

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

А.В. Разношинская

Представлены результаты исследований, направленных на повышение эффективности нейтрализации вредных веществ отработавших газов. Приведены результаты экспериментальных исследований, подтверждающие целесообразность применения демпфера колебаний температуры в системе выпуска отработавших газов, оборудованной каталитическим нейтрализатором и системой утилизации отработавших газов. Снижая амплитуду колебаний температуры отработавших газов, можно повысить надежность и эффективность работы каталитических нейтрализаторов.

Ключевые слова: отработавшие газы, каталитический нейтрализатор, утилизационный двигатель, дымность и токсичность отработавших газов, температура, демпфирование колебаний температуры.

Загрязнения окружающей среды отходами многообразной деятельности человека угрожают экологической катастрофой. Во всем мире идет постоянное ужесточение экологических требований к автомобилям, являющимся основным источником загрязнения окружающей среды в городах. Во многих странах введены налоговые льготы и штрафы в зависимости от величины выбросов вредных веществ в отработавших газах двигателей.

В Российской Федерации с 1-го января 2013 года все производимые и ввозимые на территорию России автомобили должны соответствовать классу Евро-4, однако возможно использовать шасси и базовые транспортные средства с сертификатами Евро-3, выпущенные до 31 декабря 2012 года.

В докладе «О состоянии окружающей природной среды на территории города Челябинска в 2012 году», подготовленном на основании информации, полученной от Управления экологии и природопользования города Челябинска, отмечается, что доля загрязнения воздуха автотранспортом составляет

60–70 % от общего уровня газового загрязнения. Дальнейшее развитие и повышение эффективности использования наземной мобильной техники неразрывно связаны с решением проблемы загрязнения окружающей среды.

Исследования состава отработавших газов поршневых двигателей внутреннего сгорания (ОГ ПДВС) показывают, что в них содержится несколько десятков веществ, загрязняющих окружающую среду, основные из которых: оксид углерода, оксиды азота, углеводороды, бензопирен, альдегиды, сажа.

Уменьшение выброса вредных веществ с ОГ ПДВС может быть достигнуто с помощью целого комплекса разнообразных мероприятий: технических, внедряемых в процессе создания двигателей и связанных с изменением конструкции и регулировок двигателей; организационно-технических, осуществляемых в стадии эксплуатации автомобильной техники. Все эти мероприятия могут быть отнесены к одному из четырех направлений:

Первое направление объединяет решения, затрагивающие рабочий цикл двигателя и воздействующие непосредственно на процессы образования вредных веществ в его цилиндрах. Сюда относятся: совершенствование конструкции камеры сгорания, выпускной и впускной систем, системы питания двигателя; впрыск воды; рециркуляция ОГ и ряд других мероприятий.

Сущность второго направления заключается в обезвреживании вышедших из цилиндра продуктов сгорания при помощи специальных устройств – нейтрализаторов, встроенных в выпускную систему двигателя и применяемых как дополнительное оборудование. Такие системы позволяют без значительных изменений в конструкции двигателя существенно снизить выбросы вредных веществ.

Третье направление среди мероприятий по снижению токсичности предполагает замену традиционных топлив нефтяного происхождения другими, альтернативными топливами, выделяющими при сгорании меньшее количество вредных веществ (газообразными топливами, топливными смесями и др.), либо использование присадок, обеспечивающих снижение выброса токсичных компонентов.

Последнее, четвертое направление включает мероприятия по обеспечению оптимальных регулировок и режимов эксплуатации двигателя [1].

Метод каталитической нейтрализации для снижения токсичности отработавших газов ДВС является достаточно эффективным и перспективным. Однако, существенным недостатком каталитических нейтрализаторов (КН) является его низкая способность нейтрализовать вредные вещества при температуре ниже 200 °С. В тоже время большую опасность для КН представляет температура ОГ выше 600 °С, при которой существенно снижается срок его службы.

