

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ОЧИСТКИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Д.А. Чернецов, В.П. Капустин

ГОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов

Рецензент д-р техн. наук, профессор И.М. Курочкин

Ключевые слова и фразы: автотракторная техника; альтернативные виды топлива; нейтрализатор отработавших газов; способы снижения токсичности; токсичность дизелей.

Аннотация: Представлена классификация способов снижения токсичности отработавших газов автотракторных дизелей. Описаны недостатки существующих способов и приведены данные о степени влияния каждого из способов на динамику токсичности и дымности отработавших газов дизеля. Обоснован оптимальный способ очистки отработавших газов дизелей.

Весомую роль в загрязнении окружающей среды играют двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Главным источником загрязнения атмосферы является автотракторная техника. На нее приходится около 70 % общего объема выбросов загрязняющих веществ [1].

Широкое распространение на транспорте дизельных двигателей объясняется тем, что они работают на сравнительно дешевом топливе, отличаются лучшей топливной экономичностью и меньшей токсичностью отработавших газов (ОГ). Однако и они не всегда удовлетворяют современным требованиям по токсичности [2].

Существующие технические решения, направленные на уменьшение вредных выбросов в ОГ дизелей, можно разделить на три основные группы:

- воздействие на рабочий процесс двигателя;
- очистка ОГ в выпускной системе двигателя;
- применение альтернативных топлив.

На рис. 1 представлена схема способов снижения токсичности ОГ дизелей.

Чернецов Д.А. – аспирант кафедры «Автомобильная и аграрная техника», e-mail: Black777780@mail.ru; Капустин В.П. – доктор технических наук, профессор кафедры «Автомобильная и аграрная техника», ТамбГТУ, г. Тамбов.

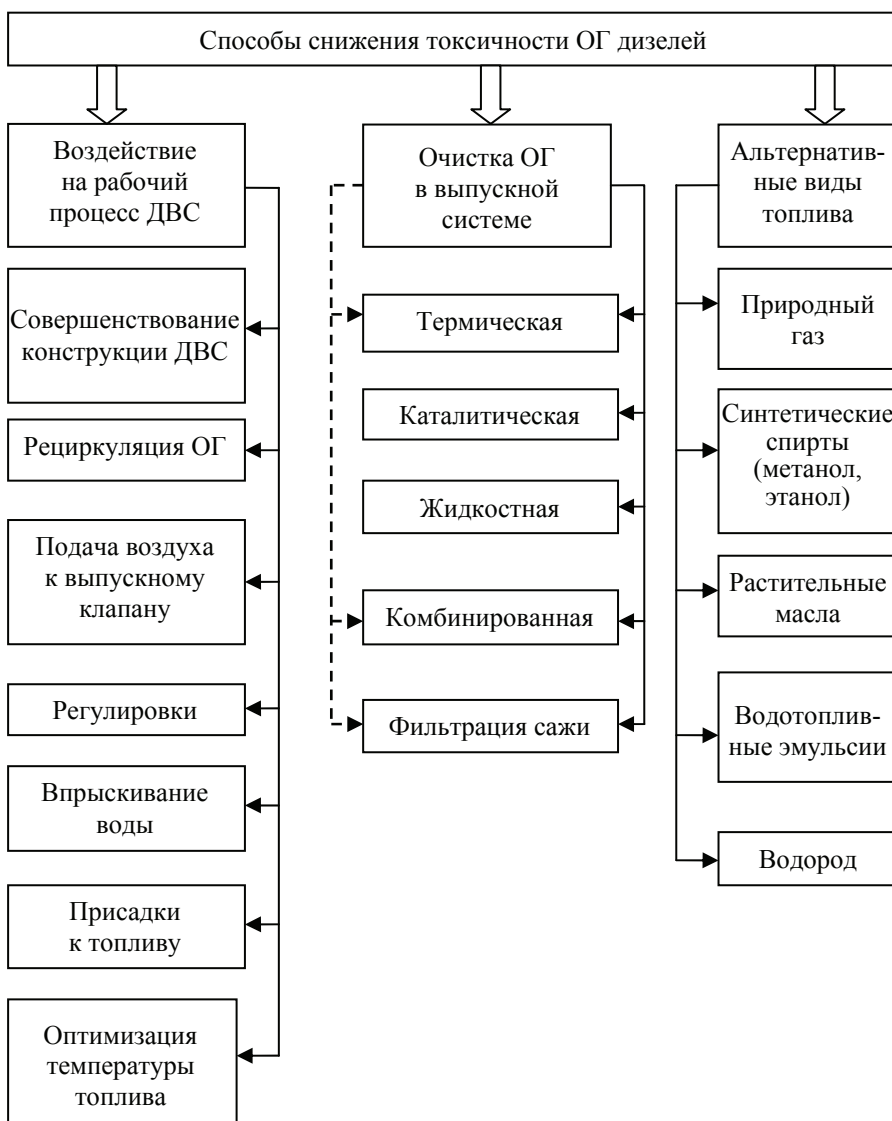


Рис. 1. Схема способов снижения токсичности ОГ дизелей

Одним из определяющих факторов снижения вредных веществ в ОГ является оптимизация условий впрыскивания топлива и подвода воздуха в цилиндры двигателя, что обусловлено типом и формой камеры сгорания. От организации рабочего процесса в двигателе зависит эффективность смесеобразования и сгорания топлива в цилиндрах. Это напрямую влияет на процесс образования и выделения токсичных компонентов с ОГ [3].

