  — стехиометрическая масса воздуха (для бензина была принято 14,9), кг/кг.

Погрешность расчета суммарного коэффициента избытка воздуха вычисляли по формуле

$$\varepsilon_{\alpha_c} = \sqrt{\varepsilon_{G_T}^2 + \varepsilon_{G_B}^2}.$$

Результаты расчета суммарного коэффициента избытка воздуха и погрешность измерения:

$$\text{– режим 1: } \alpha_c = \frac{0,00113 \pm 0,00003}{14,9 \cdot (0,090 \pm 0,003) \cdot 10^{-3}} = 0,842 \pm 0,037;$$

$$\varepsilon_{\alpha_c} = \sqrt{0,037^2 + 0,025^2} = 0,044;$$

$$\text{– режим 2: } \alpha_c = \frac{0,00170 \pm 0,00004}{14,9 \cdot (0,130 \pm 0,003) \cdot 10^{-3}} = 0,877 \pm 0,030;$$

$$\varepsilon_{\alpha_c} = \sqrt{0,025^2 + 0,025^2} = 0,035;$$

$$\text{– режим 3: } \alpha_c = \frac{0,00278 \pm 0,00007}{14,9 \cdot (0,264 \pm 0,003) \cdot 10^{-3}} = 0,707 \pm 0,019;$$

$$\varepsilon_{\alpha_c} = \sqrt{0,010^2 + 0,025^2} = 0,027.$$

**Выводы.** В данной работе описан процесс испытания малоразмерного двухтактного двигателя с кривошипно-камерной продувкой. Получены и обработаны эффективная мощность, расход топлива и расход воздуха (табл. 3).

Таблица 3

Результаты обработки экспериментальных данных

Режим	$N_e$ , кВт	$\varepsilon_{N_e}$ , %	$G_B$ , кг/с	$\varepsilon_{G_B}$ , %	$G_T$ , кг/с	$\varepsilon_{G_T}$ , %
1	0,215	1	$1,130 \cdot 10^{-3}$	2,5	$0,090 \cdot 10^{-3}$	3,7
2	0,547	1	$1,700 \cdot 10^{-3}$	2,5	$0,130 \cdot 10^{-3}$	2,5
3	1,519	1	$2,780 \cdot 10^{-3}$	2,5	$0,264 \cdot 10^{-3}$	1,0

Таким образом, в результате работы:

1) проведена серия экспериментов с бензиновым двухтактным одноцилиндровым двигателем с искровым зажиганием и кривошипно-камерной продувкой на балансирном станке по винтовой характеристике с номинальной мощностью 1,5 кВт;

2) обработаны экспериментальные данные и установлена точность измерения базовых параметров двигателя:  $N_e \pm 1$  %,  $G_B \pm 2,5$  %,  $G_T \pm 1...3,7$  %.

### Литература

- [1] Орлин А.С., Круглов М.Г., ред. Двигатели внутреннего сгорания. Т. 2. Теория поршневых и комбинированных двигателей. М., Машиностроение, 1983.

- [2] Райков И.Я. Испытания двигателей внутреннего сгорания. М., Высшая школа, 1975.
- [3] Taylor C.F. The internal combustion engine in theory and practice. Vol. 1. M.I.T. Press, 1985.
- [4] Кремлевский П.П. Измерение расхода и количества жидкости, газа и пара. М., Изд-во стандартов, 1980.
- [5] Kim K.H., Kong K.J. One-dimensional gas flow analysis of the intake and exhaust system of a single cylinder diesel engine. *J. Mar. Sci. Eng.*, 2020, vol. 8, no. 12, art. 1036.  
DOI: <https://doi.org/10.3390/jmse8121036>
- [6] Stone R. Introduction to internal combustion engines. Red Globe Press London, 1992.
- [7] Двухтактный двигатель Champion G052HTF-II. *championtool.ru: веб-сайт*. URL: <https://championtool.ru/catalog/dvigateli/dvukhtaktnye/champion-g052htf-ii/> (дата обращения: 06.05.2022).
- [8] Кафаров В.В., Ветохин В.Н. Основы построения операционных систем в химической технологии. М., Наука, 1980.

