

УДК 629.331

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ДВИГАТЕЛЯМИ, РАБОТАЮЩИМИ НА ГАЗОМОТОРНОМ ТОПЛИВЕ В СИСТЕМЕ МВД РОССИИ

Черкасов Роман Иванович, канд. техн. наук,

ФГКОУ ВО МОСУ МВД России им. В.Я. Кикотя,

Россия, 117997, г. Москва, ул. Академика Волгина, 12, rtcherckasov@yandex.ru

Деркачев Игорь Сергеевич, канд. техн. наук, науч. сотр.,

ФКУ НПО «СТиС» МВД России,

Россия, 344092, г. Ростов-на-Дону, ул. Добровольского 11/7, derk-igor@yandex.ru

Горбунов Роман Сергеевич, мл. науч. сотр.,

ФКУ НПО «СТиС» МВД России,

Россия, 344092, г. Ростов-на-Дону, ул. Добровольского 11/7,

gorbunov155125@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрена возможность применения в системе органов внутренних дел Российской Федерации транспортных средств, с силовыми установками, работающими на газомоторном топливе. Приведено описание основных типов газомоторного топлива, а также их базовых энергетических параметров и экологических характеристик. Предложен один из вариантов перевода ведомственных транспортных средств на газомоторное топливо. Представлен средний расчет экономии денежных средств от использования газомоторного топлива и срока окупаемости переоборудования ведомственных транспортных средств. Показано обоснование использования компримированного природного газа в качестве основного газомоторного топлива. Описан один из вариантов организации заправки автомобилей компримированным природным газом непосредственно на территории ведомственного автопарка. Рассмотрены основные эксплуатационные характеристики силовых установок, работающих на компримированном природном газе, и приведены основные преимущества и недостатки перевода ведомственного автопарка на газомоторное топливо.

Ключевые слова: транспортное средство, газомоторное топливо, компримированный газ, традиционное топливо, двигатель внутреннего сгорания.

**PERSPECTIVE FOR THE USE OF VEHICLES WITH ENGINES
OPERATING ON GAS MOTOR FUEL IN THE SYSTEM OF THE
MINISTRY OF INTERNAL AFFAIRS THE RUSSIAN FEDERATION**

Cherkasov R. I., associate professor,
Moscow University of the Ministry of internal affairs the Russian Federation named after
V. Ya. Kikotya

12, st. Akademika Volgina, Moscow, 117997, Russia, rtcherckasov@yandex.ru

Derkachev I. S., associate professor,
Special Equipment and Communication Ministry of internal affairs the Russian Federation
11/7, st. Dobrovol'skogo, Rostov-na-Donu, 344092, Russia, derk-igor@yandex.ru

Gorbunov R.S., junior researcher,
Special Equipment and Communication Ministry of internal affairs the Russian Federation
11/7, st. Dobrovol'skogo, Rostov-na-Donu, 344092, Russia, gorbunov155125@yandex.ru

Abstract. The article considers the possibility of using vehicles in the system of internal affairs bodies of the Russian Federation, with power plants powered by gas engine fuel. Description of the main types of gas engine fuel is given, as well as their basic energy parameters and environmental characteristics. One of the options for transferring departmental vehicles to gas motor fuel is proposed. The average calculation of money savings from the use of gas engine fuel and the payback period for the conversion of departmental vehicles is presented. The rationale for using compressed natural gas as the main gas engine fuel is shown. Described is one of the options for organizing refueling cars with compressed natural gas directly on the territory of the departmental fleet. The main operational characteristics of power plants operating on compressed natural gas are considered, and the main advantages and disadvantages of transferring the departmental fleet to gas motor fuel are given.

Key words: vehicle, gas engine fuel, compressed gas, traditional fuel, internal combustion engine.

Введение. Моторное топливо для специальной техники и транспортных средств (ТС), используемых в служебной деятельности МВД России, является одной из основных статей расходов на транспортную инфраструктуру министерства. Наряду с этим цены на топливо растут из года в год, что негативно сказывается на общих экономических показателях ведомства.

На сегодняшний день значительный ущерб экологии наносится ТС с двигателями внутреннего сгорания (ДВС), работающими на традиционных

типах моторного топлива. В Российской Федерации ежегодно ТС в окружающую среду выбрасывается более 14 млн тонн загрязняющих веществ, что составляет около 40 % общего числа выбросов, а в крупных городах число выбросов доходит до 90 % [1]. Вместе с тем непрерывное увеличение количества ТС будет способствовать росту этих значений. В мировом балансе загрязнения окружающей среды на долю ТС с ДВС, работающих на традиционных типах топлива приходится около 70 % [2].

