

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЯ С ИНТЕНСИФИКАЦИЕЙ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ ПРИ ДВИЖЕНИИ С РАЗЛИЧНОЙ СКОРОСТЬЮ В ГОРОДЕ И ЗА ГОРОДОМ

В.С. Морозова, В.С. Гун, В.Л. Поляцко

Рассмотрено влияние магнитного поля, воздействующего на компоненты топливно-воздушной смеси (топливо и воздух) бензинового двигателя автомобиля, на одновременное снижение токсичных компонентов (оксидов углерода, углеводородов и оксидов азота) в отработавших газах и уменьшение расхода топлива, при движении автомобиля с различной скоростью в городе и за городом.

Ключевые слова: автомобиль, бензиновый двигатель внутреннего сгорания, токсичные компоненты, отработавшие газы, магнитное поле, транспортный поток, скорость движения, расход топлива.

Автомобиль – один из главных источников загрязнения атмосферного воздуха. При этом выбросы токсичных компонентов с отработавшими газами (ОГ) находятся в непосредственной близости к людям. По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) именно автомобиль является причиной таких заболеваний людей, как рак легких, бронхиальная астма, заболевания крови, аллергические заболевания и др., приводящих к смерти десятков тысяч людей в год.

По данным отечественных и зарубежных исследователей на долю автотранспорта приходится почти 70 % всего загрязнения окружающей среды, а в крупных городах – почти 90 %.

Основным источником энергии автомобильного транспорта являются двигатели внутреннего сгорания (ДВС), работающие на природном топливе, и по многочисленным прогнозам они останутся самыми перспективными в транспортной энергетике XXI века, но они же являются основными «растратчиками» природных топливных ресурсов, запасы которых ограничены [1]. Поэтому наиважнейшей и актуальнейшей является задача разработки и осуществления высокоэффективных рабочих циклов с высоким коэффициентом полезного действия (КПД) и низким удельным расходом топлива, а также с минимальным количеством токсичных компонентов в ОГ. Как известно, увеличенный КПД и лучшую экономичность можно получить увеличением максимальной температуры цикла, но при этом содержание оксидов азота (NO_x) в ОГ увеличивается. Уменьшение их содержания снижает эффективность сгорания и увеличивает в ОГ количество угарного газа (СО) и различных углеводородных соединений (C_nH_m).

В настоящее время разработано большое количество конструктивных, технологических и эксплуатационных мероприятий по уменьшению токсичности ДВС и снижению их вредного воздействия на человека и окружающую среду.

К основным конструктивным мероприятиям относятся каталитические нейтрализаторы, устанавливаемые на большинство выпускаемых автомобилей. Каталитические нейтрализаторы представляют собой технические устройства различной степени сложности, размещенные в системе выпуска ОГ двигателя, и содержат материал, обладающий химической активностью, при определенных условиях, который могут производить процессы окисления или восстановления продуктов неполного окисления топлива. Наибольшей эффективностью в отношении снижения содержания в ОГ основных токсичных компонентов характеризуются нейтрализаторы с каталитическим материалом на основе платины и палладия, обладающие высокой степенью нейтрализации 70–90 %, но имеющие высокую стоимость и малый ресурс. Кроме того, нейтрализаторы являются дополнительным сопротивлением на выпуске, снижающим мощность, КПД и увеличивающим удельные расходы топлива. Поэтому все чаще ученые и исследователи многих стран обращаются к нетрадиционным способам повышения экологических и экономических качеств двигателей транспортных средств.