При температуре ОГ на входе в КН равной 207 °С содержание оксида углерода в ОГ равно 0,88 %, а углеводорода 184ppm. При повышении температуры ОГ на 60 °С, содержание оксида углерода снижается до 0,32 %, а углеводорода до 68ppm. Если же в КН попадают ОГ с температурой более 650 °С (что характерно для работы ПДВС на больших нагрузках), то возникает вероятность прогара корпуса нейтрализатора, снижается срок его службы [2]

Одним из способов, позволяющих одновременно решать проблемы утилизации и нейтрализации ОГ, являются установки с использованием каталитического нейтрализатора, совмещенного с утилизационным поршневым двигателем с внутренним объемным парообразованием. Большую часть времени двигателя работают на переменных скоростных и нагрузочных режимах. Абсолютное значение энергии, уходящей с ОГ и их температура существенно зависят от режима работы ДВС.

В ходе ранее проведенных исследований установлено, что эффективность действия утилизационных систем также в большой степени зависит от температуры отработавших газов, поступающих к утилизационным двигателям, которая существенно меняется при функционировании поршневых ДВС [3, 4, 5, 6].

В связи с этим актуальным становится решение задачи по демпфированию колебаний температуры отработавших газов.

Повысить эффективность мощности дизеля и снизить содержание в выбросах оксида углерода и углеводорода можно путем использования демпфера колебаний температуры отработавших газов в системе выпуска дизеля, оборудованного утилизационным поршневым двигателем с внутренним объемным парообразованием.

Демпфировать колебания температуры отработавших газов возможно с помощью устройств, содержащих теплоаккумулирующие материалы (ТАМ), которые могут быть названы демпферами колебаний температуры отработавших газов (ДКТ ОГ).

Для оценки влияния демпфирования колебаний температуры ОГ поршневого ДВС на содержание в них вредных веществ, были использованы полиномиальными зависимостями, полученными М.Л. Хасановой.

При использовании этих формул получили результаты, показывающие, как изменялись степени снижения показателей, характеризующих дымность и токсичность ОГ силовой установки при ее эксплуатации в городских условиях в случаях работы без ДКТ и с ним.

На рисунке 1 показано как изменялись степени снижения показателей, характеризующих дымность и токсичность ОГ силовой установки при ее эксплуатации в городских условиях в случаях работы без ДКТ ОГ и с ним.

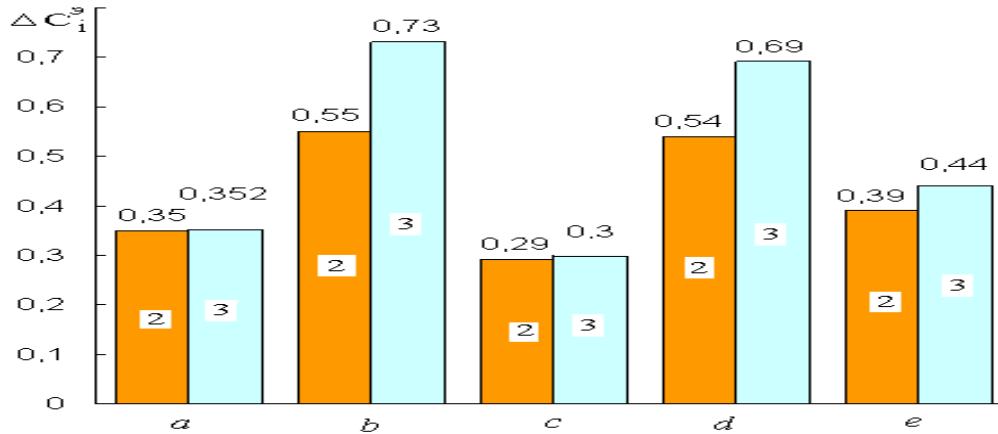


Рис. 1. Значения степеней снижения показателей, характеризующих дымность и токсичность силовой установки при ее эксплуатации в городских условиях: а – дымность; б – концентрация СО; с – концентрация NO_x ; d – концентрация СН; е – комплексный показатель вредности отработавших газов, приведенный к СО; 2 – при работе без демпфера колебаний температуры отработавших газов; 3 – при работе с демпфером колебаний температуры отработавших газов

Как видно из рисунка, наибольший эффект достигается в отношении оксида углерода и углеводородов – даже без использования ДКТ ОГ при прохождении через утилизационный двигатель внутреннего сгорания: их содержание в ОГ снижается более, чем на 50 %. На 35 % уменьшается дымность ОГ и около 30 % составляет снижение содержания в них оксидов азота. Почти на 40 % уменьшилась суммарная вредность выбросов.

