

С.М. Салий¹, П.К. Поливанов¹, Н.М. Молдазым¹,
К.М. Стахнов² Г.П. Рысбаева¹

¹Пограничная академия Комитета национальной безопасности РПК, Алматы, Казахстан

² Учреждение «Центр научных и научно-технических исследований «National Security»,
Алматы, Казахстан

E-mail: salii70@mail.ru

НЕЙТРАЛИЗАТОР ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ: ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ (АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНОГО ОПЫТА)

Аннотация. В статье дан анализ важнейшим аспектам теории и практики российского двигателестроения, а именно – состоянию и перспективам одного из основных направлений снижения токсичности отработавших газов автотранспорта на окружающую среду: внедрение в выхлопную систему автомобиля каталитических нейтрализаторов, а также проведена оценка их достоинств и недостатков.

Ключевые слова. Отработавшие газы, каталитический нейтрализатор, двигатель внутреннего сгорания, загрязнение атмосферного воздуха, вредное воздействие, экологическая безопасность.

Введение.

Объективное эволюционное развитие человечества детерминируют все возрастающую роль влияние антропогенного фактора на окружающий мир. Приходится констатировать, что все чаще это воздействие несет за собой непоправимые негативные последствия, нарушает экологическую устойчивость и, в конечном итоге, представляет опасность здоровью населения и целостности экосистемы планеты в целом и отдельных регионов, в частности. Как отметил в своем недавнем выступлении на открытии второй сессии Парламента страны президент Казахстана К.-Ж.Токаев: «Сегодня в глобальной экономике и международном разделении труда происходят фундаментальные сдвиги. Набирает обороты технологическая гонка, повсеместно обостряется конкуренция за ресурсы. В высшей степени актуализировались проблемы изменения климата, продовольственной безопасности, устойчивого демографического развития. Одним словом, человечество вступило в очередную эпоху беспрецедентных вызовов и кардинальных перемен» [1].

Материалы и методы.

Постановка проблемы. В числе реальных экологических угроз республики, наряду с проблемами Арала и Каспия, трагического наследия Семипалатинского ядерного полигона и др., немаловажное место занимает проблема загрязнения воздушного бассейна республики. Более того, в Национальном докладе о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов за 2021 год общий обзор экосистемы страны начинается именно с анализа состояния атмосферного воздуха Казахстана, в котором прямо указано, что главными источниками его загрязнения в населенных пунктах являются промышленные предприятия и автомобильный транспорт, а бензин и дизельное топливо включены в список основных загрязнителей. Загруженность автодорог городским транспортом, а также полифракционность выхлопа бензинового и дизельного топлива

автотранспорта составляют, в совокупности, от 40 до 60% общего загрязнения воздушного пространства страны [2]. Помимо химического и теплового загрязнения, колесный транспорт также является источником шума и вибрации.

В ряде стран мира, таких как США, Япония, Скандинавские страны, страны ЕЭК ООН, Российская Федерация законодательством введены ограничения на выбросы токсичных веществ автомобильным транспортом. Поэтому, наряду с улучшением технико-экономических показателей работы транспорта, уменьшение загрязнения и снижение выбросов вредных веществ в окружающую среду становится одной из важнейших проблем государства. Функционирование автомобильного транспорта с одной стороны, определяет необходимость потребления природноэнергетических ресурсов, но с другой стороны способствует тому, что в окружающую среду поступают различные загрязняющие вещества и отходы производственной деятельности, тем самым нанося экологический ущерб природе. В масштабах страны, выбросы загрязняющих веществ от работы автомобильного транспорта достигают порядка 43% от 11 общего объема загрязняющих веществ, создаваемых всеми техногенными источниками. Загрязнение атмосферы автотранспортными средствами происходит в большей степени отработавшими газами через выпускную систему автомобильного двигателя, а также, в меньшей степени, картерными газами через систему вентиляции картера двигателя. Химический состав выбросов зависит от вида и качества топлива, технологии производства, способа сжигания в двигателе и его технического состояния [3].

