

УДК 656.114

**Шекихачев Ю.А., Батыров В.И., Шекихачева Л.З., Болотоков А.Л.  
Shekikhachev Y.A., Batyrov V.I., Shekikhacheva L.Z., Bolotokov A.L.**

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К АВТОТРАНСПОРТНЫМ СРЕДСТВАМ ENVIRONMENTAL REQUIREMENTS FOR MOTOR VEHICLES**

Высокие экологические требования, предъявляемые к транспортным средствам, это не дань моде, а забота о здоровье человека и охране окружающей среды, желание сохранить ее для потомков. Загрязнение воздушного бассейна от деятельности различных видов транспорта является ключевым фактором, оказывающим негативное воздействие на окружающую среду, а, следовательно, и на здоровье населения. В подтверждение Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) приводит данные, согласно которым причиной 40...50% болезней человека является видоизменение окружающей среды и, в частности, загрязнение атмосферы. Исходя из этого, мировым сообществом признается целесообразность перехода к использованию экологически чистого транспорта. Достигнуть этого можно, используя в качестве источника энергии альтернативные типы топлива, новые технические и технологические решения, минимизирующие возможный уровень загрязнения окружающей среды. К примеру, в последнее время появляются так называемые «экологичные» автомобили – электрические, гибридные (с двигателем внутреннего сгорания, работающим на бензине или дизельном топливе, и электродвигателем, питаемым от аккумулятора), на солнечных батареях, на газовом топливе и пр.

Инициатором снижения выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду автомобильным транспортом были экологи в 80–90-х гг. прошлого столетия. Впоследствии Европейская экономическая комиссия ООН (ЕЭК ООН) разработала конкретные требования по токсичности отработавших газов, изложенные в утвержденных ей Правилах №49 и принятых затем поправках к ним. С 1987 г. Российская Федерация – полноправный участник соглашения ЕЭК ООН. Следовательно, в нашей стране обязательно соблюдение при международных перевозках правил ЕЭК ООН. Указанные Правила практически ежегодно пересматриваются и дополняются с учетом изменяющихся условий эксплуатации автомобильного транспорта и мирового опыта.

Таким образом, защита окружающей среды от вредного воздействия выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами (АТС) – актуальная экологическая проблема. Систематический рост количества АТС и интенсивности автотранспортного движения, а также заметное расширение парка АТС, находящихся в личной собственности у населения, в городах нашей страны являются причиной увеличения вклада выбросов АТС в суммарный выброс загрязняющих веществ в окружающую среду. Очевидно, что снизить степень негативного воздействия АТС на окружающую среду можно, в основном, улучшением уровня его экологичности.

The high environmental requirements for vehicles are not a tribute to fashion, but a concern for human health and environmental protection, a desire to preserve it for descendants. Pollution of the air basin from various modes of transport is a key factor affecting the environment and thus the health of the population. In support, the World Health Organization (WHO) provides evidence that the cause of 40... 50 per cent of human diseases is environmental change and, in particular, atmospheric pollution. It is therefore recognized by the international community that a shift towards cleaner transport is desirable. This can be achieved by using alternative fuel types as an energy source, new technical and technological solutions that minimize the possible level of environmental pollution. For example, recently there have been so-called "eco-friendly" cars - electric, hybrid

(with an internal combustion engine powered by gasoline or diesel fuel and an electric motor powered by a battery), solar batteries, gas fuel, etc.

The initiative to reduce emissions of pollutants into the environment by road was initiated by ecologists in the 1980s-1990s. Subsequently, the UN Economic Commission for Europe (UNECE) developed specific exhaust toxicity requirements as set out in its approved Regulation No. 49 and subsequent amendments thereto. Since 1987, the Russian Federation has been a full party to the UNECE agreement. Consequently, compliance with UNECE Regulations in international transport is mandatory in our country. These Regulations are reviewed and supplemented almost annually, taking into account changing conditions of road transport operation and world experience.

Thus, protecting the environment from the harmful effects of vehicle emissions (ATS) is a pressing environmental problem. The systematic increase in the number of ATS and the intensity of road traffic, as well as the marked expansion of the fleet of ATS owned by the population in the cities of our country, are the reason for the increase in the contribution of ATS emissions to the total emission of pollutants into the environment. Obviously, the environmental impact of ATS can be reduced mainly by improving environmental friendliness.