Стоит отметить, что традиционные типы топлива получают из нефти, запасы которой ограничены. На сегодняшний день мировые мощности по добычи нефти составляют около 103,2 млн. баррелей в сутки, и эта цифра продолжает расти [3]. По прогнозам специалистов нефтегазовой сферы, при сохранении таких темпов добычи и потребления нефти, ее запасов хватит не более чем на 50 лет.

В сложившейся ситуации одним из вариантов дополнения сырьевой базы, сокращения количества вредных выбросов в окружающую среду и снижения затрат на горюче-смазочные материалы является вариант использования ТС с ДВС, работающими на альтернативных типах топлива, среди которых наиболее перспективным является газомоторное топливо.

Основная часть. В качестве газомоторного топлива может выступать пропан, бутан, пропан-бутановая смесь – сжиженный углеводородный газ (СУГ), а также метан, сжатый до необходимого давления – компримированный природный газ (КПГ) [1].

СУГ представляет собой смесь легких органических углеводородных соединений, получаемых из попутного нефтяного газа, среди которых наиболее массовое распространение в качестве топлива для ДВС получили пропан (C_3H_8), бутан (C_4H_{10}) [4]. Температура самовоспламенения СУГ около $500^{\circ}C$, а концентрационный предел воспламенения в воздухе составляет от 1,8 до 8,6 % [5].

КПГ представляет собой природный газ, состоящий практически на 95 % из метана (CH_4) и производимый путем его очистки, сушки и сжатия в компрессорных установках до 20 – 25 МПа [1]. КПГ является наиболее безопасным. Нижний предел самовоспламенения $650^{\circ}C$, что существенно ниже, чем у традиционных типов топлива, а также он в 2 раза легче воздуха и при утечке стремится вверх и весьма быстро «растворяется» в атмосфере, а его пожароопасная концентрация находится в пределах от 4 до 5 % [5].