И, наконец, следует отметить, что все каталитические нейтрализаторы, монтируемые в выпускную систему, независимо от конструкции, увеличивают противодавление на выпуске, что приводит к увеличению работы насосных ходов и снижению эффективной мощности двигателя на 8...15%. Основным недостатком каталитических нейтрализаторов является неэффективная их работа в диапазоне низких температур ОГ. В связи с этим были разработаны устройства, состоящие из пламенного и каталитического нейтрализаторов [3].

Экологический ущерб от эксплуатации автотранспортных средств обусловлен токсичными выбросами. Ежегодно автотранспортными средствами выбрасывается в атмосферу более миллионов тонн различных загрязняющих веществ. Такая эксплуатация приводит к непроизводительному расходу топлива и увеличению выброса в атмосферу загрязняющих веществ. Являясь крупнейшим потребителем природного топлива, автотранспорт существенно влияет на увеличение концентрации CO_2 в атмосфере углекислого газа и, тем самым, влияет на процесс глобального потепления климата в мире.

Состав отработавших газов ДВС зависит от вида используемого топлива и присадок к нему, типа организации и совершенства рабочего процесса, условий эксплуатации, технического состояния и т.д. Наибольшее количество загрязняющих веществ образуется при сгорании бензина и дизельного топлива. Их замещение альтернативными видами моторного топлива (например, газом) позволяет решить сразу две задачи:

- снизить экологическую опасность автомобилей;
- сократить использование нефти, так как на потребности автомобильного транспорта тратится более 50 % от общего количества её добычи [3].

По данным исследований по количеству выбросов наиболее опасных загрязняющих веществ лидирует бензиновый двигатель (рисунок 1). На рисунке представлены данные по содержанию загрязняющих веществ в отработавших газах ДВС, работающих на различных видах топлива. За 100 % приняты выбросы бензинового двигателя. Исключение составляет сажа, максимальный выброс которой характерен для дизельного ДВС, на графике для него её выброс принят за 100 %. составе отработавших

газов двигателей внутреннего сгорания (ДВС) содержатся сотни вредных компонентов, однако наиболее существенными являются: оксид углерода (CO), углеводороды (СН), оксиды азота (NO_x), твердые частицы (ТЧ), соединения свинца (Pb) и серы (SO₂), альдегиды, а также канцерогенные вещества. Важное значение начинает приобретать загрязнение атмосферы диоксидом углерода (CO₂), в больших количествах содержащимся в отработавших газах автомобилей. Этот газ играет основную роль в формировании парникового эффекта планеты - явления, устранение которого в настоящее время стало глобальной проблемой [3].