**Ключевые слова:** окружающая среда, атмосфера, экология, автомобильный транспорт, загрязнение, защита.

**Key words:** environment, atmosphere, ecology, road transport, pollution, protection.

**Шекихачев Юрий Ахметханович** – доктор технических наук, профессор кафедры технической механики и физики, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

Тел.: 8 928 077 33 77

E-mail: shek-fmer@mail.ru

**Батыров Владимир Исметлович** – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии обслуживания и ремонта машин в АПК, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

**Шекихачева Людмила Зачиевна** – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства и кадастров, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, Нальчик

**Болотоков Анзор Леонидович** – старший преподаватель кафедры технологии обслуживания и ремонта машин в АПК, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

**Shekikhachev Yury Akhmetkhanovich** – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Technical Mechanics and Physics, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

Тел.: 8 928 077 33 77

E-mail: shek-fmer@mail.ru

**Batyrov Vladimir Ismetlovich** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Machine Maintenance and Repair Technology in Agro-Industrial Complex, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

**Shekikhacheva Lyudmila Zakievna** – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Land Management and Cadastres, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

**Bolotokov Anzor Leonidovich** – Senior Teacher of the Department of Machine Maintenance and Repair Technology in Agro-Industrial Complex, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

**Введение.** Проблема загрязнения окружающей среды вредными для здоровья человека газами в современных условиях особенно актуальна. К АТС, производимым автомобильной промышленностью, предъявляются высокие

требования, которые обеспечивают снижение загрязнения атмосферного воздуха, водоёмов и почвы отработавшими газами (ОГ), а также снижение уровня шума [1]. Автоэксплуатационные предприятия предпринимают конкретные меры для поддержания автомобилей в техническом состоянии, обеспечивающем соответствие суммарного содержания вредных веществ в отработавших газах предельно допустимым концентрациям (ПДК). Тем не менее, необходимо продолжать исследования, направленные на снижение степени негативного воздействия АТС на окружающую среду.

**Методы проведения исследований.** Исследования проведены на кафедре технологии обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ на модернизированном испытательном стенде КИ-2139А с двигателем Д-240М, который оборудовали специальным измерительным комплексом, позволяющим фиксировать его режимные показатели и экологические характеристики. Топливная система дооборудована топливопроводами с увеличенным диаметром, пятиструйными распылителями, подогревателем топлива [2-7].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Основные компоненты отработавших газов – азот, кислород, пары воды, двуокись и окись углерода. Токсичными компонентами являются окись углерода, окислы азота, углеводорода, альдегиды, окислы серы, сажа и бенз(а)пирен.

При сгорании 1 кг бензина при средних скоростях и нагрузках выделяется примерно 300...310 г токсичных компонентов, а дизельного топлива – около 80...100 г.

Некоторые отработавшие газы оказывают негативное влияние на человеческий организм. К примеру, под воздействием окиси углерода (СО) эритроциты теряют способность участвовать в газовом обмене. Это приводит к кислородному голоданию, появлению слабости, головной боли, тошноты и рвоты. Симптомы отравления начинают проявляться при концентрации в окружающей среде свыше 0,01...0,02% окиси углерода. Концентрация окиси углерода в 0,20...0,25% через 25...30 мин приводит к обморочному состоянию,

а при содержании 1% CO около 70% гемоглобина трансформируется в карбоксигемоглобин (соединение гемоглобина и окиси углерода), вследствие чего наступает внутреннее удушье. Норма содержания окиси углерода в воздухе –  $1 \text{ мг/м}^3$ .

Окислы азота при попадании в дыхательные пути способствуют образованию с водой соединения азотной и азотистой кислот, разрушающих легкие. Опасная концентрация – 0,01%. Считается, что для организма человека окислы азота примерно в десятки раз опаснее окислов углерода.

Оксид азота (NO) представляет собой бесцветный газ, который на воздухе переходит в двуокись азота ( $\text{NO}_2$ ) – оранжево-бурый газ, имеющий специфический запах, обладает наркотическим действием.  $\text{N}_2\text{O}_3$  – азотистый ангидрид, представляет собой синюю жидкость, при  $-2^\circ\text{C}$  распадающийся на  $\text{NO}_2$  и NO.  $\text{N}_2\text{O}_4$  – азотистый ангидрид, хорошо соединяющийся с водой.  $\text{N}_2\text{O}_5$  – азотный ангидрид, имеющий малую устойчивость, дающий с водой азотную кислоту – окислитель, вызывающий сильную коррозию углеродистых сталей. Нормой содержания окислов азота считается 0,1 мг на  $1 \text{ м}^3$  воздуха (в 10 раз меньше, чем по CO).