Одним из таких способов является обработка компонентов топливно-воздушной смеси (ТВС) магнитным полем. Идеи магнитной обработки топлива возникли в начале XX века, но практиче-

ское применение магнитная обработка нашла впервые в Германии во время второй мировой войны. Вначале такую обработку использовали на «Мессершмиттах», чтобы сделать менее видными их выхлопные газы для зенитной артиллерии. Уже тогда было установлено, что при магнитной обработке топлива мощность двигателей возрастала при сохранении расхода топлива. В конце войны в качестве трофея изобретение попало в США, где было в 70-х годах использовано в военной и гражданской авиации для экономии топлива и снижения экологического ущерба окружающей среде. В конце 80-х годов прошлого столетия автомобилисты начали делать попытки по использованию магнитной обработки топлива в виде магнитных активаторов на постоянных магнитах, вставляемых в разрезанный топливопровод. Такие активаторы имели довольно сложное конструктивное решение и недостаточную активацию топлива. В настоящее время работы по активации топлива магнитным полем продолжаются в Германии, России, Украине, а в Японии ведутся серьезные работы по физическим методам обработки топлива [2].

Целью данного исследования является подтверждение возможности уменьшения содержания токсичных компонентов CO , C_nH_m , NO_x в ОГ автомобиля с бензиновым ДВС, определяемых в процессе его движения с различными скоростными режимами в условиях городского цикла и за городом, а также определение расхода топлива при активации топлива и воздуха магнитным полем по сравнению с серийной системой.

Исследования проводились на автомобиле ВАЗ 21213 «Нива» 1996 года выпуска с карбюраторным бензиновым двигателем.

Для замеров компонентов ОГ применялся газоанализатор «Автотест 02.03П» российского производства, первого класса точности, расположенном в автомобиле на заднем сидении с питанием от автономной аккумуляторной батареи с напряжением 12 В. Пробозаборник устанавливался и жестко закреплялся в выпускной трубе автомобиля на глубине 300 мм от концевого среза.

Для осуществления движения с заданным скоростным режимом был выбран участок шоссейной дороги с ровным асфальто-бетонным покрытием длиной 15 000 м с трехполосным движением в одну сторону.

Для проведения замеров были выбраны следующие скоростные режимы:

- режим холостого хода минимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя, имитирующий остановку автомобиля у светофора;
- 20 км/ч, режим движения автомобиля на второй передаче в условиях затора транспортного потока;
- 40 км/ч, режим движения автомобиля в плотном транспортном потоке на третьей передаче;
- 60 км/ч максимальный скоростной режим, разрешенный в населенном пункте на четвертой передаче;
- 90 км/ч, режим движения автомобиля вне населенного пункта на пятой передаче.

Скоростной режим определялся по автомобильному спидометру и тахометру.

Для активации компонентов ТВС магнитным полем, согласно полученным патентам [3], постоянные магниты устанавливались на неметаллических частях топливного и воздушного трубопроводов разноименными полюсами таким образом, что силовые линии магнитного поля пронизывали топливо и воздух в перпендикулярной плоскости относительно направления течения потока. На топливо устанавливались магниты с магнитным потоком $\Phi_{\text{топл}} = 0,12 \cdot 10^{-4}$ Вб, а на воздух с магнитным потоком $\Phi_{\text{возд}} = 3,6 \cdot 10^{-4}$ Вб.

На каждом скоростном режиме оператором производилось до 15 замеров показаний газоанализатора с фиксацией на бумажном носителе.

Расход топлива замерялся по количеству топлива, израсходованному из топливного бака на весь комплекс испытаний при серийной комплектации систем, подающих ТВС в двигатель, и при комплектации систем магнитами.

Проведенные ранее различными учеными исследования, показали, что при магнитном (электромагнитном), электрическом, ионизационном воздействии на топливо или газообразную среду происходит перестройка структуры вещества, что ведет к изменению физических и химических свойств на атомарно-молекулярном уровне [2, 6]. Любое жидкое топливо в обычном состоянии имеет углеводородные группы, из которых формируются «сгустки молекул» или полимеризованное топливо. Такое топливо в двигателе сгорает не полностью из-за ограниченного доступа внутрь кислорода независимо от количества поступающего воздуха. В настоящее время на основании ряда исследований твердо установлено, что при воздействии на топливо слабого статиче-