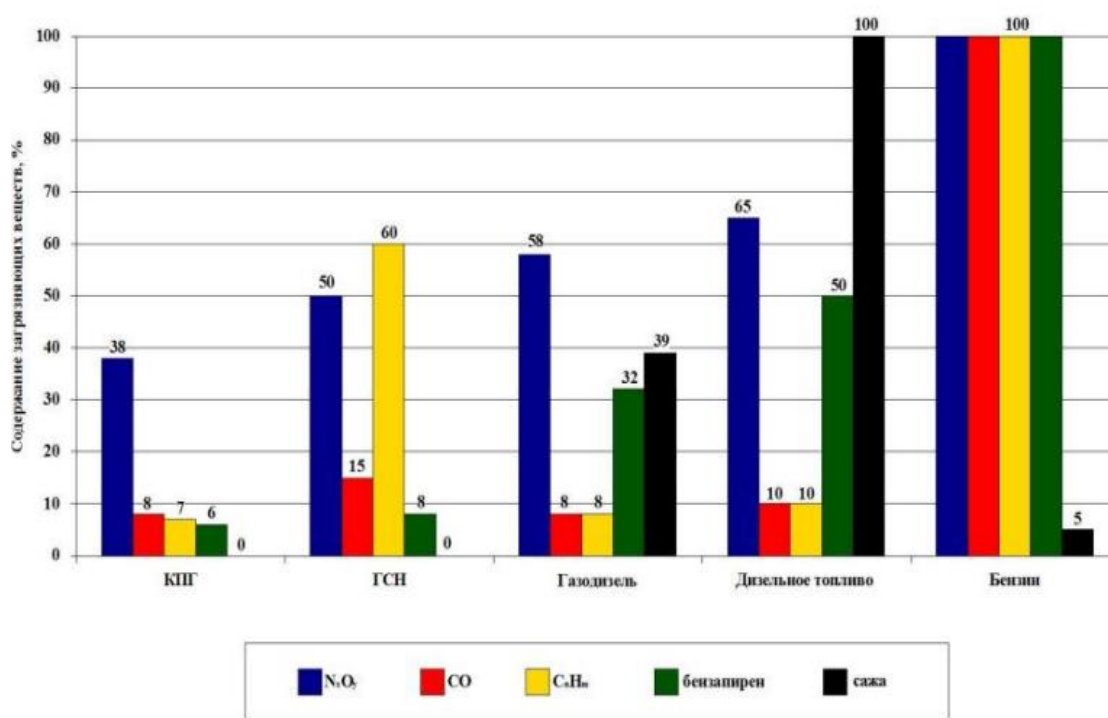


Рисунок 1 - Содержание загрязняющих веществ в отработавших газах ДВС , работающих на различных видах топлива [3]

Загрязнение атмосферы автотранспортными средствами происходит в большей степени отработавшими газами через выпускную систему автомобильного двигателя, а также, в меньшей степени, картерными газами через систему вентиляции картера двигателя. Химический состав выбросов зависит от вида и качества топлива, технологии производства, способа сжигания в двигателе и его технического состояния.

Данные факты детерминируют высокую степень актуальности разновекторной и многокомпонентной научно-технической задачи снижения вредного воздействия использования поршневых двигателей внутреннего сгорания на человечество и общепланетарную экосистему для отечественного и зарубежного двигателестроения.

Методологическая база статьи представлена совокупностью обще- и специально-научных методов. В ее основу положены системный подход, комплексный и сравнительный анализ основных достижений российских теоретиков и практиков автопрома.

Цель статьи. Систематизация и обобщение состояния и перспектив развития теории и практики российского двигателестроения в направлении снижения вредного воздействия отработавших газов, для поиска путей по разработке и оптимизации эффективных технических средств, повышающих экологическую безопасность двигателей внутреннего сгорания.

Результаты и обсуждения.

Законодательства многих стран направлено на ужесточение экологических требований, соответственно, снижение токсичности отработавших газов двигателей внутреннего сгорания, уменьшение уровня шума их работы сегодня находятся в проблемном поле ученых и практиков-изобретателей различных стран. Совершенствование экологического контроля автотранспортных средств связано в первую очередь с работоспособностью бортовых диагностических систем автомобиля в эксплуатации и системы каталитической нейтрализации. Прогрессирующее ухудшение экологии атмосферы и рост мирового автомобильного парка заставляют правительства разных стран принимать законодательные ограничения на выброс вредных веществ с отработавшими газами автомобилей.