При нормальных условиях азот – инертный газ. Но с увеличением температуры и давления он вступает в реакцию с кислородом с образованием окислов.

Работа на богатой смеси приводит к распаду окислов азота на  $\text{N}_2$  и  $\text{O}_2$ . С повышением температуры с 2500 до  $2700^\circ\text{K}$  наблюдается увеличение скорости реакции примерно в 3 раза, а со снижением с 2500 до  $2300^\circ\text{K}$  – к ее уменьшению примерно в 8 раз. Следовательно, интенсивность образования окислов азота в цилиндре двигателя, в основном, определяется температурой газов. В двигателях с принудительным воспламенением и дизелях содержание окислов азота примерно одинаково.

Альдегиды (формальдегид, акролеин) оказывают вредное действие на такие системы человеческого организма, как нервная и дыхательная. Уже при

их небольшой концентрации (0,002%) слизистые оболочки носа и глаз сильно раздражаются.

Также следует отметить токсичность паров бензина. Допустимая среднесуточная их концентрация –  $1,5 \text{ мг/м}^3$ , т.е. всего в 1,5 раза выше концентрации окиси углерода ( $1 \text{ мг/м}^3$ ).

Углеводороды (этан, метан, этилен, бензол, пропан, ацетилен) – особо токсичные вещества, концентрация которых в отработавших газах увеличивается при сильном дросселировании. Существенно увеличивается содержание углеводородов при принудительном холостом ходе (например, при торможении двигателем). При этом ухудшается воспламенение, возникают его частые пропуски. В подобных случаях рекомендуется частично или полностью прекратить подачу топлива через систему холостого хода.

Картерные газы (отработавшие газы и несгоревшие углеводороды) также загрязняют атмосферу. Они вызывают раздражение слизистых органов дыхания. Следовательно, конструкция двигателей должна предусматривать их обратный отсос в систему питания двигателя.

В случае работы двигателя на топливах, которые содержат сернистые соединения, происходит образование сернистого газа  $\text{SO}_2$  и сероводорода  $\text{H}_2\text{S}$ . Отравление сернистым газом приводит к сильному раздражению слизистой оболочки глаз и органов обоняния.

В ОГ также содержатся и канцерогенные вещества, к примеру бенз(а)пирен и полициклические ароматические углеводороды. Бенз(а)пирен представляет собой кристаллическое вещество, которое сходно с нафталином. Его образование – результат гидролиза тяжелых фракций моторных топлив и смазочного масла при температуре  $670...970^\circ\text{K}$  при недостатке кислорода. Ускоренный износ цилиндра-поршневой группы и повышенный расход масла способствуют возрастанию в 10 и более раз содержание бенз(а)пирена в отработавших газах.

Сажа способствует засорению дыхательных путей, хроническим заболеваниям носоглотки и легких. Также сажа – переносчик канцерогенных веществ.

Сгорание этилированных бензинов сопровождается образованием ядовитых соединений свинца, с течением времени накапливающихся в организме человека. К примеру, сжигание 1 т этилированного бензина грузовыми АТС приводит к выбросу в окружающую среду примерно 0,5 кг соединений свинца, легковыми – 0,80...0,85 кг.

Определенные метеорологические условия в нижних слоях атмосферы приводят к образованию ядовитого тумана – смога, и причина этого – отработавшие газы автомобилей. Под действием солнечных лучей молекулы  $\text{NO}_2$  диссоциируют. В результате образуются  $\text{NO}$  и озон. Их взаимодействие с олефинами приводит к образованию токсичных нитроперекисных соединений. Концентрация свыше  $0,2 \text{ мг/м}^3$  сопровождается конденсацией водяных паров в форме мельчайших капелек тумана, имеющих токсичные свойства.

Вредные веществ отработавших газов автомобилей оказывают негативное влияние также и на животных и растения, которые являются продуктами питания человека. Следовательно, автомобильный транспорт косвенным путем также оказывает вредное влияние на здоровье человека.

В эксплуатации токсичность отработавших газов автомобилей, которые оснащены двигателями с принудительным воспламенением, регламентируется ГОСТ Р 52033-2003. Дымность отработавших газов дизелей регламентируется ГОСТ 21393-75 (табл. 1).

