

Научная статья
УДК 621.43.06:504.054

Проблемы поддержания приемлемого экологического состояния машин специального назначения в РФ в условиях глобальных вызовов и пути их решения

Владимир Николаевич Ложкин

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, Санкт-Петербург, Россия
vnlojkin@yandex.ru

Аннотация. В статье на основании анализа возраста, экологического класса и изменения требований к токсичности отработавших газов двигателей пожарных автомобилей при сертификации, – предлагается концепция обеспечения ими приемлемого экологического риска в местах применения. Концепция поддерживается теоретически и экспериментально обоснованными оригинальными техническими и технологическими решениями комплексного использования диагностики отказов (нарушения исправной работы) двигателя и его топливной системы по переменному составу отработавших газов, водно-топливных микро-эмульсий дизельного топлива, стабилизированных поверхностно-активными веществами, и окислительных нейтрализаторов блочной конструкции с платиновым катализатором. Диагностика отказов основана на эмпирических закономерностях связи критических параметров топливной системы с задымленностью и газовым составом отработавших газов. Показано, что предлагаемые решения повышают токсическую безопасность двигателей пожарных автомобилей на два экологических класса.

Ключевые слова: пожарный автомобиль, двигатель, отработавшие газы, экологический класс, отказ, диагностика, водно-топливная эмульсия, нейтрализатор.

Для цитирования: Ложкин В.Н. Проблемы поддержания приемлемого экологического состояния машин специального назначения в РФ в условиях глобальных вызовов и пути их решения // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. 2023. №1(35)

Original article

Problems of maintaining an acceptable environmental condition of special-purpose machines in the Russian Federation under the conditions of global challenges and the ways of their solution

Vladimir N. Lozhkin

Saint Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia, Saint Petersburg, Russia
vnlojkin@yandex.ru

№ 1(35)
март 2023

Abstract. In the article, based on the analysis of age, environmental class and changes in the requirements for the toxicity of exhaust gases of fire engine engines during certification, a concept is proposed for providing them with an acceptable environmental risk in places of application. The concept is supported by theoretically and experimentally substantiated original technical and technological solutions for the integrated use of diagnostics of failures (malfunctions) of the engine and its fuel system based on the variable composition of exhaust gases, water-fuel micro-emulsions of diesel fuel stabilized by surfactants, and oxidative converters of the block designs with a platinum catalyst. Failure diagnostics is based on empirical relationships between the critical parameters of the fuel system and the smoke and gas composition of the exhaust gases. It is shown that the proposed solutions increase the toxic safety of fire engine engines by two environmental classes.

Keywords: fire truck, engine, exhaust gases, environmental class, failure, diagnostics, water-fuel emulsion, neutralizer.

For citation: Lozhkin V.N. Problems of maintaining an acceptable environmental condition of special-purpose machines in the Russian Federation under the conditions of global challenges and the ways of their solution. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*. 2023. №1 (35)

Введение. Поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС) автомобильного транспорта, к которым относятся силовые установки пожарных автомобилей (ПА) специальной аварийно-спасательной техники МЧС России [1], отработавшими газами (ОГ), в составе которых содержатся CO, CH, NO_x, SO_x, частицы сажи PM_{2.5}, определяющие задымленность ОГ, парниковый газ CO₂ [2] и шумом [3], в местах эксплуатации наносят ущерб здоровью населения, а в глобальном масштабе, через «углеродный след», приводят к опасным последствиям изменения на планете климата.