За последние десять лет предельно допустимые нормы на выброс вредных веществ автотранспортными средствами в Европе были уменьшены в несколько раз. По имеющимся статистическим данным в Соединенных Штатах Америки введение в стране радикальных экологических требований к колесному транспорту за последнее десятилетие позволило государству сохранить не менее 28 000 человеческих жизней. Для выполнения этих норм в автомобиле устанавливается система нейтрализации отработавших газов. Она представляет собой совокупность устройств, включающую в себя каталитический нейтрализатор и функционально связанные с ним датчики и управляющие системы, обеспечивающую снижение выбросов загрязняющих веществ с отработавшими газами при работе двигателя в различных режимах [4]. Системы нейтрализации выхлопных газов автомобилей впервые применены в США в 1974 г. Они прошли долгий путь развития и на сегодняшний день являются одним из самых эффективных способов уменьшения токсичных выбросов автомобилей. На первом этапе применялись нейтрализаторы окислительного типа. Они существенно снижали выбросы CO и CH, при неизменных выбросах NOx. Данный тип нейтрализатора широко использовался до середины 80-х годов. Ужесточение требований к более токсичным выбросам автомобиля, оксидам азота, привело к созданию окислительно-восстановительного нейтрализатора [5]. В диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук В.А. Стрельников утверждает, что в настоящее время в результате хозяйственной деятельности человека во многих регионах России сложилась весьма тяжелая экологическая обстановка, и реновация традиционных экосистем страны осуществляется крайне медленно. «Одним из главных источников загрязнения атмосферы является автотракторная техника. В целом ее доля превышает 60% от общего объема выбросов загрязняющих веществ. ... Величина ежегодного экологического ущерба от функционирования транспортного комплекса РФ составляет 3,4 миллиарда долларов США или около 1,5% валового национального продукта России». В результате этого, в настоящее время во многих регионах РФ сложилась крайне сложная экологическая обстановка, обусловленная тем, что масштабы хозяйственной деятельности человека формируют существенное превышение допустимых экологических нагрузок на природные комплексы, а восстановление нарушенных геосистем происходит крайне медленно [6]. Приоритетными направлениями уменьшения негативного воздействия колесного транспорта на экологическую систему являются следующие:

- снижение потребления материальных ресурсов при производстве автомобиля;
- совершенствование процессов смесеобразования и сгорания топлива;
- совершенствование конструкции автомобилей;
- нейтрализация отработавших газов;
- применение альтернативных видов топлива;
- повышение топливной экономичности и экологичности автомобилей в процессе технического обслуживания, эксплуатации и др.» [7].

Так, например, д.т.н. Ю.А. Шапошниковым разработан вариант решения данной научно-технической задачи с учетом множества факторов и были сформулированы как научные подходы к конструктивному совершенствованию и техническому состоянию двигателей внутреннего сгорания колесного транспорта, так и практические рекомендации в указанном проблемном поле. Он получил новые результаты экспериментальных исследований и опыта внедрения систем формирования многокомпонентного топлива, нейтрализации и утилизации тепловой энергии ОГ применительно к условиям эксплуатации [8].

По авторитетному мнению, ряда российских исследователей, de-facto, все технические решения проблемы снижения отработанных газов, уменьшения уровня их шумов неизбежно сопровождаются различными негативными последствиями. Наиболее эффективным на современном этапе и перспективным в ближайшем обозримом будущем будет установка специальных устройств/систем на выпускном коллекторе или непосредственно за ним для нейтрализации и фильтрации отработанных газов на автотранспорте, который впервые был применен еще в 1975 году в Соединенных Штатах Америки [9-11].

Аналитический обзор широкого круга средств и способов снижения вредного воздействия отработавших газов колесным транспортом на дизельном топливе находится в центре внимания таких ученых, как В.Л. Аксенов, И.С. Бреховских, И.Л. Варшавский, В.А. Лиханов, В.А. Звонов, П.Д. Лупачев, В.Ф. Некрашевич, В.Д. Дудышев и др. По их совокупному мнению, жидкостные нейтрализаторы в выпускной системе дизеля имеет ряд несомненных преимуществ экологического порядка.

На сегодня российское двигателестроение уже имеет достаточный опыт и проектирование каталитических нейтрализаторов, у которых от одной до трех ступеней очистки отработавших газов, по сути своей, автопромом поставлено на поток и состоит из следующих этапов:

- постановка целей проектирования;
- постановка задач проектирования;
- выбор способа их решения;
- создание математической модели проектируемого каталитического нейтрализатора;
- проведение на ней исследования по подбору параметров для проектирования;
- разработка конструкции каталитического нейтрализатора и создание опытных образцов;
- проведение испытания разработанных фильтров на установках с дизелями по определению эффективности применения каталитического нейтрализатора;
- создание опытной промышленной партии каталитических нейтрализаторов и проведение ее апробирования на транспорте [12-14].