Автомобили, дымность отработавших газов которых превышает установленные нормы, признаются неисправными и должны быть сняты с эксплуатации.

Таблица 1 – Нормы дымности отработавших газов автомобильных дизелей

№ п/п	Режим измерения дымности	Дымность, % не более
-------	--------------------------	----------------------

1	Свободное ускорение для дизелей без наддува	40
2	То же, с наддувом	50
3	Максимальная частота вращения коленчатого вала	15

Снизить токсичность и дымность отработавших газов можно: совершенствованием конструкции двигателей; улучшением технического состояния АТС; применением альтернативных типов топлив, нейтрализаторов, присадок.

Нейтрализатор отработавших газов устанавливается во выпускной системе АТС. Их применение снижает содержание токсичных веществ в отработавших газах примерно на 60%. Однако нейтрализаторы при использовании этилированного бензина отравляются свинцом и становятся непригодными для эксплуатации. По этой причине Правилами ЕЭК ООН запрещено использовать этилированный бензин.

Для снижения дымности отработавших газов на 40...60% в дизелях рекомендуется применение специальных присадок к топливу.

Для обеспечения нормальной жизнедеятельности человека загрязнение окружающего воздуха токсичными веществами должно быть ниже установленных норм (ПДК). В таблице 2 приводятся максимальные разовые и среднесуточные ПДК.

Таблица 2 – ПДК загрязняющих веществ в воздухе населённых пунктов

Вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>		Класс опасности
	максимальная разовая	среднесуточная	
Азота диоксид	0,085	0,04	2
Азота оксид	0,400	0,06	3
Ангидрид сернистый (серы диоксид)	0,500	0,05	3
Бензин нефтяной (в пересчёте на углерод)	5,000	1,50	4
Бутан	200,000	Нет регламента	4
Сажа	0,150	0,05	3
Свинец и его неорганические соединения (в пересчёте на свинец)	0,001	0,0003	1
Углерода оксид	5,000	3,00	4

Шум, который возникает при эксплуатации АТС, также негативно влияет на окружающую среду. Уровень шума, дБА регламентируется ГОСТ 27436-87, требования которого приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Ограничения внешнего уровня шума АТС, дБА

№ п/п	Тип АТС	Значение
1	Легковые и грузопассажирские автомобили	77
2	Автобусы и грузовые автомобили с полной массой, кг: не более 2000	78
	2000-3500	79
3	Автобусы с полной массой свыше 3500 кг и с двигателем мощностью, кВт (л.с.): менее 150 (204)	80
	150 (204) и более	83
4	Грузовые автомобили и автопоезда с полной массой свыше 3500 кг и с двигателем мощностью, кВт (л.с.): менее 75 (102)	81
	75-150 (102-204)	83
	150 (204) и более	84

Наряду с этими требованиями к уровню внешнего шума регламентируется также и уровень шума, который имеет место внутри АТС и отрицательно воздействует на водителя и пассажиров. Эти нормы установлены ГОСТ 27435-87 и находятся в пределах 78...84 дБА.

В реальных условиях эксплуатации причинами расхода топлива и выброса вредных веществ являются:

- изменение технического состояния и регулировочных параметров системы питания и газораспределительного механизма дизелей;
- износ цилиндропоршневой группы;
- изменение гидравлического сопротивления агрегатов очистки топлива и воздуха;
- несоблюдение качества применяемых сортов топлива и масел.

Анализируя удельный вес агрегатов и систем АТС, влияющих на увеличение расхода топлива и выброс вредных веществ в окружающую среду, можно отметить, что на систему питания приходится 30%, на двигатель 28%, на



систему зажигания 26% и на трансмиссию 16%.

**Область применения результатов.** Результаты исследования могут быть использованы сельскохозяйственными и ремонтно-обслуживающими предприятиями.

**Выводы.** Температура газов в цилиндре двигателя оказывает решающее влияние на образование окислов азота. В двигателях с принудительным воспламенением и дизелях содержание окислов азота примерно одинаково.

Анализ взаимосвязи расхода топлива и токсичности отработавших газов показывает отсутствие такого угла опережения впрыска (зажигания), обеспечивающее одновременное уменьшение выбросов вредных веществ и сохранение эффективности работы двигателей. Исходя из этого, для уточнения регулировочных параметров двигателей АТС при эксплуатации по мощностным и экономическим показателям эффективности, токсичности отработавших газов и т.д. рекомендуется исходить из условия принятия оптимальных, но экологически безопасных решений.