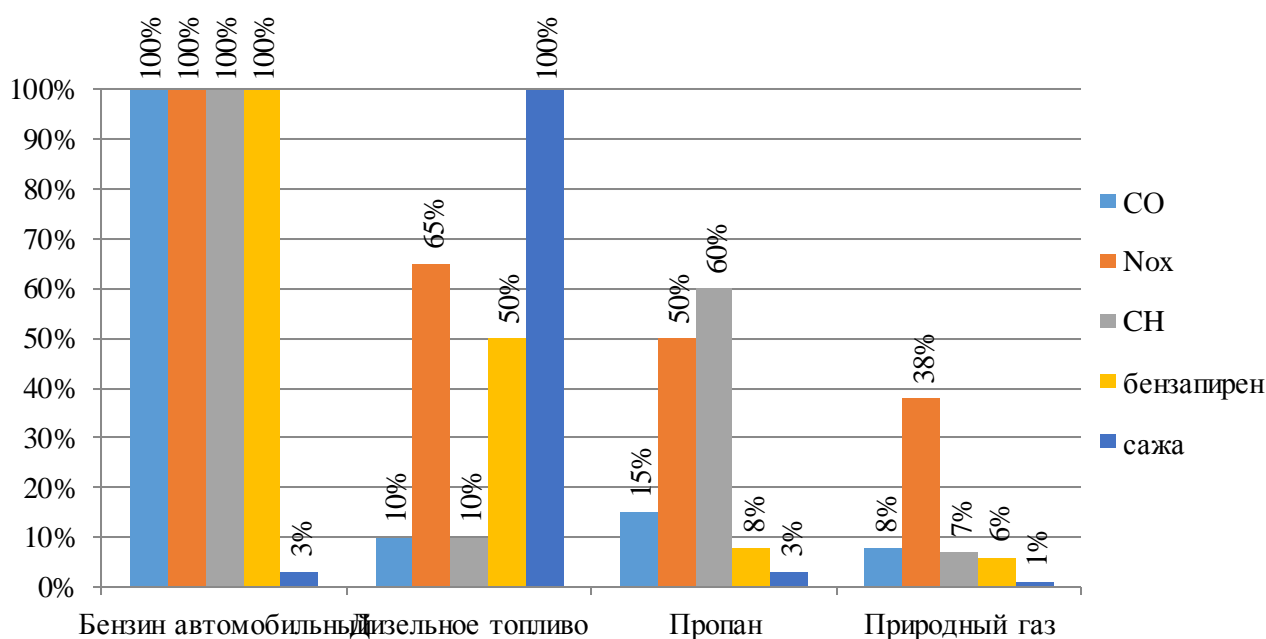


Рис. 1. Экологические характеристики топлива

Исходя из Энергетической стратегии России и прогноза специалистов в сфере газовой индустрии, формирование рынка газомоторного топлива, в контексте стратегических задач развития топливной энергетики страны, представляет собой одно из перспективных направлений [6], а применение газомоторного топлива, ввиду специфики его химической структуры, позволит существенно улучшить экологическую обстановку (рис. 1) [4], что особенно актуально для больших городов.

Также стоит отметить, что при сравнении с дизельным топливом и бензином, газомоторное топливо превышает их по базовым энергетическим параметрам таким как: детонационная стойкость топлива и его удельная теплота сгорания, а параметр теплоты сгорания стехиометрической горючей смеси ниже на 0,84 – 2,78 % (табл. 1). Данное обстоятельство оказывает влияние на мощностные характеристики ДВС в виде потери мощности в пределах 6 – 8 % [7]. Но доминирующей чертой газомоторного топлива является его дешевизна: средняя цена ниже в 2 – 2,5 раза, чем у дизельного топлива и бензина.

Таблица 1

Базовые энергетические параметры топлива

Основные показатели	Бензин	СУГ	КПГ
Октановое число по исследовательскому методу	76 – 98	102 – 112	110 – 125
Теплота сгорания, низшая, кДж/кг	44000	46000	48500
Стехиометрическое отношение, кг воздуха/кг топлива	1:15	1:16	1:17
Теплота сгорания стехиометрической смеси (объемная при нормальных условиях) кДж/м ³	3600	3570	3500

Перевод на газомоторное топливо ведомственных ТС с ДВС, работающими на традиционных типах топлива возможен путем их модификации, а именно установки газобаллонного оборудования (ГБО), что в свою очередь позволит использовать несколько видов топлива: газомоторное – бензин и газомоторное – дизельное (газодизельный режим).

Стоит отметить, что дизельный ДВС нуждается в особых условиях, при которых возможно осуществления процесса воспламенения

газомоторного топлива в камере сгорания двигателя из-за того, что температура воспламенения газомоторного топлива существенно выше температуры самостоятельного воспламенения дизельного топлива в конце такта сжатия.

Исходя из проведенного анализа стоимости модификации ТС с четырех цилиндровым ДВС, работающим на традиционном типе топлива, представляется возможным выполнить расчет средней экономии, которую можно получить при использовании газомоторного топлива и срока окупаемости переоборудования ТС. При средней стоимости установки ГБО четвертого поколения, работающего на СУГ – 25000 руб. и КПП – 60000 руб., среднегодовом пробеге 20000 км и нормам расхода топлива (LADA Priora) на 100 км пробега: АИ - 92 – 9 л, КПП – 9 м³ и СУГ – 11,88 л [8], ежемесячная экономия при использовании СУГ – 1709 руб. и КПП – 3922,5 руб., а сроки окупаемости составят 14,6 и 15 месяцев соответственно.

На основании базовых энергетических параметров рассмотренных типов газомоторного топлива и их экологических характеристик, а также среднего расчета экономии и окупаемости их использования наиболее оптимальным решением является перевод ведомственного автопарка на КПП. Стоит отметить, что на сегодняшний день одним из основных недостатков использования КПП, можно считать слабо развитую сеть автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС). Однако данный недостаток может быть исключен, путем установки на ведомственной территории, имеющей газификацию, заправочного модуля (мини АГНКС).