Другой российский ученый – С.Л. Беседин – сосредоточил свой научный интерес на создании действенных средств каталитической очистки отработавших газов. Помимо этого, им были также определены методы оценки результативности уменьшения вредных выбросов [15]. Запатентованные решения по разработке системы влажной очистки отработавших газов и снижении уровня шума работы дизеля мобильного энергетического средства за счет установки вместо штатной системы выпуска жидкостного нейтрализатора были предложены к.т.н. Д.С. Олейником [16].

Вышеотмеченное позволяет констатировать, что разработка специальных устройств/систем, обеспечивающих снижение негативного воздействия отработавших газов и уровня шумов и вибраций, является злободневной, глобальной и многокомпонентной задачей.

Заключение.

Подводя обобщенные итоги проведенного краткого анализа достижений российского автопрома в обозначенной проблемной сфере, следует констатировать следующее:

- российские ученые и практики-изобретатели основное внимание сконцентрировали на разработке и совершенствовании моделей каталитических нейтрализаторов для двигателей внутреннего сгорания;

- к несомненным общим достоинствам каталитических нейтрализаторов относятся следующие характеристики: снижение токсичности отработавших газов, приведение показателя выброса вредных веществ к экологически допустимым нормам, при применении в комплексе с датчиком кислорода значительно сокращает расход топлива, легко подлежит замене в случае поломки;

- недостатками каталитического нейтрализатора являются: большая себестоимость, чувствительность к высоким температурам, термические напряжения и выход из строя при быстром нагреве, низкая эффективность удаления несгоревших углеводородов, особенно дизельными двигателями.

- de-facto, реально высокую, до 90% степень очистки отработавших газов выдают лишь нейтрализаторы с комплексным покрытием – платина, палладий и родий. Вместе с тем, им присущи и все вышеперечисленные недостатки;

- активно разрабатываемые и внедряемые в производство металлооксидные системы на сегодня показывают существенно ниже степень очистки отработавших газов.

Исходя из вышеизложенного, для обеспечения экологической безопасности Республики Казахстан как имманентного элемента общенациональной системы безопасности, необходимо также формировать комплекс мер, направленных на снижение возникновения экологических угроз, в том числе и как следствие использования автотранспортных средств. Совершенствование транспортной системы, внедрение новых технологий, сокращение вредного воздействия на окружающую среду, формирование «зеленых», экопозитивных социокультурных стереотипов на государственном уровне позволит сохранить и преумножить уникальные природные ресурсы страны.

Благодарность. Статья подготовлена в рамках исследования, финансируемого Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (Грант № BR218010/0222).

ЛИТЕРАТУРА

[1] Послание Главы государства Касым-Жомарта Токаева народу Казахстана «Экономический курс Справедливого Казахстана». URL: <https://www.akorda.kz/ru/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-ekonomicheskij-kurs-spravedlivogo-kazahstana-18588> (дата обращения 06.09.2023).

[2] Национальный доклад о состоянии окружающей среды и об использовании природных ресурсов Республики Казахстан за 2021 год. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/ecogeo/documents/details/383692?lang=ru> (дата обращения 27.10.2023).

[3] В.Н. Никишин, Е.П. Барыльникова. Обеспечение экологической безопасности автотранспортного комплекса: учебное пособие.- Набережные Челны, 2019.-232 с.

[4] Соломин В.А., Шабанов А.В., Шабанов А.А., Килюшник В.М., Младенский А.В. К вопросу повышения эффективности работы каталитического нейтрализатора // Известия МГТУ «МАМИ». - 2017. - Т. 11. - №1. - С. 63-71.4.

[5] Ahmad Robiul Awal Udin, Dwi Djoko, Moch. Irwan Nari. Design of portable catalytic converter with temperature control based on ARDUINO for waste gas diesel engine. (дата обращения 22.10.2023).