Установка в выпускную систему ДКТ существенно повлияла на снижение концентрации двух компонентов – оксида углерода и углеводородов. Связано это с тем, что наличие ДКТ стабилизировало колебания температуры ОГ в районе 500 °С, что привело к заметно большей активности процессов доокисления в цилиндре УД.

На дымность и содержание NO_x в основном оказывало влияние наличия воды и водяных паров в УД. Поскольку их количество от установки ДКТ в утилизационную систему не изменилось, остался практически прежним и уровень названных компонентов. Суммарная вредность выбросов при наличии ДКТ снизилась на 12,8 % по отношению к работе без него.

Абсолютные величины показателей дымности и токсичности ОГ отработавших газов силовой установки при ее эксплуатации в городских условиях в случаях работы без демпфера колебаний и с ним показаны на рис. 2.

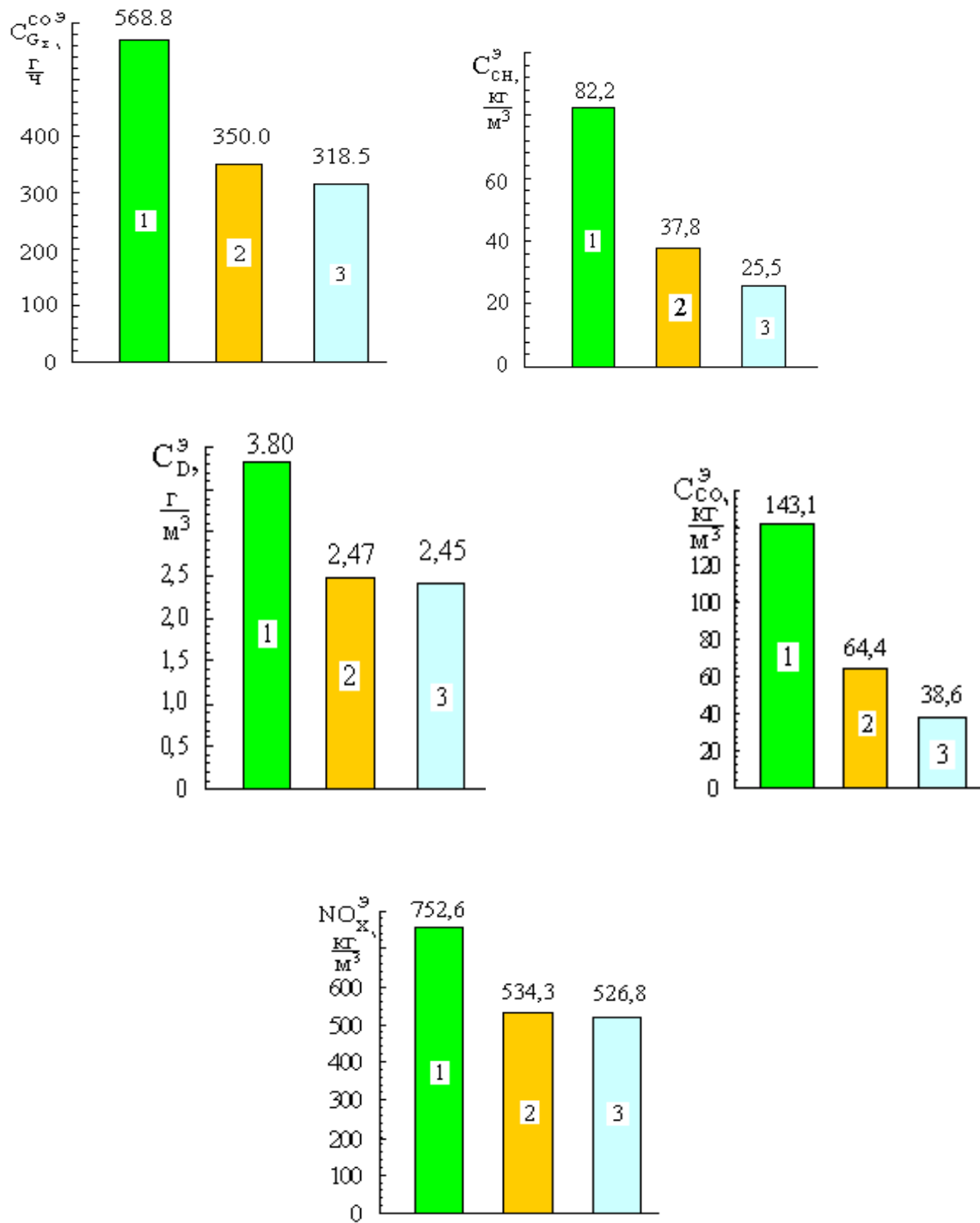


Рис. 2. Величины дымности и токсичности ОГ силовой установки при ее эксплуатации в городских условиях при работе без утилизационной системы (1); при утилизации теплоты ОГ дизеля без ДКТ (2) и при утилизации теплоты отработавших газов дизеля с ДКТ (3)

Экспериментально установлено, что при использовании в качестве утилизатора поршневого парового двигателя с внутренним объемным парообразованием при работе дизеля КамАЗ-740 (автомобиль КамАЗ-5320) в условиях городской эксплуатации в случае использования демпфера колебаний температуры отработавших газов эффективная мощность возросла на 2,3 % (2,8 кВт), а снижение часового расхода топлива составило 4 % (0,7 кг/ч). Существенно снизилось содержание в отработавших газах СО (на 18 %) и СН (на 15 %) [7].