### Литература

1. *Kyul E.V., Apazhev A.K., Kudzaev A.B., Borisova N.A.* Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards / *Indian Journal of Ecology*. 2017. Т. 44. № 2. С. 239-243.
2. *Батыров В.И., Кадзоков Р.Б.* Влияние технического состояния форсунки на экологические показатели дизельных двигателей // В сборнике: *Инновации в агропромышленном комплексе. Материалы VI Межвузовской научно-практической конференции сотрудников и обучающихся аграрных вузов Северо-Кавказского Федерального Округа, посвященной 100-летию со дня рождения профессора З.Х. Шауцукова*. 2017. С. 37-38.
3. *Шекихачев Ю.А., Батыров В.И., Балкаров Р.А., Шекихачева Л.З., Губжоков Х.Л.* Исследование режимов работы дизельных двигателей тракторов в реальных условиях эксплуатации / *Техника и оборудование для села*. 2019. №4(262). С. 14-19.
4. *Батыров В.И., Губжоков Х.Л.* Совершенствование процессов смесеобразования и сгорания в дизелях // *Сельский механизатор*. 2017. № 6. С. 48.
5. *Шекихачев Ю.А., Батыров В.И., Карданов К.Х.* Основные пути повышения стабильности параметров топливоподачи тракторных дизелей // *АгроЭкоИнфо*. 2018. № 2 (32). С. 55.
6. *Шекихачев Ю.А., Батыров В.И., Балкаров Р.А., Чеченов М.М.,*

*Карданов Х.Б.* Исследование влияния неравномерности подачи топлива на показатели работы дизельного двигателя / *Техника и оборудование для села.* 2019. №5(263). С. 18-21.

7. *Шекихачев Ю.А., Батыров В.И., Карданов Х.Б., Чеченов М.М., Шекихачева Л.З.* Повышение надежности распылителей форсунок автотракторных дизелей / *Научная жизнь.* 2019. т. 14. вып. 6. С. 929-937.

### References

1. *Kyul E.V., Apazhev A.K., Kudzaev A.B., Borisova N.A.* Influence of anthropogenic activity on transformation of landscapes by natural hazards / *Indian Journal of Ecology.* 2017. Т. 44. № 2. S. 239-243.

2. *Batyrov V.I., Kadzokov R.B.* Vliyanie tekhnicheskogo sostoyaniya forsunki na ekologicheskie pokazateli dizel'nyh dvigatelej // *V sbornike: Innovacii v agropromyshlennom komplekse Materialy VI Mezhvuzovskoj nauchno-prakticheskoj konferencii cotrudnikov i obuchayushchihsya agrarnyh vuzov Severo-Kavkazskogo Federal'nogo Okruga, posvyashchennoj 100-letiyu so dnya rozhdeniya professora Z.H. SHaucukova.* 2017. S. 37-38.

3. *SHekihachev YU.A., Batyrov V.I., Balkarov R.A., SHekihacheva L.Z., Gubzhokov H.L.* Issledovanie rezhimov raboty dizel'nyh dvigatelej traktorov v real'nyh usloviyah ekspluatacii / *Tekhnika i oborudovanie dlya sela.* 2019. №4(262). S. 14-19.

4. *Batyrov V.I., Gubzhokov H.L.* Covershenstvovanie processov smeseobrazovaniya i sgoraniya v dizelyah // *Sel'skij mekhanizator.* 2017. № 6. S. 48.

5. *SHekihachev YU.A., Batyrov V.I., Kardanov K.H.* Osnovnye puti povysheniya stabil'nosti parametrov toplivopodachi traktornyh dizelej // *AgroEkoInfo.* 2018. № 2 (32). S. 55.

6. *SHekihachev YU.A., Batyrov V.I., Balkarov R.A., CHEchenov M.M., Kardanov H.B.* Issledovanie vliyaniya neravnomernosti podachi topliva na pokazateli raboty dizel'nogo dvigatelya / *Tekhnika i oborudovanie dlya sela.* 2019. №5(263). S. 18-21.

7. *SHekihachev YU.A., Batyrov V.I., Kardanov H.B., CHEchenov M.M., SHekihacheva L.Z.* Povyshenie nadezhnosti raspylitelej forsunok avtotraktornyh dizelej / *Nauchnaya zhizn'.* 2019. т. 14. вып. 6. S. 929-937.