[6] Стрельников В.А. Повышение экологической безопасности автотракторных дизелей путем разработки и совершенствования методов и технических средств очистки отработавших газов. Автореф. дисс. д.т.н. URL: <https://www.dissercat.com/content/povyshenie-ekologicheskoi-bezopasnosti-avtotraktornykh-dizelei-putem-razrabotki-i-sovershens> (дата обращения 10.10.2023).

[7] Тихонов А.Р., Шаповалов Д.А. Каталитические нейтрализаторы отработавших газов. Достоинства и недостатки. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kataliticheskie-neytralizatory-otrabotavshih-gazov-dostoinstva-i-nedostatki> (дата обращения 10.10.2023).

[8] Шапошников Ю.А. Методология повышения экологической безопасности двигателей автотранспортных средств в условиях эксплуатации. Автореф. дисс. д.т.н. URL: <https://www.dissercat.com/content/metodologiya-povysheniya-ekologicheskoi-bezopasnosti-dvigateli-avtotransportnykh-sredstv-v> (дата обращения 22.10.2023).

[9] Вахламов В.К. Автомобили. Основы конструкции. М.: Издательский центр «Академия», 2008. - 528 с.

[10] Власов Ю.П., Элькин Ю.И. Роль каталитических нейтрализаторов отработавших газов в снижении негативного влияния легкового транспорта на окружающую среду. URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018007608> (дата обращения 22.10.2023).

[11] Кириллов Н.Г. Проблемы экологии автомобильного транспорта России. URL: <https://ecoguild.narod.ru/docs/2004avtoeco.htm> (дата обращения 22.10.2023).

[12] Аксеенко В.Д. Пути снижения степени отрицательного воздействия тракторной и другой мобильной сельскохозяйственной техники на окружающую среду / В.Д. Аксеенко, В.М. Свиридов, А.И. Винокурова. Обзор – М.: ЦНИИТЭИ тракторсельхозмаш, серия 1. вып.5, 1984 – 57с.

[13] Новоселов А.Л. Совершенствование очистки отработавших газов дизелей на основе СВС – материалов / А.Л. Новоселов, В.И. Пролубников, Н.П. Тубалов. – Новосибирск: Наука, 2002. – 96 с.

[14] Новоселов А.Л., Шуцкая Л.С. Методика проектирования каталитических нейтрализаторов для дизельных двигателей. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-proektirovaniya-kataliticheskikh-neytralizatorov-dlya-dizelnykh-dvigatelay> (дата обращения 22.10.2023).

[15] Беседин С.Л. Совершенствование экологических характеристик дизелей методом каталитической очистки отработавших газов. Автореф. диссер. к.т.н. URL: <https://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-ekologicheskikh-kharakteristik-dizelei-metodom-kataliticheskoi-ochistki-o> (дата обращения 12.10.2023).

[16] Олейник Д.О. Способ и устройство снижения токсичности отработавших газов дизельных двигателей. Автореф. дисс. к.т.н. URL: <https://www.dissercat.com/content/sposob-i-ustroystvo-snizheniya-toksichnosti-otrabotavshikh-gazov-dizelnykh-dvigatelay> (дата обращения 11.10.2023).

REFERENCES*

[1] Poslanie Glavy gosudarstva Kasym-Zhomarta Tokaeva narodu Kazahstana «Jekonomicheskij kurs Spravedlivogo Kazahstana». URL: <https://www.akorda.kz/ru/poslanie-glavy-gosudarstva-kasym-zhomarta-tokaeva-narodu-kazahstana-ekonomicheskij-kurs-spravedlivogo-kazahstana-18588> (data obrashhenija 06.09.2023).

[2] Nacional'nyj doklad o sostojanii okruzhajushhej sredy i ob ispol'zovanii prirodnyh resursov Respubliki Kazahstan za 2021 god. URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/ecogeo/documents/details/383692?lang=ru> (data obrashhenija 27.10.2023).