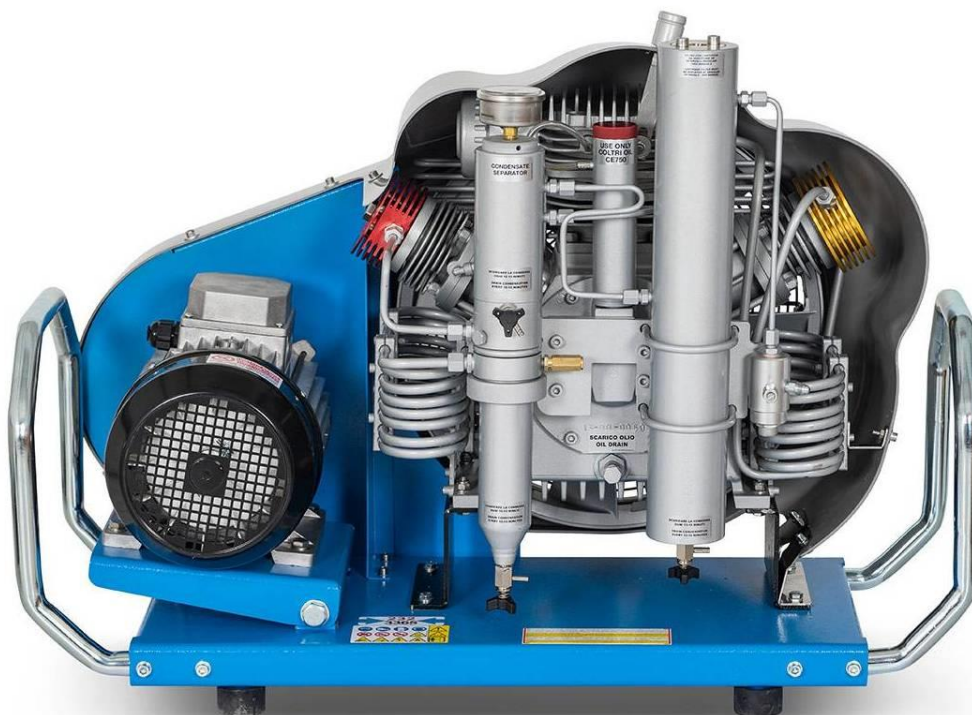


Рис. 2. Внешний вид мини АГНКС

Использование мини АГНКС позволит осуществлять заправку ТС непосредственно на территории ведомственного автопарка (гаража). Ее монтаж производится на магистральном газопроводе с давлением природного газа от 3 МПа до 7,5 МПа. АГНКС представляет собой моноблок (рис. 2), в полной заводской готовности, не требующий специального фундамента. Средняя мощность находится в пределах 6 кВт, а среднее время заправки 50 литрового баллона (емкость баллона легкового автомобиля) составит 35 мин.

С точки зрения эксплуатационных характеристик ДВС, работающего на КПГ можно выделить его достаточно высокую надежность и безотказность работы. КПГ снижает уровень образования нагара в ДВС, а также уменьшает степень загрязнения моторного масла механическими примесями, что в свою очередь позволяет увеличить в 2 – 2,5 раза регламентируемые интервалы смены масла и масляных фильтров. Во время работы ДВС на КПГ не происходит смывание масляной пленки со

стенок цилиндров, а на головке блока цилиндров не образуются отложения углерода. Поршневые кольца не закоксовываются, а моторесурс ДВС увеличивается на 30 – 40% [9].

В аспекте безопасности использования КПП нужно выделить, что газовые баллоны, применяемые при установке ГБО на ТС, имеют значительный предел прочности и отвечают требованиям безосколочного разрушения при поражении их пулей. Наряду с этим они подвергаются испытаниям на устойчивость к воздействию открытого огня и различных факторов как природных, так искусственных, а точки их установки выбираются на основе статистических данных в менее подверженных деформациям участках кузова ТС.

Заключение. Существующие на сегодняшний день общемировые проблемы экологического характера в отрасли производства и использования традиционных типов топлива наряду с истощаемостью разведанных нефтяных месторождений и постоянным увеличением цен на него, порождают потребность в интенсивном продвижении альтернативных типов топлива, применение которых в настоящее время является наиболее перспективным. В настоящее время наиболее эффективным альтернативным типом топлива по экономическим, экологическим и эксплуатационным показателям является КПП. Анализ показывает, что наибольший эффект при переводе ведомственного автопарка на альтернативные типы топлива может дать комплексный подход, когда на это топливо переводится максимально возможное число ТС.

