

УДК 621.436.068.9

Е.Л. Меркиш, д-р техн. наук, О.Р. Игнатов, канд. техн. наук

## ВЛИЯНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ КОНСТРУКЦИИ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ НА РАСХОД МАСЛА В АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

### Введение

Применение моторных масел в современных ДВС включает два аспекта. Первый – экологический: действие высоких температур и давлений в цилиндре двигателя и лабиринте кольцевого управления способствует физико-химическим превращениям смазочного масла и топлива. В конечном итоге это приводит к образованию токсических компонентов в отработавших и картерных газах двигателя и выбросу их в окружающую природную среду [1].

Второй аспект – экономический, связанный с применением дорогостоящих, качественно улучшенных сортов масла и их расходом в процессе эксплуатации двигателя.

### Условия и результаты эксперимента

В ранге значимости факторов, влияющих на расход смазочного масла в ДВС особенности конструктивного выполнения цилиндропоршневой группы (ЦПГ) стоят на первом месте.

С целью оценки влияния отдельных колец в комплекте ЦПГ на расход масла в лаборатории Познаньского технического университета были проведены исследования на двигателях 115С.076/52 и 126А2.000, которые были оснащены типичными 3-х кольцевыми комплектами ЦПГ (табл. 1 и рис. 1). Измерения проводились для каждого двигателя с тремя вариантами комплектов, а именно:

- серийный комплект поршневых колец;
- комплект без второго уплотнительного кольца;
- комплект без третьего маслосъемного кольца.

Таблица 1. Применяемые типы колец (обозначения фирмы GOETZE AG [2]) в исследуемых двигателях

Двигатель, $N_{\text{еmax}}, n_{\text{max}}$	Кольца		
	первое	второе	третье
126А1.076 77/70, 17.6 кВт, 4500 мин <sup>-1</sup>	BR-C 77x1.5	N 77x2	GSF 77.5x3.95
126А1.076 77/70, 17.6 кВт, 4500 мин <sup>-1</sup>	BR-C 77x1.5	N 77x2	GSF 77.5x3.95
126А1.076 77/70, 17.6 кВт, 4500 мин <sup>-1</sup>	BR-C 77x1.5	N 77x2	GSF 77.5x3.95
115С.076/52 7/79,5, 51.5 кВт, 5400 мин <sup>-1</sup>	R-C 77x2	N 77x2	GSF 77x3.95
D3.152UR/P-08 91.5/127, 31.0 кВт, 2550 мин <sup>-1</sup>	R-C 91.5x2.38	M 91.5x2.38	M 91.5x2.38
4С90 90/95, 52.5 кВт, 4200 мин <sup>-1</sup>	T-C 90x3	M 90x2.5	GSF 90x4.5
SW400 107.2/120.7, 92 кВт, 2400 мин <sup>-1</sup>	T-IF 107.2x2.36	T-IF 107.2x2.36	SSF 107.2x6.34
SW680 (SB3.1) 127/146, 147.1 кВт, 2200 мин <sup>-1</sup>	T-IF 127x2.53	T-IF 127x2.53	SSF 127x6.34

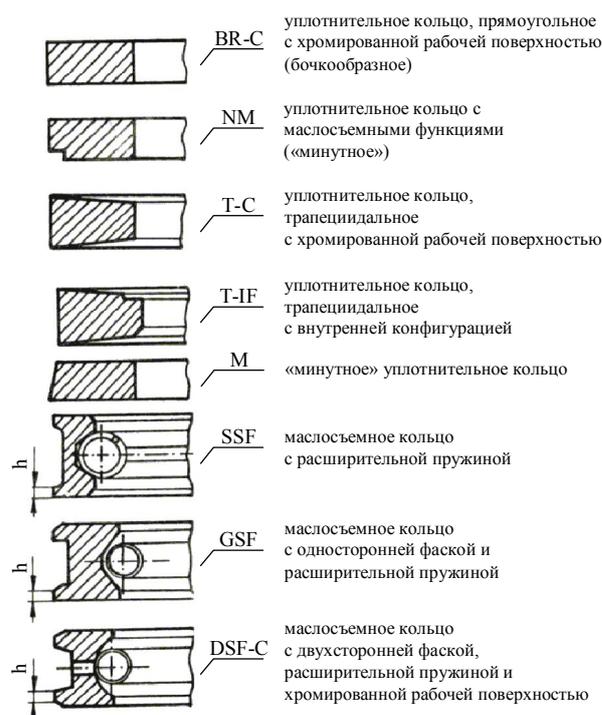


Рис. 1. Конструктивные особенности исследуемых колец

Результаты проведенных экспериментальных исследований показали, что отсутствие второго компрессионного кольца вызывает двух- и 2,5-кратное увеличение расхода масла на двигателях 126A2.000 и 115C.076/52 соответственно. Работа двигателей без третьего маслосъемного кольца вызвала 9-ти и 14-ти кратный рост расхода масла для указанных двигателей. Отмечено, что форма поршневого кольца играет существенную роль в формировании величины расхода масла. Замена уплотнительного кольца бочкообразной формы на кольцо с прямоугольным сечением на одном из двигателей способствовала более высокому расходу масла. Это подтверждают результаты теоретических исследований, проведенных проф. В. Сердецким [3].