[3] V.N. Nikishin, E.P. Baryl'nikova. Obespechenie jekologicheskoy bezopasnosti avtotransportnogo kompleksa: uchebnoe posobie.- Naberezhnye Chelny, 2019.-232 s.

[4] Solomin V.A., Shabanov A.V., Shabanov A.A., Kiljushnik V.M., Mladenskij A.V. K voprosu povysheniya jeffektivnosti raboty kataliticheskogo nejtralizatora // Izvestija MGTU "MAMI". - 2017. - T. 11. - №1. - С. 63-71.4.

[5] Ahmad Robiul Awal Udin, Dwi Djoko, Moch. Irwan Nari. Design of portable catalytic converter with temperature control based on ARDUINO for waste gas diesel engine. (data obrashhenija 22.10.2023).

[6] Strel'nikov V.A. Povyshenie jekologicheskoy bezopasnosti avtotraktornykh dizelej putem razrabotki i sovershenstvovaniya metodov i tehnicheskikh sredstv ochistki otrabotavshih gazov. Avtoref. diss. d.t.n. URL: <https://www.dissercat.com/content/povyshenie-ekologicheskoi-bezopasnosti-avtotraktornykh-dizelei-putem-razrabotki-i-sovershens> (data obrashhenija 10.10.2023).

[7] Tihonov A.R., Shapovalov D.A. Kataliticheskie nejtralizatory otrabotavshih gazov. Dostoinstva i nedostatki. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kataliticheskie-neytralizatory-otrabotavshih-gazov-dostoinstva-i-nyedostatki> (data obrashhenija 10.10.2023).

[8] Shaposhnikov Ju.A. Metodologija povysheniya jekologicheskoy bezopasnosti dvigatelej avtotransportnykh sredstv v uslovijah jekspluatacii. Avtoref. diss. d.t.n. URL: <https://www.dissercat.com/content/metodologiya-povysheniya-ekologicheskoi-bezopasnosti-dvigateli-avtotransportnykh-sredstv-v-> (data obrashhenija 22.10.2023).

[9] Vahlamov V.K. Avtomobili. Osnovy konstrukcii. M.: Izdatel'skij centr «Akademija», 2008. - 528 s.

[10] Vlasov Ju.P., Jel'kin Ju.I. Rol' kataliticheskikh nejtralizatorov otrabotavshih gazov v snizhenii negativnogo vlijaniya legkovogo transporta na okruzhajushhuyu sredyu. URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018007608> (data obrashhenija 22.10.2023).

[11] Kirillov N.G. Problemy jekologii avtomobil'nogo transporta Rossii. URL: <https://ecoguild.narod.ru/docs/2004avtoeco.htm> (data obrashhenija 22.10.2023).

[12] Akseenko V.D. Puti snizheniya stepeni otricatelnogo vozdeystvija traktornoj i drugoj mobil'noj sel'skohozjajstvennoj tehniky na okruzhajushhuyu sredyu / V.D. Akseenko, V.M.Sviridov, A.I. Vinokurova. Obzor – M.: CNIITJeI traktorsel'hozmash, serija 1. vyp.5, 1984 – 57s.

[13] Novoselov A.L. Sovershenstvovanie ochistki otrabotavshih gazov dizelej na osnove SVS – materialov / A.L.Novoselov, V.I. Prolubnikov, N.P. Tubalov. – Novosibirsk: Nauka, 2002. – 96 s.

[14] Novoselov A.L., Shuckaja L.S. Metodika proektirovaniya kataliticheskikh nejtralizatorov dlja dizel'nykh dvigatelej. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-proektirovaniya-kataliticheskikh-neytralizatorov-dlya-dizelnykh-dvigateli> (data obrashhenija 22.10.2023).

[15] Besedin S.L. Sovershenstvovanie jekologicheskikh harakteristik dizelej metodom kataliticheskoy ochistki otrabotavshih gazov. Avtoref. disser. k.t.n. URL: <https://www.dissercat.com/content/sovershenstvovanie-ekologicheskikh-kharakteristik-dizelei-metodom-kataliticheskoi-ochistki-o> (data obrashhenija 12.10.2023).