К преимуществам данного перевода можно отнести [7]:

- уменьшение токсичности выхлопных газов в 1,5 – 2 раз;
- относительно невысокая стоимость;

- повышенное содержание водорода способствует более полному сгоранию топлива, что в свою очередь снижает нагарообразование на свечах зажигания;
- использование в совокупности традиционных и альтернативных типов топлива увеличивает автономность ТС;
- альтернативные типы топлива не имеют вредных примесей как для ДВС, так и для катализаторов;

А из недостатков данного перевода можно выделить:

- незначительное снижение мощности ДВС на 6 – 8%;
- увеличение массы автомобиля;
- вмешательство в электрическую схему управления ДВС.

Список литературы

1. Николайчук, Л.А. Современное состояние и перспективы развития рынка газомоторного топлива в России / Л.А. Николайчук, В.Д. Дьяконова // Интернет-журнал НАУКОВЕДЕНИЕ. – 2016. – Т. 8, № 2.
2. Емельянов, В. Е. Альтернативные экологически чистые виды топлива для автомобилей: свойства, разновидности, применение. / В. Е. Емельянов, И. Ф. Крылов – М.: ООО «Изд-во АСТ», 2004. – 128 с.
3. Спрос на нефть в мире увеличится в 2015-2020 гг., но будет ниже, чем в 2001-2007 гг – МЭА: официальный сайт [Электронный ресурс]. – Россия. – Режим доступа: <http://www.oilru.com/news/448436/> (дата обращения: 01.04.2020).
4. Грязнов, М.Б. Применение газомоторного топлива в Российской Федерации: проблемы и перспективы / М.Б. Грязнов // Вестник финансового университета. – 2013. – № 4 (76). – С. 21 – 31.
5. Золотницкий, В. А. Новые газотопливные системы автомобилей / В.А. Золотницкий; под науч. ред. С. Н. Погребного. – М.: «Издательский Дом Третий Рим», 2003. – 64 с.
6. Энергетика России. Стратегия развития. (Научное обоснование энергетической политики) / под общ. ред. В.В. Бушева. – М.: ГУ ИЭС Минэнерго России, 2003. – 800 С.
7. Беляев, С.В. Проблемы и перспективы применения газомоторных топлив / С.В. Беляев, Г.А. Давыдков // Труды лесоинженерного факультета ПЕТРГУ. – 2010. – № 8. – С. 13 –16.

8. Распоряжение Минтранса России от 14.03.2008 № АМ-23-р (ред. от 20.09.2018) «О введении в действие методических рекомендаций «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте».

9. Ерохов, В.И. Безопасность и эффективность эксплуатации автомобилей на компримированном природном газе / В.И. Ерохов // Транспорт на альтернативном топливе. – 2017. – № 5 (59). – С. 5 – 20.

References

1. Nikolajchuk L.A., D'yakonova V.D. *Internet-zhurnal NAUKOVEDENIE*, 2016, t. 8, no. 2.
2. Emel'yanov E.V., Krylov I.F. *Al'ternativnye ekologicheski chistye vidy topliva dlya avtomobilej: svojstva, raznovidnosti, primeneni* (Alternative environmentally friendly fuels for cars: properties, varieties, applications), Moscow, 2014, 128 p.
3. Novosti oilru.com <http://www.oilru.com/news/448436/> .
4. Gryaznov M.B. *Vestnik finansovogo universiteta*, 2013, no 4 (76), pp. 21 – 31.
5. Zolotnickij, V.A., Porgrebnoj S.N. *Novye gazotoplivnye sistemy avtomobilej* (New gas fuel systems for cars), Moscow, 2013, 64 p.
6. Bushev V.V. *Energetika Rossii. Strategiya razvitiya. (Nauchnoe obosnovanie energeticheskoy politiki* (Energy of Russia. Development strategy. (Scientific rationale for energy policy)), Moscow, 2003, 800 p.
7. Belyaev S.V., Davydkov A.G. *Trudy lesoinzhenerenogo fakul'teta PETRGU*, 2010 no. 8, pp. 13 – 16.
8. О введении в действие методических рекомендаций «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте. Распоряжении Минтранса России от 14.03.2008 № АМ-23-р (ред. от 20.09.2018) (On the implementation of the methodological recommendations» Norms for the consumption of fuels and lubricants in road transport». Decree of the Ministry of Transport of Russia dated of 14.03.2008 No. АМ-23-р (as amended on 20.09.2018)
9. Erohov V.I. *Transport na al'ternativnom toplive*, 2017, no. 5 (59), pp. 5 – 20.

Рецензент: О.Ю. Сорочкина, канд. техн.наук, доц., ФГБОУ ГО Донской государственный технический университет