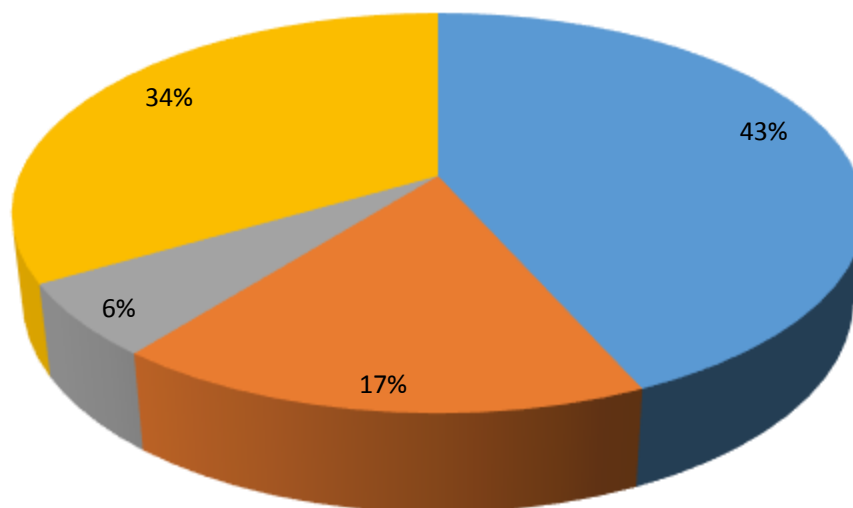
В течение последних двух десятилетий разработка и производство ПА в РФ были направлены на повышение их оперативных и функциональных возможностей [1]. В условиях глобализации экономики пожарные части укомплектовывались, как ПА отечественного, так и зарубежного производства. В силу объективных внутренних и внешних, включая политических, факторов [5] эксплуатируемый парк ПА в течение 1995-2020 годов имел устойчивую тенденцию к устареванию.

По опубликованным данным [1, 6, 7] в период 2000-2020 годов доля ПА, требующих списания по моральному износу, возросла, в среднем по РФ, с 18-20% до 75-80%. При этом, в силу специфики применения ПА [1, 8], они, в значительной части к моменту времени списания (возраста в 15-20 лет [1, 6]), не вырабатывают ресурс до капитального ремонта (в среднем для разных образцов специальной пожарной техники на автомобильных шасси, 120-150 тыс. км [1]). Пробег за 15-20 лет эксплуатации для ПА с умеренной интенсивностью эксплуатации, как правило, не превышает 80-90 тыс. км, с высокой интенсивностью эксплуатации, – 140-150 тыс. км. Хорошо организованное планово-предупредительное техническое обслуживание и ремонт техники в специализированных центрах государственной противопожарной службы МЧС России, позволяет к 15-20 годам эксплуатации ПА сохранить требуемую функциональную их работоспособность и надежность аварийного реагирования на чрезвычайные ситуации [1, 6 – 8].

Уровень морального износа (срок эксплуатации) ПА сильно различается по регионам РФ [1, 6, 7]. Так, парк специальных пожарных автомобилей Архангельской области к 2020 году на 40 % состоял из ПА старше 20 лет [6] с бензиновыми карбюраторными и дизельными силовыми установками 0-го экологического класса. Близкая ситуация к 2020 году сложилась и в Красноярском Крае, большая часть парка ПА в котором с бензиновыми карбюраторными и дизельными поршневыми двигателями внутреннего сгорания не могла быть идентифицирована по принадлежности к экологическому классу (рис. 1).

Таким образом, современное техническое состояние силовых установок эксплуатируемого парка ПА с сохраняющейся высокой долей старой пожарной техники, имеющей низкий экологический класс, и появляющиеся тенденции ослабления экологических требований к производимым базовым автомобильным шасси [9], привели к нарушению

качества воздушной среды в местах применения ПА [3] и вызвали необходимость мобилизации научно-технического потенциала внутри системы МЧС России по повышению показателей их экологической безопасности в эксплуатации без изменения базовых конструкций поршневых двигателей.