ского магнитного (электромагнитного) поля образуются молекулярные цепи, обладающие малым содержанием атомов углерода и водорода, имеющие более высокую теплоту сгорания, способствующие экономии топлива и снижению токсичности ОГ. Проведенные нами исследования [4, 5] показали, что на режимах холостого хода, минимальной и повышенной частоты вращения коленчатого вала, бензиновых двигателей, карбюраторного и с впрыскиванием бензина во впускной трубопровод, происходит снижение содержания токсичных компонентов CO, C_nH_m, NO_x в ОГ и уменьшение расхода топлива.

В табл. 1 и 2 представлены результаты исследования по определению содержания токсичных компонентов и по изменению таких компонентов, как CO₂ и O₂ в ОГ при движении автомобиля с различной скоростью. Как видно из приведенных данных, система с магнитами при работе двигателя на всех скоростных режимах имеет снижение величины токсичных компонентов. Так, снижение монооксида углерода CO составляет от минимума 23 % на скоростном режиме 40 км/ч до максимума 45,4 % на режиме 90 км/ч. Уменьшение углеводородов C_nH_m составляет от минимального значения 12,6 % на режиме холостого хода до максимального на скорости 40 км/ч. Снижение оксидов азота NO_x лежит в пределах от минимального значения 2,8 % на скорости 20 км/ч до 18,4 % на режиме холостого хода. Такие изменения можно объяснить небольшой указанной выше величиной магнитного потока. При увеличении магнитного потока уменьшение содержания токсичных компонентов более значительное [5].

Таблица 1

Значения выходных компонентов отработавших газов при движении автомобиля с различной скоростью в городском цикле

| Компонент отработавших газов | Скоростной режим | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------------------|---------------------|--------------|------------------|---------------------|--------------|------------------|---------------------|--------------|
| | Холостой ход | | | Скорость 20 км/ч | | | Скорость 40 км/ч | | |
| | Серийная система | Система с магнитами | Изменение, % | Серийная система | Система с магнитами | Изменение, % | Серийная система | Система с магнитами | Изменение, % |
| CO, % | 2,20 | 1,46 | -24,10 | 1,35 | 1,00 | -26,00 | 0,99 | 0,76 | -23,20 |
| C _n H _m , ppm | 453,00 | 396,00 | -12,60 | 279,00 | 202,50 | -27,40 | 245 | 165 | -32,60 |
| NO _x , ppm | 109,00 | 89,00 | -18,40 | 845,00 | 821,50 | -2,80 | 1542,00 | 1401,00 | -9,20 |
| CO ₂ , % | 13,50 | 13,80 | +2,20 | 13,80 | 13,90 | +0,70 | 13,80 | 14,10 | +2,20 |
| O ₂ , % | 0,97 | 0,67 | -31,00 | 0,70 | 0,55 | -21,4 | 0,87 | 0,67 | -23,00 |
| Коэффициент избытка воздуха (λ) | 0,964 | 0,965 | +0,10 | 0,983 | 0,988 | +0,50 | 1,005 | 1,001 | -0,40 |

Таблица 2

Значения выходных компонентов отработавших газов при движении автомобиля с максимально разрешенной скоростью

| Компонент отработавших газов | Скоростной режим | | | | | |
|-------------------------------------|------------------|---------------------|--------------|------------------|---------------------|--------------|
| | Скорость 60 км/ч | | | Скорость 90 км/ч | | |
| | Серийная система | Система с магнитами | Изменение, % | Серийная система | Система с магнитами | Изменение, % |
| CO, % | 0,25 | 0,18 | -28,00 | 0,22 | 0,12 | -45,40 |
| C _n H _m , ppm | 266,00 | 209,00 | -21,40 | 253 | 208 | -17,80 |
| NO _x , ppm | 2516,00 | 2115,00 | -16,00 | 3901,00 | 3470,00 | -11,00 |
| CO ₂ , % | 13,80 | 13,70 | -0,70 | 13,50 | 13,15 | -2,30 |
| O ₂ , % | 1,50 | 1,48 | -1,30 | 2,14 | 2,15 | +0,50 |
| Коэффициент избытка воздуха (λ) | 1,056 | 1,059 | +0,30 | 1,079 | 1,100 | +1,900 |

