DOI: 10.17117/na.2016.06.02.086

<http://ucom.ru/doc/na.2016.06.02.086.pdf>

Поступила (Received): 24.06.2016

Лебедев К.А., Габдрахимов Ш.Р., Хакимов Р.Т. Анализ энергоэффективности автотракторных двигателей при работе на природном газе

Lebedev K.A., Gabdrahimov Sh.R., Khakimov R.T.
Analysis of the efficiency of automotive engines
when operating on natural gas

В работе представлен анализ использования природного газа в качестве моторного топлива в двигателях по двум причинам. Во-первых, в связи с принятием для автотранспортных средств более жестких нормативов на выбросы вредных веществ с отработавшими газами. В стране действуют требования международных правил ООН «Евро». Применение природного газа позволяет выполнить эти требования с меньшими затратами и в более короткие сроки по сравнению с трудоемкой и дорогостоящей доводкой двигателей на жидких моторных топливах

Ключевые слова: газовый двигатель, природный газ, энергоэффективность, мощность, рабочий процесс

Лебедев Кирилл Андреевич

Бакалавр

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

СПб, г. Пушкин, Петербургского шоссе, 2 А

Габдрахимов Шамиль Рахимович

Бакалавр

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

СПб, г. Пушкин, Петербургского шоссе, 2 А

Хакимов Рамиль Тагирович

Кандидат технических наук, доцент

Санкт-Петербургский государственный аграрный университет

СПб, г. Пушкин, Петербургского шоссе, 2 А

The paper presents an analysis of the use of natural gas as a motor fuel in engines for two reasons. First, in connection with the adoption of motor vehicles for more stringent standards for emissions of harmful substances with exhaust gases. In the country there are requirements of the United Nations rules for the "Euro". The use of natural gas allows to meet these requirements with less cost and in a shorter time compared to the tedious and costly fine-tuning of engines on liquid motor fuels

Key words: gas engine, natural gas, energy efficiency, capacity, workflow

Lebedev Kirill Andreevich

Bachelor

Saint Petersburg state agrarian university

St. Petersburg, Pushkin, Petersburg highway, 2 A

Gabdrahimov Shamil Rakhimovich

Bachelor

Saint Petersburg state agrarian university

St. Petersburg, Pushkin, Petersburg highway, 2 A

Khakimov Ramil Tagirovich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

Saint Petersburg state agrarian university

St. Petersburg, Pushkin, Petersburg highway, 2 A

Использование природного газа в качестве моторного топлива с каждым днем становится все актуальней, во-первых, в связи с принятием для автотранспортных средств более жестких нормативов на выбросы вредных веществ с отработавшими газами. С 2008 года действуют требования Евро-5, а с октября 2014 года частично ввелись нормы Евро-6. Применение природного газа позволяет выполнить эти требования с меньшими затратами и в более короткие сроки по сравнению с трудоемкой и дорогостоящей доводкой двигателей на жидких моторных топливах [1, с.17].

Во-вторых, наметившееся снижение объемов добычи нефти и мировой финансовый кризис, как следствие этого возникающий дефицит более удобных в применении традиционных жидких моторных топлив, также способствуют актуализации идеи газификации автомобильного транспорта [2, с. 22].

В настоящее время в мировом двигателестроении существует тенденция повышения эффективной мощности двигателей внутреннего сгорания путем форсирования по среднему эффективному давлению. Применительно к дизелям для этой цели широко используется турбонаддув, а также промежуточное охлаждение наддувочного воздуха. Вместе с тем, практика показывает, что используемые газовые двигатели имеют ряд недостатков, это связано в основном не совершенным рабочим процессом в частности горения газа при низких температурах, особенности конструкции камеры сгорания и предпускового тракта, отсутствие штатной электронной системы управления и т.д. [3]. Выше сказанное указывает на то что есть острая необходимость в решении этих и многих других вопросов, а это связано с изучением глубоких теоретических основ физико-химических явлений происходящих с рабочем телом в камере сгорания газового двигателя.

Среди всех альтернативных топлив важнейшее место занимает компримированный природный газ. Его преимуществами, в сравнении с другими видами топлив, являются высокая теплотворная способность, высокая полнота сгорания и низкое содержание токсичных компонентов в отработавших газах при сгорании в цилиндре дизеля [4, с.222].

При применении природного газа на дизельных двигателях эффективные характеристики изменяются следующим образом:

Эффективная мощность (N_e) и крутящий момент полностью сохраняются, а также возможно увеличение до 10% – 15% от исходных значений. Часовой расход топлива (G_t) на всем скоростном диапазоне при работе на природном газе меньше часового расхода топлива при работе на (ДТ).