- ПА с бензиновыми двигателями без экологического класса, выпущенные до 2006 года
- ПА с дизельными двигателями без экологического класса, выпущенные до 2006 года
- ПА с бензиновыми двигателями, имеющими экологический класс
- ПА с дизельными двигателями, имеющими экологический класс

Рис. 1. Распределение ПА по ГУ МЧС России в Красноярском крае по виду топлива и году производства [7]

Авторская концепция [5] выстраивалась и адаптировалась к условиям эксплуатации ПА в регионе Санкт-Петербурга на протяжении последних двадцати пяти лет. Она основана на комплексном применении в эксплуатации силовых установок ПА оригинальных методов и оборудования безразборной диагностики по анализу состава отработавших газов с устранением отказов топливной аппаратуры и других систем двигателя, водно-топливных микро-эмульсий (ВТЭ) специфического состава с устройствами их приготовления, каталитических нейтрализаторов-глушителей шума (КН) [3, 5, 8] и тепловых аккумуляторов фазового перехода [10]. Многолетними исследованиями и внедрением в производство и

эксплуатацию автор вместе с учениками доказали возможность повышения разработанными техническими и технологическими средствами уровень экологической безопасности силовых установок ПА не менее, чем на два экологических класса от существующего уровня (рис. 2), что полностью удовлетворяет требованиям нормативного документа [9] и соблюдения качества атмосферного воздуха в местах эксплуатации ПА [3]. Концепция основывалась на использовании новых знаний о кинетике и температурном режиме в пламени внутрицилиндрового процесса образования NO_x и твердых частиц сажи $\text{PM}_{2.5}$, полученных автором с помощью уникальной аппаратуры лазерной оптики [3].

