

ВОЗМОЖНОСТЬ СНИЖЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ

Поляшов Д.Н.¹, Афанасьев А.Н.¹, Михайлова В.С.²

¹Тольяттинский государственный университет, г.Тольятти;

²Казанский национальный исследовательский университет им. А.Н. Туполева, г.Казань

Ключевые слова: ДВС, экология, экономичность, автобус.

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы улучшения экологичности и экономичности городских автобусов.

REDUCING THE TOXICITY OF CITY BUS EXHAUST GASES

Polyshov D.N.¹, Afanasiev A.N.¹, Mihailova V.S.²

¹Togliatti state University, Togliatti;

²Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev, Kazan

Keywords: internal combustion engine, ecology, economy, bus.

Abstract. The paper considers ways to improve ecology and economy of city buses.

Интенсивное развитие городского транспорта создало проблему загрязнения окружающей среды отработавшими газами (ОГ) двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Значительная часть выбросов приходится на городские автобусы. В связи с этим, весьма актуальной является задача снижения токсичности ОГ городских автобусов, которая может решаться несколькими путями.

Во-первых, это оснащение автобусного парка современными, малотоксичными двигателями, во-вторых, обеспечение надлежащего текущего технического обслуживания, что по данным исследований [2, 3], позволяет снизить выбросы примерно в 2 раза. И, наконец, третий путь - разработка и применение систем, которые снижают токсичность ОГ. В практике реализации третьего пути наибольшее распространение получили системы с каталитическим нейтрализатором. Данные системы имеют достаточно высокую эффективность, освоены промышленностью и позволяют выполнять установленные нормы по токсичности ОГ. Вместе с тем им присущи и недостатки. Системы эффективно работают только при поддержании стехиометрического состава топливовоздушной смеси (ТВС), что требует специального регулирования двигателя, усложняющего его конструкцию [3]. При использовании нейтрализаторов ужесточаются требования к качеству топлива и несколько возрастает его расход.

Известны и другие подходы к снижению токсичности ОГ, в частности, проведение рабочего процесса ДВС на обедненных смесях [1]. При этом должна решаться проблема обеспечения устойчивого протекания процесса горения, что возможно осуществить путем применения добавок водорода [2, 3]. В связи со сложностью получения и хранения водорода наибольший интерес представляют системы с подачей малых количеств водорода, которые можно получать на борту автобуса с помощью автономных источников водорода, например, электролизера или гибридного накопителя. Применение водорода в качестве добавки к топливу (дополнительного топлива) автобусных двигателей может позволить при минимальной модификации двигателя значительно снизить уровень токсичности ОГ и, в зависимости от характеристик источника водорода, повысить его экономичность [4-6]. При этом величина получаемых эффектов в большой степени зависит от количества подаваемого водорода. Для городских автобусов наиболее существенным является то, что применение водорода в любых количествах приводит к улучшению процесса сгорания топлива в ДВС, к снижению вредных выбросов, что уменьшит экологическую нагрузку на городскую среду [7, 8].

В Тольяттинском государственном университете в течение 10 лет ведутся работы по исследованию влияния добавок водорода на токсичность ОГ двигателей транспортных средств. По договору с мэрией Тольятти были проведены работы по исследованию возможности использования добавок водорода в ТВС для снижения токсичности ОГ двигателей автобусов ЛиАЗ и «Икарус», на которых установлены, соответственно, карбюраторный и дизельный двигатели. Водород подавался из баллона или производился бортовым электролизером. Ввод водорода осуществлялся во впускную трубу двигателя.

Испытания на автобусе ЛиАЗ (бензиновый двигатель) имели проверочный характер и проводились с целью уточнения результатов и выводов, полученных ранее при проведении испытаний на малолитражных двигателях. Предполагалось, что для достижения снижения объемных выбросов СО в 2-3 раза и СН на 20-30% потребный расход водорода составляет около 0,1 кг/ч. Однако при этом требуется изменение жиклеров и в целом настройки карбюратора.

Испытания автобуса ЛиАЗ показали, что добавки водорода в количестве от 0,03 до 0,1 кг/ч (1-4% от массы топлива) позволяют при работе двигателя на холостом ходу снизить выбросы углеводородов (СН) и оксида углерода (СО) в два раза. Следует отметить, что этот режим работы характерен для автобусов там, где наблюдается большое скопление людей - на остановках, перекрестках (пешеходных переходах).