Представленный материал неоспоримо свидетельствует о целесообразности применения демпфера колебаний температуры в системе выпуска отработавших газов, оборудованной каталитическим нейтрализатором и системой утилизации ОГ.

Библиографический список

1. Хасанова, М.Л. Повышение экологической безопасности двигателей внутреннего сгорания за счет утилизации теплоты отработавших газов: дис. ... канд. техн. наук / М.Л. Хасанова. – Челябинск, 2002. – 174 с.
2. Новоселов, А.Л. Снижение токсичности автотракторных дизелей: Учеб. пособие по целевой подготовке специалистов ДВС / А.Л. Новоселов, С.В. Новоселов, А.А. Мельберт, А.В. Унгефук. – Барнаул: Алт. ГТУ, 1996. – 122 с.
3. Зайцев, А.П. Исследование характеристик работы утилизационного термоэлектрического генератора при работе дизеля на различных режимах / А.П. Зайцев и др. // Повышение уровня технической эксплуатации судовых дизелей. – Новосибирск, 1987. – С. 67–73.
4. Козьминых, В.А. О необходимости применения тепловых аккумуляторов в системах утилизации теплоты отработавших газов мобильной техники / В.А. Козьминых, А.В. Разношинская, В.А. Шибанова // Развитие оборонно-промышленного комплекса на современном этапе: Материалы науч.-техн. конференции (Омск, 4–6 июня 2003 г.). – Омск: Омск. Гос. Университет, 2003. – С. 76–77.
5. Кукис, В.С. Системно-термодинамические основы применения двигателей Стирлинга для повышения эффективности силовых и теплоиспользующих установок мобильной техники: дис. ... д-ра техн. наук / В.С. Кукис. – Челябинск, 1989. – 461 с.
6. Левенберг, В.Д. Аккумуляирование тепла / В.Д. Левенберг. – М.: Наука, 1991. – 83 с.
7. Разношинская, А.В. Повышение эффективности утилизации теплоты и нейтрализации отработавших газов поршневых ДВС путем демпфирования колебаний их температуры: дис. ... канд. техн. наук / А.В. Разношинская. – Челябинск, 2005. – 159 с.

[К содержанию](#)