Анализ конструкционных параметров маслосъемных колец показывает, что решающее влияние на расход масла в ДВС оказывает удельное давление кольца на рабочую поверхность цилиндрической втулки [4, 5]. Из элементов конструкции колец существенным оказался параметр  $h$  – высота буртика кольца (рис. 1) [6]. С целью установления степени влияния удельного давления кольца и параметра « $h$ » на расход масла были проведены экспериментальные исследования. Исследования проводились на двигателях с самовоспламенением и с искровым зажиганием. Результаты эксперимента, представленные в табл. 2 и графиков на рис. 2 и 3 позволили установить гиперболическую зависимость удельного расхода топлива  $g_o$  от изменения величины силы упругости кольца  $F_y$  и линейный характер его уменьшения при уменьшении параметра  $h$ .

В исследованиях были расширены диапазоны изменений величин  $h$  и  $F_y$  за пределы, рекомендованные фирмами, изготавливающими поршневые кольца [2, 7]. Установлено, что для исследуемых ДВС, возможны средние серийные величины сил

упругости колец порядка 67...76 Н. Такие величины обычно находятся в верхних пределах допуска.

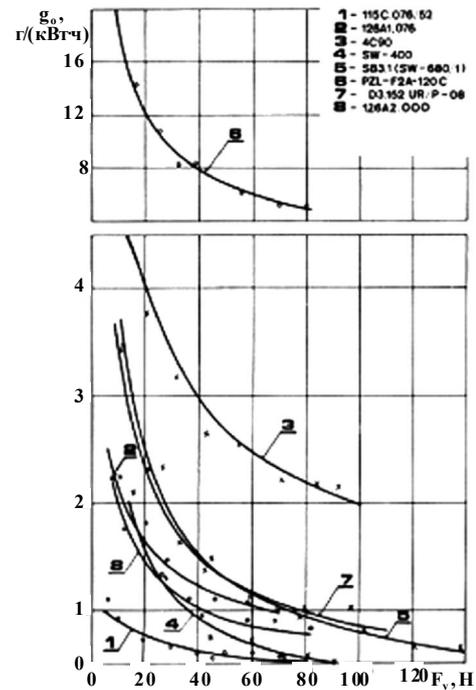


Рис. 2. Зависимость изменения удельного расхода масла  $g_o$  от изменения силы упругости  $F_y$

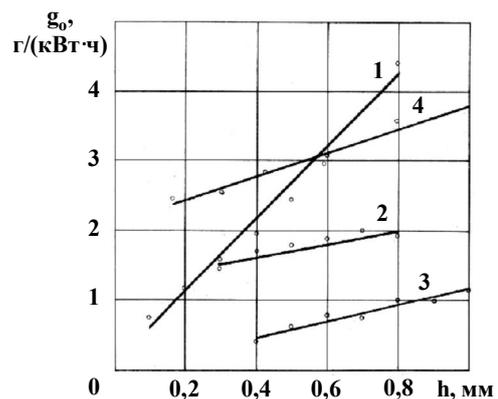


Рис. 3. Зависимость изменения удельного расхода масла  $g_o$  от изменения параметра  $h$

Более высокие значения сил упругости характерны для колец ремонтного назначения. Рекомендуемые величины высот буртов колец составляют для двигателей с диаметром цилиндра  $D \leq 80$  мм –  $h = 0.3 \pm 0.07$  мм или  $h = 0.3 \pm 0.05$  мм, для  $D > 80$  мм –  $h = 0.4 \pm 0.07$  или  $h = 0.4 \pm 0.05$ .

Таблица 2. Результаты исследований удельного расхода масла  $g_o$  в зависимости от величины силы упругости  $F_y$  и величины параметра  $h$  маслосъемных колец при полной нагрузке двигателя

