

УДК 621.43.013

С.А. Ерощенко, д-р техн. наук, В.А. Корогодский, канд. техн. наук, А.А. Каграманян канд. техн. наук, А.Н. Врублевский, д-р техн. наук, О.В. Василенко, инж., С.В. Обозный, инж.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ С ИСКРОВОМ ЗАЖИГАНИЕМ И НЕПОСРЕДСТВЕННЫМ ВПРЫСКИВАНИЕМ ТОПЛИВА ПРИ РАБОТЕ НА БЕНЗО-ЭТАНОЛЬНОЙ СМЕСИ

Двигатель внутреннего сгорания является основным потребителем светлых топлив нефтяного происхождения. Поскольку запасы такого топлива ограничены, а производство ДВС, особенно транспортного назначения, непрерывно растет, то большинство исследований направлено на поиск как методов повышения топливной экономичности ДВС, так и поиск альтернативных видов топлив, включая возобновляемых [1,2].

Одним из методов развития топливной экономичности, в частности бензиновых ДВС является переход от внешнего смесеобразования (карбюраторные ДВС) на внутреннее (непосредственный впрыск топлива). Это особенно актуально для двухтактных двигателей с кривошипно-камерной или другими видами продувки цилиндра. При этом улучшаются и экологические показатели двигателя.

При реализации внутреннего смесеобразования для снижения расхода топлива усиливается либо обеднение бензо-воздушной смеси в цилиндре двигателя, либо ее расслоение.

Целью исследований являлось определение возможности работы двухтактного двигателя ДН-4М с непосредственным впрыском топлива и расслоением заряда на смесях бензина с этиловым спиртом и влияние состава такой смеси на основные экономические и экологические показатели. Исследования проводились экспериментальным методом при работе двигателя ДН-4М на стенде в лаборатории кафедры ДВС НТУ «ХПИ». Поскольку двигатель ДН-4М может так же являться силовой установкой для миниэлектростанции, то испытания проводились при работе по нагрузочной характеристике при $n=3000 \text{ мин}^{-1}$. Испытываемые составы смесей приведены в таблице 1. Результаты исследований приведены на рис. 1, 2, 3.

Поскольку, затрачиваемая энергия на совершение работы при различном составе бензо-этанольной смеси будет отличаться по Q_n^p [3], то для оценки экономичности двигателя целесообразно учитывать расход теплоты топлива g_e (МДж/(кВт·ч)) (рис. 1).

Таблица 1. Испытываемые смеси бензина марки А80 и этилового спирта.

Смесь (бензин / спирт)	Бензин А80 % об.	Спирт экстра % об.
E10	90	10
E15	85	15
E20	80	20

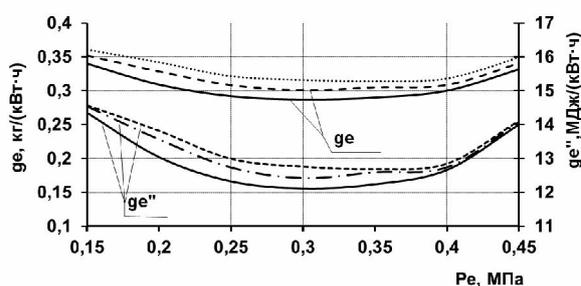


Рис. 1. Нагрузочные характеристики при $n=3000 \text{ мин}^{-1}$ (g_e и g_e'' от P_e)
 — E10; — · — E15; — · — E20

На рис. 1 видно, что, во-первых, лучшие показатели по экономичности (g_e и g_e'') обеспечиваются при работе на смеси E10; во-вторых, минимальные величины (g_e и g_e'') имеют место в диапазоне значений предела эффективного давления $P_e=0,2-0,3$ МПа; в-третьих, с ростом нагрузки P_e разница в величинах (g_e и g_e'') от состава смеси уменьшается; в-четвертых, минимальные значения (g_e и g_e'') обеспечиваются при $P_e=0,3$ МПа и равны, соответственно, для E10 – ($g_e=0,287$, $g_e''=12,111$), E15 – ($g_e=0,3$, $g_e''=12,42$) и E20 – ($g_e=0,316$, $g_e''=12,758$) где g_e в (кг/кВт·ч), а g_e'' в (МДж/(кВт·ч)). Повышение (g_e и g_e'') с ростом содержания спирта в смеси вызвано меньшей теплотой сгорания Q_n^p спирта, чем Q_n^p бензина.

На рис. 2 приведены значения коэффициента избытка воздуха в цилиндре $\alpha_{ц}$ и температуры отработавших газов $t_{ог}$ на той же нагрузочной характеристике. На рис. 2 видно, что, с одной стороны, характер изменения $\alpha_{ц}$ в зависимости от нагрузки P_e коррелирует с характером изменения g_e от

той же нагрузки P_e , т.е. меньшие значения g_e наблюдаются при больших величинах $\alpha_{ц}$; но, с другой стороны, порядок расположения кривых $\alpha_{ц}=f(P_e)$ в зависимости от состава смеси требует дальнейшего изучения.