Результаты испытаний дизельного двигателя автобуса «Икарус» показали, что при подаче водорода происходит снижение дымности, которое носит нелинейный характер. В частности, при увеличении расхода водорода до 0,1 кг/ч наблюдается максимальный эффект уменьшения дымности до двух раз. При дальнейшем увеличении подачи водорода его действие уменьшается, что объясняется дополнительным обогащением ТВС. Испытания показали, что для дизельного двигателя автобуса «Икарус» целесообразно принять расход водорода порядка 0,1 кг/ч. Установлено, что добавки водорода в количестве 0,1 кг/ч на короткое время незначительно повышают обороты двигателя, а затем под действием регулятора обороты двигателя снижаются до установленного уровня. Такое следствие подачи водорода прямо свидетельствует о его влиянии на рабочий процесс двигателя.

Результаты проведенных испытаний позволили определить требуемую производительность генератора водорода, равную 0,1 кг/ч (1000 л/ч), и величину эффекта, получаемого при использовании данной системы, оцененному по объемному составу или дымности ОГ. Вместе с тем, экологический эффект системы предполагает определение снижения выбросов, выраженных в массовых единицах. Расчетные оценки для бензинового двигателя показали, что добавка водорода в количестве 0,1 кг/ч позволит в 3-4 раза уменьшить выбросы СО и, примерно, на 20-30% СН. Для городской среды Тольятти при эксплуатации 200 автобусов в абсолютных величинах это выразится в уменьшении выбросов СО со 140 до 40 тонн и СН с 28 до 20 тонн в год. При добавках водорода в количестве 0,03 кг/час уменьшение количества СО и СН составит, соответственно, 60 и 6 тонн в год на автобусный парк города.

Результаты расчетов для дизельного двигателя «Икарус» показывают, что при работе на холостом ходу выбросы сажи при применении системы снизятся для 200 автобусов в год с 10 до 6 тонн. Таким образом, снижение выброса сажи составит 4 тонны в год только при работе на холостом ходу.

Расчеты для других режимов носят приблизительный характер. Однако, принимая даже меньший эффект системы, получаем, что снижение общих выбросов сажи составит для 200 автобусов в год порядка 20-25 тонн. Расчетное количество сажи без системы снижения токсичности составляет около 65 тонн.

Список литературы

1. Кластер автомобильной промышленности: [сайт]. – Тольятти. – URL: <http://caisr.org>
2. Павлов Д.А. Исследование влияния добавок водорода на показатели ДВС при гетерогенном способе формирования ТВС / Д.А. Павлов, Л.Н. Бортников // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2012. – № 4 (22). – С. 183-187.
3. Пионтковская С.А. Особенности применения водорода в ДВС при различных способах формирования топливовоздушных смесей / С.А. Пионтковская, Д.А. Павлов, В.В. Смоленский // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18 – № 4-5. – С. 924-930.
4. Ференец А.В. Диагностирование двигателя грузового автомобиля на основе технологий ODX / А.В. Ференец, С.В. Плетнев, Ю.В. Крюков и др. // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2014. – № 2. – С. 58-61.
5. Пионтковская С.А. Влияние электрооборудования на безопасность автотранспортного средства / С.А. Пионтковская, В.В. Ермаков, М.А. Пьянов // Грузовик. – 2011. – № 6. – С. 39-43.
6. Пионтковская С.А. Статистический анализ измерительного процесса при использовании нового метода диагностирования электрооборудования автомобилей / С.А. Пионтковская, М.А. Пьянов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2006. – Т. 8 – № 4. – С. 1106-1113.
7. Бортников Л.Н. Использование водорода как активатора горения для улучшения показателей ДВС с искровым зажиганием на режимах пуска и прогрева / Л.Н. Бортников, Д.А. Павлов, М.М. Русаков, В.В. Смоленский // Естественные и технические науки. – 2013. – № 1 (63). – С. 341-345.
8. Бортников Л.Н. Применение водорода для повышения полноты сгорания ТВС на режимах пуска и прогрева / Л.Н. Бортников, Д.А. Павлов, М.М. Русаков, В.В. Смоленский // Естественные и технические науки. – 2013. – № 1 (63). – С. 346-350.

Сведения об авторах:

Поляшов Дмитрий Николаевич – магистрант, ТГУ, г.Тольятти;

Афанасьев Андрей Николаевич – аспирант, ТГУ, г.Тольятти;

Михайлова Виктория Сергеевна – магистрант, КАИ, г.Казань.