Как показывают исследования [4], нарушение технического состояния тракторов и автомобилей в условиях эксплуатации приводит к увеличению выбросов вредных веществ на 10–20 %.

Увеличение цетанового числа топлива с 45 до 51 приводит к уменьшению периода воспламенения, жесткости работы двигателя, максимального давления сгорания, благодаря чему несколько снижается дымность при пуске и средних нагрузках двигателя [4].

При изнашивании деталей цилиндропоршневой группы двигателя в процессе эксплуатации увеличиваются выбросы продуктов неполного сгорания отработавших и картерных газов, а дымность может возрасти более чем в два раза [5]. Закоксованность сопловых отверстий форсунки и уменьшение давления подъема ее иглы негативно влияют на дымность. Установкой форсунок с гидрополированными соплами распылителей можно уменьшить выброс СО почти в 6 раз, сажи – в 1,2 раза [3]. Состав ОГ во многом зависит от качества дизельного топлива. При уменьшении содержания серы в топливе с 0,31 до 0,33 % содержание NO_x в ОГ сокращается на 0,2–1,8 %; СН – на 24,4 %; сажи – на 13,2–22,6 % [3].

Большинство факторов, отрицательно влияющих на экологические показатели дизеля в условиях эксплуатации, можно устранить своевременным проведением технических обслуживаний и текущих ремонтов.

Существующие способы снижения токсичности и дымности ОГ дизеля подразделяются на следующие направления: рециркуляция ОГ, впрыск воды в цилиндры; нейтрализация ОГ на выпуске; применение альтернативных топлив, антидымных присадок и сажевых фильтров; обоснование оптимальных режимов эксплуатации; поддержание дизеля в технически исправном состоянии.

Степень влияния перечисленных способов снижения вредных веществ в ОГ дизелей представлена в таблице [6].

Рециркуляция ОГ применяется как эффективное средство уменьшения выделений окислов азота. Принцип работы системы основан на всасывании части ОГ во впускной трубопровод, после чего они повторно участвуют в горении.

Подача дополнительного воздуха к выпускному клапану позволяет нейтрализовать ОГ методом дожигания их в выпускном трубопроводе.

К совершенствованию режимов работы ДВС можно отнести: улучшение смесеобразования и сгорания смеси, уменьшение температуры сгорания, увеличение коэффициента избытка воздуха, обеспечение необходимой интенсивности воздушного вихря, уменьшение угла опережения впрыска.

Применение альтернативных видов топлив сопровождается рядом недостатков:

- при использовании сжиженного нефтяного газа затрудняется пуск ДВС в холодном состоянии при температуре $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, на 5–8 % ухудшаются динамические показатели;

- при использовании сжатых газов снижается мощность двигателя на 18–20 %, ухудшаются тягово-динамические характеристики, увеличивается на 24–30 % время разгона, уменьшается на 5–6 % максимальная скорость, снижается запас хода – не более 200–250 км, а также грузоподъемность на 9–14 % [7];

- в результате применения синтетических спиртов уменьшается удельная теплота сгорания, снижается температура паров и низкая температура кипения, в два раза уменьшается запас хода, увеличивается время запуска ДВС и повышается ядовитость;

**Влияние способов снижения токсичности
ОГ дизелей на ее динамику**

Способ снижения токсичности ОГ	Динамика токсичности и дымности ОГ			
	СО	СН	NO _x	Дымность
Рециркуляция ОГ	Возрастает на 20 %	Изменяется незначительно	Снижается на 50–80 %	Возрастает на 15–20 %
Подача воды во впускной трубопровод	Изменяется незначительно	Возрастает в 2,5–3 раза	Снижается в 2–5 раз	Снижается в 2–3 раза
Добавка инертных газов к воздуху		Снижается на 5–15 %	Снижается на 20–30 %	Возрастает незначительно
Каталитические нейтрализаторы	Снижается на 70 %	Снижается на 70 %	Снижается на 15–20 %	Снижается на 50–55 %
Альтернативные виды топлива	Изменяется незначительно		Изменяется значительно	Снижается на 60–70 %
Антидымные присадки	–	Возрастает на 10–15 %	–	Снижается на 70–80 %
Сажевые фильтры	–	Снижается на 20–30 %	–	Снижается на 80–90 %

– при использовании водорода недостатком является высокая скорость распространения фронта пламени и его низкая плотность;

– использование биотоплива приводит к снижению мощности и повышенному расходу горючего, а также эфиры рапсового масла обладают значительной коррозионной активностью, к тому же выше себестоимость производства, чем дизельного топлива.

