

УДК 621.436

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА В АВТОТРАКТОРНУЮ ТЕХНИКУ ЧЕРЕЗ ОЗОНАТОР

Вадим Геннадьевич Кубасов¹

аспирант

vgkubasov@yandex.ru

Иван Сергеевич Филатов²

кандидат технических наук, доцент

ridder@mail.ru

Дмитрий Вячеславович Никитин^{1,3}

кандидат технических наук, доцент

vacuum2008@yandex.ru

¹Тамбовский государственный технический университет

²Приборостроительный колледж

г. Тамбов, Россия

³Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье рассматривается применение озона для повышения эффективности дизельных двигателей автотракторной техники. Обоснована актуальность применения озона, рассмотрены преимущества озонирования воздушной смеси. Представлена концепция разработки системы подачи дизельного топлива через озонатор, учитывающая требования эффективности сгорания, экологичности и надежности.

Ключевые слова: озон, дизельный двигатель, озонирование, топливо, эффективность, экология, конструкция, автотракторная техника.

Современное сельское хозяйство сталкивается с рядом взаимосвязанных вызовов, включая необходимость повышения эффективности производства, снижения затрат и минимизации негативного воздействия на окружающую среду. Одним из ключевых факторов, влияющих на эти аспекты, является эксплуатация автотракторной техники, значительная часть которой оснащена дизельными двигателями внутреннего сгорания (ДВС). Несмотря на свою экономичность и высокую мощность, дизельные ДВС вносят существенный вклад в загрязнение атмосферы выбросами вредных веществ, таких как оксиды азота (NO_x), оксид углерода (CO), несгоревшие углеводороды (CH) и твердые частицы (PM) [1].

Одним из перспективных направлений повышения экологической безопасности и эффективности работы дизельных ДВС является использование озонирования воздушной смеси [2, 3]. Озон (O_3), являясь сильным окислителем, способен интенсифицировать процесс сгорания топлива, что приводит к более полному его окислению и снижению концентрации вредных веществ в отработавших газах.

Многочисленные исследования показывают, что добавление небольших концентраций озона в воздушный поток, поступающий в цилиндры дизельного двигателя, может значительно улучшить процесс смесеобразования и сгорания, приводя к следующим положительным эффектам [4, 5, 6]:

- снижение выбросов NO_x за счет уменьшения локальных температурных пиков в процессе сгорания;
- снижение выбросов CO и CH в результате более полного окисления топлива;
- сокращение выбросов твердых частиц (сажи) благодаря улучшению условий для их окисления;
- повышение мощности и крутящего момента двигателя;
- снижение удельного расхода топлива.

Несмотря на очевидные преимущества, широкое распространение технологии озонации дизельного топлива в автотракторной технике сдерживается рядом факторов, включая отсутствие надежных и эффективных систем подачи озона, а также недостаточную изученность влияния озона на долговечность и надежность двигателя. Существующие системы озоновоздушной подготовки, как правило, отличаются сложностью конструкции, высокой стоимостью и низкой надежностью.

В этой связи разработка эффективной, надежной и экономически целесообразной системы подачи дизельного топлива в автотракторную технику через озонатор является актуальной и востребованной задачей, решение которой позволит существенно повысить экологическую безопасность и экономическую эффективность сельскохозяйственного производства.

Опираясь на анализ существующих систем озоновоздушной подготовки топлива и учитывая опыт, накопленный сотрудниками кафедры «Механика и инженерная графика» Тамбовского государственного технического университета в разработке малогабаритных озонаторов для автотракторных ДВС, предлагается концепция системы подачи дизельного топлива в автотракторную технику через озонатор, ориентированная на интеграцию технологических решений и адаптацию к специфическим условиям эксплуатации сельскохозяйственной техники.

В основу разработки положен принцип модульности и масштабируемости, позволяющий адаптировать систему к различным типам дизельных двигателей и условиям работы. Предлагаемая система предусматривает использование малогабаритного озонатора [7], но с оптимизированными характеристиками.

При разработке конструкции системы подачи дизельного топлива через озонатор будут учитываться следующие критерии:

1. Эффективность озонирования – система должна обеспечивать оптимальную концентрацию озона в воздушной смеси, необходимую для

повышения эффективности сгорания дизельного топлива и снижения выбросов вредных веществ.

2. Безопасность – система должна быть герметичной и обеспечивать предотвращение утечек озона в окружающую среду. Конструкция системы должна исключать возможность взрыва или возгорания.