**Ольховой Максим Геннадьевич** — студент кафедры «Комбинированные двигатели и альтернативные энергоустановки», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

**Барченко Борис Михайлович** — инженер кафедры «Комбинированные двигатели и альтернативные энергоустановки», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

**Научный руководитель** — Барченко Филипп Борисович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Комбинированные двигатели и альтернативные энергоустановки», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

**Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:**

Ольховой М.Г., Барченко Б.М. Экспериментальное исследование работы двухтактного малоразмерного двигателя по винтовой характеристике. *Политехнический молодежный журнал*, 2022, № 10(75). <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2022-10-832>

## EXPERIMENTAL STUDY OF A TWO-STROKE SMALL-SIZE ENGINE BY HELICAL CHARACTERISTIC

M.G. Olkhovoy  
B.M. Barchenko

olkhovoymg@student.bmstu.ru  
barchenkobm@mail.ru

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

---

### Abstract

*The object of the study of this work is a small-sized gasoline carburetor two-stroke engine with crank chamber blowing capacity of 1.5 kW operating on the screw characteristic. This paper describes methods of measuring basic engine parameters and air flow meter tare processing of experimental data and calculation of accuracy of the obtained values. The schemes of the balancing stand, the inlet device and the air flow meter calibration unit are considered. The result of this work is a series of experiments, at the end of which the effective engine parameters in three modes were calculated and the accuracy of these indicators was established. Further, the obtained values can be used to identify the mathematical model of the engine in order to improve its performance.*

### Keywords

*Effective engine performance, two-stroke engine, mullinette, air consumption, fuel consumption, engine performance measurement accuracy, balancing bench, air flow meter*

Received 21.10.2022

© Bauman Moscow State Technical University, 2022

---

### References

- [1] Orlin A.S., Kruglov M.G., eds. Dvigateli vnutrennego sgoraniya. T. 2. Teoriya porshnevykh i kombinirovannykh dvigateley [Combustion engines. Vol. 2. Theory of piston and compound engines]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1983 (in Russ.).
- [2] Raykov I.Ya. Ispytaniya dvigateley vnutrennego sgoraniya [Tests on combustion engines]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 1975 (in Russ.).
- [3] Taylor C.F. The internal combustion engine in theory and practice. Vol. 1. M.I.T. Press, 1985.
- [4] Kremlevskiy P.P. Izmerenie raskhoda i kolichestva zhidkosti, gaza i para [Measurement of flow and amount of liquid, gas and steam]. Moscow, Izd-vo standartov Publ., 1980 (in Russ.).
- [5] Kim K.H., Kong K.J. One-dimensional gas flow analysis of the intake and exhaust system of a single cylinder diesel engine. *J. Mar. Sci. Eng.*, 2020, vol. 8, no. 12, art. 1036. DOI: <https://doi.org/10.3390/jmse8121036>
- [6] Stone R. Introduction to internal combustion engines. Red Globe Press London, 1992.
- [7] Dvukhtaktnyy dvigatel Champion G052HTF-II [Champion G052HTF-II two-cycle engine]. *championtool.ru: website* (in Russ.). URL: <https://championtool.ru/catalog/dvigateli/dvukhtaktnye/champion-g052htf-ii/> (accessed: 06.05.2022).
- [8] Kafarov V.V., Vetokhin V.N. Osnovy postroeniya operatsionnykh sistem v khimicheskoy tekhnologii [Fundamentals of building operating systems in chemical technology]. Moscow, Nauka Publ., 1980 (in Russ.).

**Olkhovoy M.G.** — Student, Department of Combined Engines and Alternative Power Plants, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

**Barchenko B.M.** — Engineer, Department of Combined Engines and Alternative Power Plants, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

**Scientific advisor** — Barchenko F.B., Cand. Sc. (Eng.), Assoc. Professor, Department of Combined Engines and Alternative Power Plants, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

**Please cite this article in English as:**

Olkhovoy M.G., Barchenko B.M. *Politekhnicheskiy molodezhnyy zhurnal* [Politechnical student journal], 2022, no. 10(75). <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2022-10-832.html> (in Russ.).