[16] Olejnik D.O. Sposob i ustrojstvo snizheniya toksichnosti otrabotavshih gazov dizel'nykh dvigatelej. Avtoref. diss. k.t.n. URL: <https://www.dissercat.com/content/sposob-i-ustrojstvo-snizheniya-toksichnosti-otrabotavshikh-gazov-dizelnykh-dvigateli> (data obrashhenija 11.10.2023).

Сергей Салий, э.ғ.к., доцент, ҚР ҰҚК Шекара қызметінің академиясы, Алматы, Қазақстан, salii70@mail.ru

Павел Поливанов, қауымдастырылған профессор, ҚР ҰҚК Шекара қызметінің академиясы, Алматы, Қазақстан

Нурбек Молдазым, докторант, ҚР ҰҚК Шекара қызметінің академиясы, Алматы, Қазақстан, a.aitpaev@list.ru

Константин Стахнов, аға ғылыми қызметкер, «Natoinal Security» ғылыми және ғылыми-техникалық зерттеулер орталығы» Мекемесі, Алматы, Қазақстан

Гульшат Рысбаева, ф.-м.ғ.к., доцент, ҚР ҰҚК Шекара қызметінің академиясы, Алматы, Қазақстан, rgp_81@mail.ru

ІШКІ ЖАНУ ҚОЗҒАЛТҚЫШЫНЫҢ ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ГАЗДАРЫН БЕЙТАРАПТАНДЫРҒЫШ: ОНЫ ҚОЛДАНУДЫҢ НЕГІЗГІ МӘСЕЛЕЛЕРІ ЖӘНЕ ЖҰМЫС ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ (ШЕТЕЛДІК ТӘЖІРИБЕНІ ТАЛДАУ)

Андатпа. Мақалада ресейлік қозғалтқыш жасау теориясы мен практикасының маңызды аспектілері, атап айтқанда, қоршаған ортаға автомобильдің пайдаланылған газдарының уыттылығын төмендетудің негізгі бағыттарының бірі: каталитикалық түрлендіргіштерді автомобильдің шығару жүйесіне енгізу, сондай-ақ олардың артықшылықтары мен кемшіліктерін бағалау талданды.

Түйінді сөздер. Пайдаланылған газдар, каталитикалық түрлендіргіш, ішкі жану қозғалтқышы, атмосфералық ауаның ластануы, зиянды әсер, экологиялық қауіпсіздік.

Saliy Sergiy, candidate of military sciences, docent, Border Academy of the National Security Committee of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan, salii70@mail.ru

Pavel Polivanov, associate professor, Border Academy of the National Security Committee of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan,

Nurbek Moldazym, doctoral student, Border academy of the NSC of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan, a.aitpaev@list.ru

Konstantin Stakhnov, senior researcher, «Center for scientific and technical research institution «Natoinal Security», Almaty, Kazakhstan

Gulshat Rysbaeva, candidate of physical and mathematical sciences, docent, Border Academy of the National Security Committee of the Republic of Kazakhstan, Kazakhstan, Almaty rgp_81@mail.ru

INTERNAL COMBUSTION ENGINE EXHAUST GAS NEUTRALIZER: MAIN PROBLEMS OF ITS APPLICATION AND PROSPECTS FOR IMPROVING ITS EFFICIENCY (ANALYSIS OF FOREIGN EXPERIENCE)

Abstract. The article analyzes the most important aspects of the theory and practice of Russian engine building, namely, the state and prospects of one of the main directions of reducing the toxicity of exhaust gases of motor vehicles on the environment: the introduction of catalytic converters in the exhaust system of the car, and also evaluated their advantages and disadvantages.

Keywords. Exhaust gases, catalytic neutralizer, internal combustion engine, atmospheric air pollution, harmful effects, environmental safety.