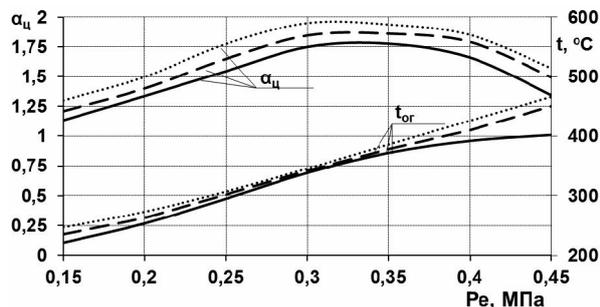


Рис.2. Нагрузочные характеристики при $n=3000 \text{ мин}^{-1}$ (α и $t_{ор}$ от P_e)
 — — — E10; — · — E15; — — — E20

В то же время полученные экспериментально значения средних коэффициентов избытка воздуха в цилиндре двигателя $\alpha_{ц}$ являются косвенным доказательством наличия расслоения топливо-воздушной смеси в цилиндре. Поскольку, если бы не было расслоения заряда, а смесь была бы однородной, то при значениях $\alpha_{ц} > 1,3 \div 1,35$, фронт пламени не распространялся по смеси, и двигатель бы не работал.

Характер изменения $t_{ор}$ (рис. 2) не противоречит характеру изменения g_e (рис. 1), т.е. чем лучше экономичность, тем ниже $t_{ор}$.

Результаты экспериментального определения экологических показателей двигателя ДН-4М приведены на рис. 3.

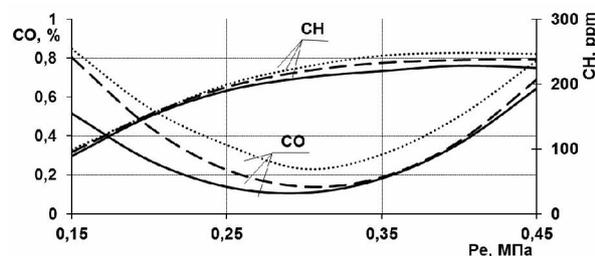


Рис.3. Нагрузочные характеристики при $n=3000 \text{ мин}^{-1}$ (CO и CH от P_e)
 — — — E10; — · — E15; — — — E20

Из рис. 3 видно, что по уровню выбросов CO и CH двигатель ДН-4М с непосредственным впрыском топлива и расслоением топливо-воздушного заряда при работе на всех испытываемых смесях бензина с этиловым спиртом обеспечивает выполнение требований Евро 6.

Выводы.

1. Для двухтактных двигателей с непосредственным впрыскиванием топлива и расслоением топливо-воздушного заряда при переходе на бензоэтиловые смеси обеспечивается устойчивая работа во всем диапазоне нагрузок без изменений регулировочных настроенных параметров.

2. При работе на бензо-этиловых смесях у таких двигателей обеспечиваются экономические и экологические показатели лучшие, чем у аналогичных двигателей с внешним смесеобразованием (карбюраторных) при работе на бензине [4].

Список литературы:

1. Смаль Ф.В. Эксплуатационно-технические свойства и применение автомобильных топлив, смазочных материалов и спецжидкостей / Ф.В. Смаль // Труды НИИАТ. М.: Изд-во НИИАТ. – 1989. – С. 53-66.
2. Оноприйко А.В. Этиловый спирт: получение, очистка, использование / А.В. Оноприйко, Н.А. Рябченко // Сборник трудов – СевКавГТУ. – 2001. – С. 68.
3. Гуцин С.Н. Расчеты горения топлив / С.Н. Гуцин, М.Д. Казяев // Учебное пособие. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1995. – 48 с.
4. Ероценков С.А. Анализ экономических и экологических показателей двухтактного двигателя ДН-4М с карбюратором и непосредственным впрыском топлива / С.А. Ероценков, В.А. Корогодский, О.В. Василенко // Двигатели внутреннего сгорания. – 2007. – №1. – С. 70-76.

Bibliography (transliterated):

1. Smal' F.V. Jekspluacionno-tehnicheskie svojstva i primeneniye avtomobil'nyh topliv, smazochnyh materialov i speczhidkostej. / F.V. Smal' // Trudy NIAT. M.: Izd-vo NIAT. -1989.- S. 53-66.
2. Onoprijko A.V. Jetilovyyj spirt: poluchenie, ochi-stka, ipol'zovanie / A.V. Onoprijko, N.A. Rjabchenko // Sbornik trudov – SevKavGTU-2001.- S 68.
3. Guwin S.N. Raschety gorenija topliv / S.N. Gu-win, M.D Kazjaev // Uchebnoe posobie. Ekaterinburg: UGTU-UPI, 1995. 48 s.
4. Eroshhenkov S.A. Analiz jekonomicheskij i jekologicheskij pokazatelej dvuhaktjnogo dvigatelja DN-4M s karbjuratorom i neposredstvennym vpryskom topliva / S.A. Eroshhenkov, V.A. Korogods'kij, O.V. Vasilenko // Dvigateli vnutrennego sgoranija. – Har'kov: NTU "HPI". – 2007. – №1. – S. 70-76.