3. Надежность и долговечность – система должна быть устойчивой к воздействию агрессивных сред, таких как дизельное топливо, озон и высокие температуры. Используемые материалы и компоненты должны обеспечивать длительный срок службы системы.

4. Экономическая целесообразность – система должна быть экономически выгодной в производстве и эксплуатации. Стоимость системы должна быть сопоставима с затратами на другие методы повышения эффективности и снижения выбросов дизельных двигателей.

5. Удобство обслуживания – система должна быть простой в обслуживании и ремонте. Конструкция системы должна обеспечивать легкий доступ к компонентам, требующим периодической замены или обслуживания.

6. Адаптируемость – система должна быть адаптируемой к различным типам дизельных двигателей и условиям работы. Конструкция системы должна предусматривать возможность регулировки.

Оптимизация подачи озона в двигатели внутреннего сгорания представляет собой задачу, требующую учета множества факторов, включая эффективность смешивания, сложность реализации и стоимость. Непосредственная инжекция во впускной коллектор, обеспечивая наилучшее воздействие на процесс сгорания, требует более сложной и дорогостоящей системы. В то время как подача озона в воздушный фильтр является более простой в реализации, она уступает по эффективности.

Дальнейшие исследования и разработки направлены на поиск оптимальных решений, сочетающих высокую эффективность и экономическую целесообразность, а также на изучение возможности применения новых, более

перспективных методов подачи озона, таких как непосредственная инжекция в камеру сгорания.

Список литературы:

1. Проектирование адаптивной системы озонирования воздуха для двигателей внутреннего сгорания / А. Н. Притула, А. Л. Береснев, Н. К. Полуянович, М. А. Соловьев // Молодой ученый. 2013. № 1. С. 14-17.
2. Таранов М. А., Гуляев П. В., Попов М. Ю. Результаты экспериментального исследования влияния озоновоздушной смеси на работу дизельного двигателя внутреннего сгорания // Вестник аграрной науки Дона. 2018. № S4. С. 28-33.
3. Сударкин В. Н. Результаты эксплуатации ДВС с системой озонирования топливовоздушной смеси // АгроЭкоИнфо. 2023. № 3(57).
4. Prajwowski K, Osipowicz T., Mozga Ł. Effect of ozone addition on working parameters of diesel engine. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 421. 042066. 10.1088/1757-899X/421/4/042066.
5. T. Tachibana, K. Hirata, H. Nishida, H. Osada, Effect of ozone on combustion of compression ignition engines, Combustion and Flame, Volume 85, Issues 3–4, 1991, Pages 515-519.
6. D'Amato M., Cantiani A., Basso A. et al. A numerical investigation of the influence of ozone on combustion to improve the performance of spark ignition engines. Energy Efficiency 17, 23 (2024). <https://doi.org/10.1007/s12053-024-10209-w>.
7. Патент № 2755686 С1 Российская Федерация, МПК А61L 9/015. Малогабаритный универсальный озонатор: № 2021105952: заявл. 09.03.2021: опубл. 20.09.2021 / И. С. Филатов, Ю. В. Родионов, А. Е. Ломовских и др.; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет».

UDC 621.436

**DEVELOPMENT OF A DESIGN OF A SYSTEM FOR SUPPLYING
DIESEL FUEL TO AUTOMOTIVE AND TRACTOR EQUIPMENT
THROUGH AN OZONIZER**

Vadim G. Kubasov¹

postgraduate student

vgkubasov@yandex.ru

Ivan S. Filatov²

candidate of technical sciences, associate professor

ridder@mail.ru

Dmitry V. Nikitin^{1,3}

candidate of technical sciences, associate professor

vacuum2008@yandex.ru

¹Tambov State Technical University

²Instrument-Making College

Tambov, Russia

³Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Abstract. The article discusses the use of ozone to improve the efficiency of diesel engines of automotive and tractor equipment. The relevance of ozone application is substantiated, the advantages of air mixture ozonation are considered. The concept of developing a diesel fuel supply system through an ozonizer is presented, taking into account the requirements for combustion efficiency, environmental friendliness and reliability.

Keywords: Ozone, diesel engine, ozonation, fuel, efficiency, ecology, design, automotive and tractor equipment.

Статья поступила в редакцию 30.04.2025; одобрена после рецензирования 20.06.2025; принята к публикации 30.06.2025.

The article was submitted 30.04.2025; approved after reviewing 20.06.2025; accepted for publication 30.06.2025.