Изменение таких компонентов ОГ, как двуокись углерода CO₂ и содержание кислорода O₂, говорит о качественном протекании процесса сгорания в ДВС. Углекислый газ CO₂ является конечной стадией окисления CO, и чем больше содержится в ОГ CO₂, тем более полно идет окисление CO и больше полнота сгорания. Уменьшение CO₂ в ОГ указывает на то, что произошло недостаточное окисление CO и есть необходимость работать над дальнейшим улучшением про-

цесса сгорания. В данном исследовании увеличение CO_2 до 2,2 % получено на скоростных режимах холостого хода, скорости 20 и 40 км/ч, а уменьшение значения CO_2 зафиксировано на скоростных режимах 60 и 90 км/ч, что говорит о необходимости увеличения магнитного воздействия повышением величины магнитного потока [5].

Изменение содержания кислорода O_2 на скоростных режимах 40 км/ч, 20 км/ч, холостого хода составляет значительную величину в сторону уменьшения от 23 до 31 %, что также подтверждает более полное использование кислорода для окисления компонентов топлива и воздуха, снижению токсичных веществ, увеличению полноты сгорания и может способствовать увеличению КПД двигателя и сокращению расхода топлива. На скорости движения 60 км/ч получено небольшое снижение O_2 , что составляет 1,3 %, а на скорости движения 90 км/ч потребление кислорода даже уменьшилось, о чем говорит повышение на 0,5 % его содержание в ОГ и подтверждает также, что на этих скоростных режимах значительного улучшения полноты сгорания не достигнуто.

Изменением коэффициента избытка воздуха λ и его величиной можно проследить насколько рабочий процесс в двигателе приближается к равновесному состоянию протекания химических реакций. На режиме 40 км/ч величина λ имеет самое близкое к равновесному состоянию значение 1,005 даже при серийной системе, изменение этой величины при магнитной обработке составляет 0,4 % в сторону уменьшения, а сама её величина равна 1,001, т.е. является практически выражением равновесного состояния. Небольшое увеличение λ и сама его величина на режимах холостого хода и скорости движения 20 км/ч говорит о том, что сгорание при установке магнитов приближается к равновесному состоянию, а на режимах движения со скоростью 60 км/ч и 90 км/ч рабочий процесс двигателя отодвигается от равновесного состояния и протекание химических реакций происходит в несколько худших условиях.

Так как комплекс данных исследований проводился в одинаковых условиях для серийной системы компонентов ТВС двигателя и системы с магнитами, то производился тщательный замер расхода топлива из топливного бака на цикл испытаний для систем с серийной комплектацией и систем, укомплектованных магнитным полем. Замер расхода топлива показал, что на цикл работ автомобиля, у которого системы ТВС ДВС находились под постоянным воздействием разнополюсного магнитного потока, расход топлива на 5,8 % ниже, чем без магнитного поля.

В результате экспериментальных исследований влияния обработки разнополюсным магнитным потоком компонентов ТВС двигателя на снижение токсичных компонентов в ОГ автомобиля и уменьшение расхода топлива, определяемые при движении автомобиля с различными скоростями, получены следующие закономерности:

- на всех исследуемых режимах получено одновременное уменьшение содержания токсичных компонентов: CO – на 23,2–45,4 %; C_nH_m – на 12,6–32,6 %; NO_x – на 2,8–18,4 %;
- наилучшим скоростным режимом является скоростной режим 40 км/ч, на котором обработка магнитным потоком ТВС двигателя способствует протеканию химических реакций при равновесном состоянии, что обеспечивает лучшее сочетание выбросов токсичных компонентов;
- обработка магнитным потоком компонентов ТВС двигателя способствует улучшению процесса сгорания и снижению расхода топлива.