Уменьшается температура отработавших газов. Также снижается часовой расход воздуха и удельный расход топлива. Исходя из вышеперечисленного, следует, что применение турбонаддува с промежуточным охлаждением воздуха в двигателе несет в себе большой потенциал и требует особого внимания при исследовании ряда работ по оптимизации рабочего процесса газового двигателя. Стоит отметить, что наиболее перспективными в данной области являются использование турбонаддувов с изменяемой геометрией. Способность таких наддувов перестраиваться на ходу позволяет двигателю создавать максимальный крутящий момент, одновременно имея минимальный расход топлива

[5, с.315]. А также способность создавать наддув при низких оборотах двигателя значительно снижает количество выбрасываемых в атмосферу на холостом ходу вредных микрочастиц.

Работоспособность двигателя с точки зрения устойчивости реализации рабочего цикла при изменении α в диапазоне от 0,4 (обогащённый кислородом воздух) до 1,1 (атмосферный воздух при нормальной концентрации кислорода) по результатам их экспериментов остаётся одинаковой, а тепловой эффект реакции окисления и выход технологического газа связаны соотношением [5, с.316].

$$H = 8230 - 2515\sigma, \quad (1)$$

где H – тепловой эффект реакции конверсии метана, ккал/м³; σ – выход технологического газа, м³ метана [6, с.128].

Последние, в свою очередь, зависят от α и могут быть определены в интервале значений $\alpha = 0,39 - 1,1$ по зависимостям

$$\begin{aligned} \sigma &= 4,18 - 4,35\alpha, \\ H &= 10940\alpha - 2285. \end{aligned} \quad (2)$$

Энергетическая эффективность процесса с точки зрения получения полезной энергии, вырабатываемой двигателем, может быть оценена по зависимости

$$E = 2,42\alpha - 0,51, \text{ кВт ч/м}^3 \text{ метана} \quad (3)$$

при постоянстве индикаторного $\eta_i = 0,24$ и механического $\eta_{\text{мех}} = 0,8$ коэффициентов полезного действия [7, с.64].

В результате анализа рассматриваемого вопроса по улучшению рабочего процесса газового двигателя с надувочным охлаждением воздуха, можно сделать следующий вывод:

Применение в конвертируемом дизельном двигателе, работающем по циклу Отто природного газа с охлаждением надувочного воздуха дает ряд преимуществ, по сравнению с двигателями работающими на нефтяных видах топлива, таких как уменьшение уровня шума, большим моторесурсом, лучшими экологическими показателями и экономией топлива [8, с.4]. По сравнению с другими типами двигателей он обладает достаточно эффективным КПД, что определяется большей степенью сжатия, допустимой при газовом рабочем процессе. Кроме того использование наддува с промежуточным охлаждением воздуха позволит улучшить процесс горения смеси и сделать его более эффективным. Также следует отметить простоту конвертации исходного дизельного двигателя для работы по газовому процессу [9, с.15].

Список используемых источников:

1. Афанасьев А.С., Хакимов Р.Т., Загорский С.М. Изменение дымности отработавших газов дизеля КамАЗ-740 в зависимости от режимов работы в жарких условиях // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2013. № 4 (26). С. 16-19.
2. Дыбок В.В., Хакимов Р.Т. Обеспечение экологической безопасности двигателей транспортных средств // Улучшение эксплуатационных показателей и технический сервис автомобилей, тракторов и двигателей. СПбГАУ. 2015. С. 20-25.
3. Кобозев Н.И., Казарновский Я.С., Менделевич И.И. Взрывная конверсия метана // Труды ГИАП. М., 1957.
4. Хакимов Р.Т. Экологическое состояние транспорта в России // Транспорт России проблемы и перспективы – 2010. 2010. С. 221-222.

5. Хакимов Р.Т. Особенности применения пьезоэлектронной форсунки в поршневом газовом двигателе с наддувом // *Фундаментальные основы научно-технической и технологической механизации АПК*. 2013. С. 314-318.
6. Фучкин С.В., Алексеевский Д.А., Соколов М.Г., Хакимов Р.Т. Экономические, экологические и прочностные характеристики ДВС при работе на природном газе // *Экологическая безопасность автотранспортного комплекса: передовой опыт России и стран Европейского Союза*. 2005. С. 127-131.
7. Хакимов Р.Т. Результаты экспериментального исследования динамики тепловыделения газового двигателя // *Известия Международной академии аграрного образования*. 2011. № 11. С. 64.
8. Хакимов Р.Т., Николаенко А.В. Улучшение экологических, топливно-экономических и ресурсных показателей путем совершенствования технического обслуживания тракторных дизелей // *Сельский механизатор*. 2004. № 11. С. 4-5.
9. Хакимов Р.Т. Модель корреляции выбросов вредных веществ автомобиля с использованием динамометрического тестирования // *Технико-технологические проблемы сервиса*. 2012. Т. 20. № 2. С. 15-19.

© 2016, Лебедев К.А., Габдрахимов Ш.Р., Хакимов Р.Т.
 Анализ энергоэффективности автотракторных
 двигателей при работе на природном газе

© 2016, Lebedev K.A., Gabdrahimov Sh.R.,
 Khakimov R.T.
 Analysis of the efficiency of automotive engines
 when operating on natural gas