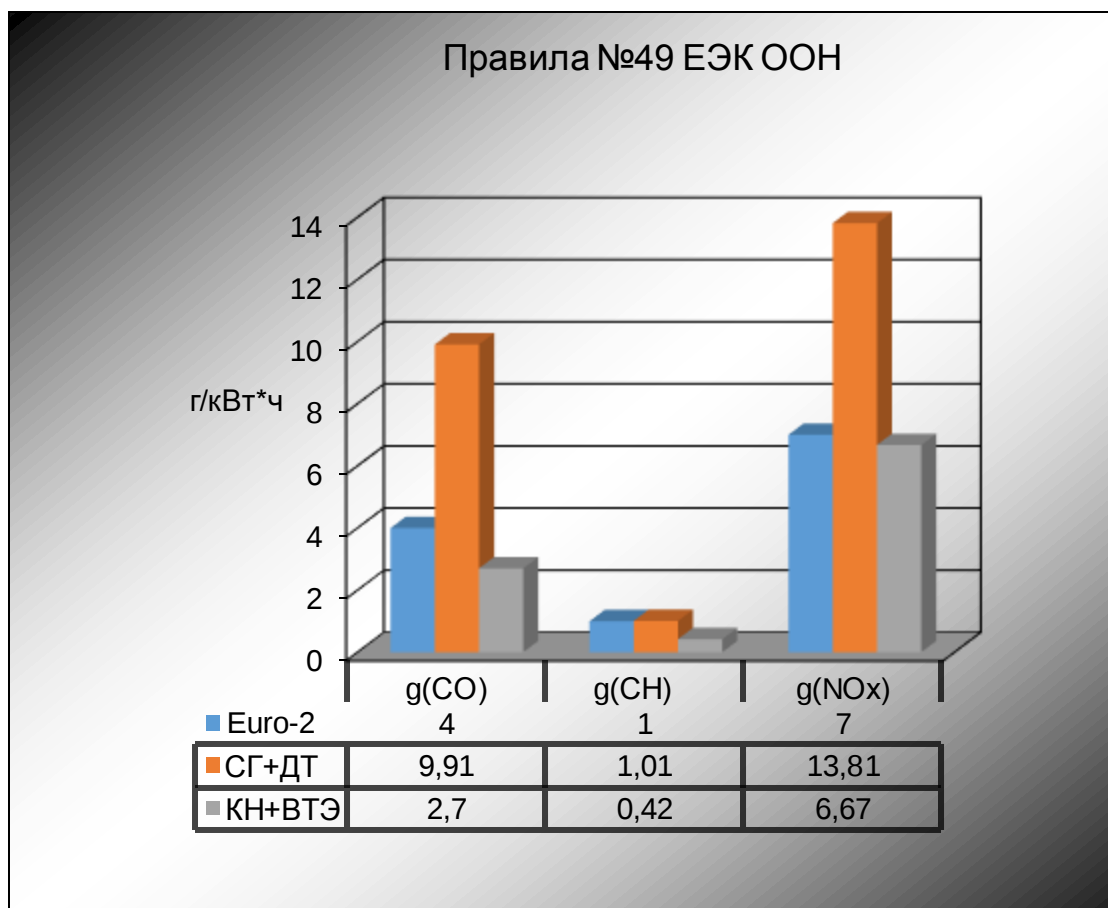


Рис. 2. Сравнительные испытания по процедурам [9] экологической эффективности применения дизеля Д21А1 при его работе на дизельном топливе со штатным глушителем шума (СГ+ДТ) и на водно-топливной микро-эмульсии ВТЭ оригинального состава с каталитическим нейтрализатором-глушителем шума (КН+ВТЭ)

Выводы

1. Предложена оригинальная научно обоснованная и проверенная на практике техническая концепция поддержания приемлемого экологического состояния машин специального назначения в РФ в условиях глобальных вызовов на примере ПА, эксплуатируемых в регионе Санкт-Петербурга.

2. Технические и технологические решения совместного применения каталитических нейтрализаторов и водно-топливных микро-эмульсий позволит поддерживать экологический уровень силовых установок ПА по CO, CH, NO_x, PM_{2.5}, не менее, чем на два экологических класса выше по сравнению с существующим уровнем.

3. Предлагаемые технические меры отвечают требованиям Постановления Правительства РФ от 15.06.2022 г. N 1269 «О внесении изменений в Правила применения обязательных требований в отношении отдельных колесных транспортных средств и проведения оценки их соответствия» [9].

Список источников

1. Логинов, В.И. Этапы и направления создания и производства пожарных автомобилей в современной России / В.И. Логинов, Д.Г. Мичудо, Н.В. Навценя, А.И. Пичугин, К.Ю. Яковенко // Пожарная безопасность. – 2022. – № 2 (103). – С. 51-59. DOI: [10.37657/vniipo.pb.2021.49.96.006](https://doi.org/10.37657/vniipo.pb.2021.49.96.006).
2. Wael K. Health of Planet and Our Responsibility. Climate Change, Air Pollution and Health / eBook, Springer, XXIII, 2020. – 417 s.
3. Ложкина, О.В. Контроль и прогнозирование эффективности управления чрезвычайным воздействием транспорта на городскую среду и население: монография / О.В. Ложкина, В.Н. Ложкин; под общей редакцией Б.В. Гавкалюка. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2020. – 220 с. ISBN 978-5-906765-66-6.
4. Weilenmann, M., Favez, J.-Y., Alvarez, R., 2009. Cold-start emissions of modern passenger cars at different low ambient temperatures and their evolution over vehicle legislation categories. Atmospheric Environment 43, 2419–2429. DOI:10.1016/j.atmosenv.2009.02.005.
5. Гавкалюк, Б.В. Теоретическая концепция контроля топливно-экономических параметров управляемого процесса горения в силовых агрегатах пожарных машин / Б.В.

Гавкалюк, В.Н. Ложкин // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2020. – № 1 (53). – С. 65–71.

6. Филановский, А.М. Обзор специальных пожарных автомобилей пожарно-спасательного гарнизона Архангельской области / А.М. Филановский, Е.С. Иванова, М.С. Бесков // Проблемы управления рисками в техносфере. – 2022. – №1 (61). – С. 126–135.