Литература

1. Кавтарадзе, Р.З. Теория поршневых двигателей: учеб. для вузов / Р.З. Кавтарадзе. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 720 с.
2. Уменьшение содержания вредных примесей в выбросах дизельных двигателей / Т. Морицу, Т. Окасаки, Т. Фуруа, Х. Фурукава // Труды Американского общества инженеров-механиков. Серия А. «Современное машиностроение». – 1989. – № 5. – С. 1–7.
3. Пат. 042445 Российская Федерация, МПК F 02 M 27/04, F 02 B 51/04. Способ интенсификации работы двигателя внутреннего сгорания / В.С. Морозова, В.К. Марченков, В.Л. Поляцко, В.С. Гун, С.П. Вяткин, В.И. Рамов. – № 2007138802/06; заявл. 18.10.2007; опубл. 20.04.2009, Бюл. № 11.
4. Морозова, В.С. Перспективы повышения экологической и экономической эффективности поршневых и комбинированных двигателей интенсификацией их работы магнитным полем / В.С. Морозова, В.С. Гун, В.Л. Поляцко // Транспорт Урала. – 2011. – № 2 (29). – С. 106–108.

5. Морозова, В.С. Влияние магнитного потока на экологические показатели ДВС / В.С. Морозова, В.С. Гун, В.Л. Поляцко // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2012. – № 33 (292). – С. 149–153.

6. Дудышев, В.Д. Новая электроогневая технология – эффективный метод решения экологических и энергетических проблем / В.Д. Дудышев // Экология и промышленность России. – 1997. – № 3.

Морозова Вера Сергеевна. Доктор технических наук, профессор кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск). Область научных интересов – впрыскивание топлива в дизелях, экология транспорта. E-mail: Vera.Morozova_38@mail.ru

Гун Валентина Сергеевна. Кандидат технических наук, доцент кафедры «Электротехника», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск). Область научных интересов – впрыскивание топлива в дизелях, экология транспорта, автомобильная электроника. E-mail: Vgoun@mail.ru

Поляцко Владимир Леонидович. Ассистент кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск). Область научных интересов – экология транспорта. E-mail: polyacko_2002@list.ru

DETERMINATION OF ECOLOGICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF CARS WITH INTENSIFICATION OF THE ENGINE BY MEANS OF THE MAGNETIC FIELD AT DIFFERENT SPEEDS IN THE CITY AND OUTSIDE THE CITY

V.S. Morozova, V.S. Goun, V.L. Polyacko

The influence of the magnetic field acting on the components of the fuel-air mixture petrol engine car, the simultaneous decrease of the toxic components (carbon oxides, hydrocarbons and nitrogen oxides) emissions and fuel consumption when driving at different speeds, in the city and outside the city.

Keywords: vehicle, the petrol engine of internal combustion, toxic components, the exhaust gases, the magnetic field, traffic flow, speed, fuel consumption.

Vera S. Morozova. The doctor of engineering sciences, professor «Automobile transport exploitation» department, South Ural State University (Chelyabinsk). Professional interests: fuel injection in Diesel engine, ecology of transport. E-mail: Vera_Morozova_38@mail.ru

Valentina S. Goun. Candidate of engineering science, senior lecturer of «electrical engineering» department, South Ural State University (Chelyabinsk). Professional interests: fuel injection in Diesel engine, ecology of transport, automotive electronics. E-mail: Vgoun@mail.ru

Vladimir L. Polyacko. Assistant of the «Automobile transport exploitation» department, South Ural State University (Chelyabinsk). Professional interests: ecology of transport. E-mail: polyacko_2002@list.ru

Поступила в редакцию 5 марта 2013 г.