Тип двигателя	Двигатель, режимные параметры испытаний	Конструкционные параметры колец	Математические зависимости расхода масла $g_o$ , г/(кВтчас)
Бензиновые	126A1.076; масло: Selectol Special 10W/30; $n=4000\text{мин}^{-1}$ ; $N_e\sim 15,5\text{кВт}$	$h = 0,337 \pm 0,015$ мм $F_y = (7 \dots 70) \pm 0,5$ Н	$g_o = 5,75 \cdot F_y^{-0,41}$
	Franklin PZL-2FA-120C; масло: Shell Aero 100; $n=2400\text{мин}^{-1}$ ; $N_e\sim 30,8\text{кВт}$	$h = 0,400 \pm 0,030$ мм $F_y = (9 \dots 82) \pm 0,5$ Н	$g_o = 85,84 \cdot F_y^{-0,65}$
	126A2.000; масло: Selectol Special 20W/40; $n=4000\text{мин}^{-1}$ ; $N_e\sim 17,4\text{кВт}$	$h = 0,411 \pm 0,015$ мм $F_y = (8 \dots 80) \pm 0,5$ Н	$g_o = 5,46 \cdot F_y^{-0,45}$
	155C.076/52; масло: Selectol Special 10W/30; $n=4000\text{мин}^{-1}$ ; $N_e\sim 43,5\text{кВт}$	$h = 0,311 \pm 0,016$ мм $F_y = (6 \dots 80) \pm 0,5$ Н	$g_o = 1,70 \cdot F_y^{-0,27}$
Дизельные	Perkins D3.152UR/P-08; масло: Superol CA SAE-30 $n=2250\text{мин}^{-1}$ ; $N_e\sim 25,8\text{кВт}$	$h = 0,446 \pm 0,012$ мм $F_y = (11 \dots 97) \pm 0,5$ Н	$g_o = 15,65 \cdot F_y^{-0,63}$
	4C90ж масло: Superol CA SAE-30 ; $n=3000\text{мин}^{-1}$ $N_e=44,1\text{кВт}$	$h = 0,329 \pm 0,0015$ мм $F_y = (13 \dots 97) \pm 0,5$ Н	$g_o = 15,09 \cdot F_y^{-0,44}$
	SW400; масло: МТ16Р; $n=3000\text{мин}^{-1}$ ; $N_e\sim 59,1\text{кВт}$	$h = 0,399 \pm 0,0015$ мм $F_y = (15 \dots 90) \pm 0,5$ Н	$g_o = 15,78 \cdot F_y^{-0,77}$
	SB3.1(SW680); масло: Selectol Special 20W/40; $n=1600\text{мин}^{-1}$ ; $N_e\sim 20,0\text{кВт}$	$h = 1,004 \pm 0,0015$ мм $F_y = (12 \dots 139) \pm 0,5$ Н	$g_o = 20,98 \cdot F_y^{-0,71}$

### Заключение

Анализ полученных результатов позволяет сделать выводы и дать рекомендации по разработке конструкций поршневых маслосъемных колец:

1. Принимая во внимание гиперболический характер зависимости  $g_o = f(F_y)$  не рекомендуется применять кольца с повышенной величиной силы упругости, т. к. экономия, полученная от уменьшенного расхода масла может быть утрачена вследствие падения эффективного к.п.д. ДВС из-за роста потерь на трение и увеличивающегося износа деталей ЦПГ.

2. Рекомендуются к применению маслосъемные кольца с относительно небольшими величинами  $P_e$ , но для обеспечения требуемого удельного давления на рабочую поверхность втулки можно уменьшить  $\text{тах}$  высоту бурта кольца ( $h$ ).

3. Для ДВС с искровым зажиганием выявлено более значительное влияние силы упругости колец на расход масла по сравнению с дизельными двигателями в районах более высоких расходов.

### Список литературы:

1. Меркиш Е.Л., Игнатов О.Р. Экологические аспекты применения моторных масел // Двигатели внутреннего сгорания. – 2003. – № 1 – 2. – С. 61 – 68.
2. Kolbenring – Handbutch. Herausgegeben von der Goetze AG. D-5093 Burscheid. Drucksache. – № 2. – 893800-08/89.
3. Serdecki W. Wplyw piersciewi uszczelniajacych na ksztaltowanie filmu olejowego na gladzi cyliandzovey silwika spalinowego / Wydawnictwo Politechniki Poznanskiej / Seria Pozprawy: Poznan, 1990. – № 2,235.
4. Sygniewicz J. O mozliwosci badan zjawisk товazzyszacych wspolpracy zespołu tlokpiersciewie tlokowe – tuleja cyliodrowa. Silwika Spaliwowe, 1986. – № 2 – 3.
5. Duck G. Staud der Kolbenringentwicklung aus der Sicht der Goetze AG. Fachschrift “K27”, Goetze AG, Burscheid 5093: Drucksache, 1979. – № 197E/10/79.
6. Merkisz J. Studium problemu zuzicia oleju w szterosuwowych siwikach spaliwowych. Wydawnictwo Politechniki Poznanskiej. Seria Posprawy: Poznan, 1989. – № 212.
7. Evolution of rings in the internal combustion engines / E. Landell de Mouro, M. Longewio, F. Saade, N. Freire, E. Tomanik // СТПМ “Cofap” PO103: San Paulo, 1988.