7. Сацук, И.В. Закономерности распределения и технического состояния эксплуатируемых пожарных автомобилей по показателям конструктивной безопасности силовых установок / И.В. Сацук // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2022. – №2. – С. 31–38. doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2022.27.97.004.

8. Саватеев, А.И. Модификация систем выпуска отработавших газов пожарных автомобилей, разогреваемыми каталитическими конверторами: дисс. ... канд. техн. наук : 05.26.03 : защищена 24.05.2002 : утв. 12.11.2002 / Саватеев Алексей Иванович. – СПб., 2002. – 163 с.

9. Постановление Правительства РФ от 15.06.2022 г. N 1269 «О внесении изменений в Правила применения обязательных требований в отношении отдельных колесных транспортных средств и проведения оценки их соответствия» [Электронный ресурс]. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202207180029> (дата обращения: 10.02.2023).

10. Lozhkin, V.N. Catalytic Converter with Storage Device of Exhaust Gas Heat for City Bus / V. Lozhkin, O. Lozhkina // Transportation Research Procedia. – 2017. – V. 20. – P. 412–417. DOI:10.1016/j.trpro.2017.01.067.

References

1. Loginov V.I., Michudo D.G., Navtsenya N.V., Pichugin A.I., Yakovenko K.YU. *Pozharnaya bezopasnost'*, 2022, no. 2 (103), pp. 51–59.

2. Wael K. *Health of Planet and Our Responsibility. Climate Change, Air Pollution and Health* eBook, Springer, XXIII, 2020, 417 p.

3. Lozhkina O.V., Lozhkin V.N. editor Gavkalyuk B.V. *Kontrol' i prognozirovaniye effektivnosti upravleniya chrezvychaynym vozdeystviyem transporta na gorodskuyu sredu i naseleniye* (Monitoring and forecasting the effectiveness of state of extreme influence of transport on the urban environment and population), Sankt-Peterburg, Sankt-Peterburgskiy universitet GPS MCHS Rossii, 2020, 220 p.

4. Weilenmann, M., Favez, J.-Y., Alvarez, R. *Atmospheric Environment*, 2009, no. 43, pp. 2419–2429.

5. Gavkalyuk B.V., Lozhkin V.N. *Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere*, 2020, no.1 (53), pp. 65–71.

6. Filanovskiy A.M., Ivanova Ye.S., Beskov M.S. *Problemy upravleniya riskami v tekhnosfere*, 2022, no.1 (61), pp. 126–135.

7. Satsuk I.V. *Sibirskiy pozharno-spasatel'nyy vestnik*, 2022, no.2, pp. 31–38.
8. Savateyev, A.I. *Modifikatsiya sistem vypuska otrabotavshikh gazov pozharnykh avtomobiley, razogrevayemykh kataliticheskimi konvertorami* (Modification of exhaust gas systems of fire trucks, heated by catalytic converters), Ph.D, SPb., 2002, 163 p.
9. О внесении изменений в Правила применения обязанностей водителей транспортных средств в отношении отдельных транспортных средств и проведения их осмотра. Постановление правительства Российской Федерации от 15.06.2022, № 1269 (On Measures of State Support. Decree of Russian Federation of 15.06.2022 no. 1269), Moscow, 2022.
10. Lozhkina, O.V., Lozhkin, V.N. *Transportation Research Procedia*, 2017, V. 20, pp. 412–417.

Статья опубликована по итогам международной научно-технической конференции «10-е Луканинские чтения. Проблемы и перспективы развития автотранспортного комплекса».

Рецензент: О.В. Ложкина, д-р техн. наук, канд. хим. наук, проф., Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Информация об авторе

Ложкин Владимир Николаевич, д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Information about the authors

Lozhkin Vladimir N., Dr. Sc., professor, Saint Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

Статья поступила в редакцию 11.02.2023; одобрена после рецензирования 13.02.2023; принята к публикации 14.03.2023.

The article was submitted 11.02.2023; approved after reviewing 13.02.2023; accepted for publication 14.03.2023.