Применение антидымных присадок ведет к выбросу материала присадки вместе с сажей и, несмотря на видимое уменьшение дымности, на самом деле частицы сажи становятся меньшего размера и легко проникают в организм человека.

Среди средств снижения токсичности в мировом автотранспорте на протяжении последних четырех десятилетий лидируют нейтрализаторы ОГ в выпускной системе ДВС [8].

Но у нейтрализаторов ОГ в выпускной системе ДВС также есть существенные недостатки:

– термические нейтрализаторы приводят к снижению мощности и повышению удельного расхода топлива из-за возрастания противодавления в системе выпуска;

– жидкостные нейтрализаторы требуют ежедневного удаления шлака, промывки системы подачи топлива и заполнения новой жидкостью;

– каталитические нейтрализаторы, изготовленные на основе платины, палладия, окислов кобальта, никеля, ванадия, дорогостоящие.

В настоящее время становятся актуальны сажевые фильтры (СФ), которые работают по принципу диффузионной и инерционной задержки частиц с помощью фильтрующего материала. При типичной для ОГ дизеля температуре 300 °С степень выжигания сажи невысока. Следовательно, облегчить восстановление работоспособности СФ можно при повышении температуры ОГ либо при использовании каталитических покрытий фильтрующего элемента или присадок к топливу. Нанесение каталитических покрытий – дорогостоящая технология, а каталитические присадки не обеспечивают эффективного дожигания сажи. Поэтому наиболее перспективным является применение электрически нагреваемых СФ, встраиваемых в конструкции нейтрализаторов для дожигания сажевых частиц.

Исходя из вышеизложенного, можно считать, что в настоящее время наиболее эффективным и экономически целесообразным мероприятием по снижению токсичности ОГ дизелей является применение в выпускной системе нейтрализатора ОГ, оснащенного СФ с системой дожигания сажевых частиц, то есть применение комбинированной очистки ОГ.

Список литературы

1. Тришкин, И. Жидкостный нейтрализатор для ДВС / И. Тришкин, О. Максименко // Сел. механизатор. – 2007. – № 1. – С. 12–19.
2. Поливаев, О.И. Очиститель отработавших газов дизеля / О.И. Поливаев, В.А. Байбарин, А.В. Божко // Тракторы и с.-х. машины. – 2007. – № 6. – С. 10–14.
3. Истомин, С.В. Совершенствование очистки отработавших газов дизелей сельскохозяйственной техники при эксплуатации : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 ; защищена 17.05.1998 ; утв. 21.10.1998 / Истомин Сергей Викторович. – Саратов, 1998. – 171 с.
4. Сахаров, А.Г. Дизельная и топливная аппаратура тракторов / А.Г. Сахаров. – М. : Колос, 1977. – 200 с.
5. Филимонов, А.И. Концентрация загрязняющих веществ, выбрасываемых тракторами и сельхозмашинами / А.И. Филимонов, В.А. Большаков, Т.И. Борисочкина // Тракторы и с.-х. машины. – 1993. – № 6. – С. 17–20.
6. Колчин, А.В. Обеспечение экологической безопасности тракторных и комбайновых дизелей / А.В. Колчин // Тракторы и с.-х. машины. – 2004. – № 2. – С. 2–5.
7. Колчин, А.В. Технологические рекомендации по обеспечению нормативных экологических и экономически показателей тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин в условиях эксплуатации / А.В. Колчин, М.Ж. Ахмедов, О.М. Айдимиров. – М. : ГОСНИТИ, 1999. – 269 с.
8. Медведев, Ю.С. Особенности функционирования катализаторов в потоке отработавших газов дизелей / Ю.С. Медведев // Тракторы и с.-х. машины. – 2006. – № 1. – С. 24–25.

Substantiation of the Form of Treatment of Exhaust Gases of Motor-and-Tractor Diesel Engines

D.A. Chernetsov, V.P. Kapustin

Tambov State Technical University, Tambov

Key words and phrases: alternative kinds of fuel; motor-and-tractor vehicles; neutralizer of the exhaust gases; ways of toxicity reduction; toxicity of diesel engines.

Abstract: The paper presents the classification of ways of toxicity reduction of the exhaust gases of motor-and-tractor diesel engines. The drawbacks of the existing ways are described and the data about the degree of influence of each of them on the dynamics of toxicity and smokiness of the exhaust gases of a diesel engine are presented. The optimum form of treatment of the exhaust gases of diesel engines is proved.

© Д.А. Чернецов, В.П. Капустин, 2010