

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОТОКА НА ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДВС

В.С. Морозова, В.С. Гун, В.Л. Поляцко

INFLUENCE OF THE MAGNETIC STREAM ON ECOLOGICAL INDICATORS OF ENGINE

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

Экспериментальные исследования влияния магнитных полей на рабочий процесс двигателя внутреннего сгорания показали улучшение топливной экономичности и снижение содержания токсичных компонентов в отработавших газах. Рассмотрены перспективы дальнейшего снижения токсичных компонентов путем интенсификации работы двигателя внутреннего сгорания магнитным полем, приведены результаты ходовых испытаний автомобиля ВАЗ-21213 «Нива» в условиях городского цикла движения.

Ключевые слова: поршневые двигатели внутреннего сгорания, отработавшие газы, токсичные компоненты отработавших газов, полнота сгорания, экологичность автомобилей, внешнее смесеобразование, магнитное поле.

Pilot studies of influence of magnetic fields on working process of the engine of internal combustion showed improvement of fuel profitability and decrease in the maintenance of toxic components of exhaust. Prospects of further decrease in toxic components and improvement by an intensification of work of an internal combustion engine are considered by a magnetic field. Results of trial runs of the car are given in article VAZ-21213 “NIVA” in the conditions of a city motion cycle.

Keywords: the piston internal combustion engines, toxic components of exhaust, completeness of combustion, environmental friendliness of cars, external carburetion, magnetic field.

Известно, что в двигателях с принудительным воспламенением для снижения концентрации CO, CH, а главное – NO_x необходимо увеличить дисперсность распыливания топлива и его испаряемость для обеспечения однородной смеси надлежащего состава на всех режимах, включая неустановившиеся и принудительный холостой ход [1]. Для решения этой сложной технической задачи авторами предлагается усовершенствовать процесс смесеобразования.

Авторами был запатентован [2] способ интенсификации работы двигателя внутреннего сгорания и проведено несколько серий экспериментов на двигателях с внешним смесеобразованием, с карбюратором и впрыскиванием бензина во впускной трубопровод, а также на дизеле. Была разработана методика проведения экспериментов, в результате чего постоянные магниты устанавливались на немагнитных частях снаружи топливного и воздушного трубопроводов одним полюсом к линии низкого давления топливоподачи, а другим – к подаче воздуха в камеру смесеобразования и сгорания.

На начальной стадии экспериментов магниты напряженностью 0,08–0,120 Тл устанавливались на немагнитные элементы топливозаборника топливного бака автомобиля ВАЗ 21213 «Нива». Замеры токсичности отработавших газов (ОГ) проводились пятикомпонентным газоанализатором «АВТОТЕСТ 02.03П» первого класса точности, российского производства, на режимах холостого хода, минимальной и повышенной частоты коленчатого вала двигателя (700, 3000 мин⁻¹ соответственно). Замеры токсичности проводились в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52033–2003. Полученные результаты представлены в табл. 1, где видно, что происхо-

Контроль и испытания

дит одновременное снижение концентрации всех токсичных компонентов ОГ (NO_x , CO и CH_x), а также увеличение коэффициента избытка воздуха λ с приближением его значения к стехиометрическому.

В процессе проведения исследований было также установлено, что при одновременном воздействии магнитным полем противоположных полюсов на топливо и воздух происходит некоторое повышение в отработавших газах двуокиси углерода CO_2 , паров воды H_2O (часто забивается водой трубопровод, подводящий ОГ к измеряющему устройству) и снижение кислорода O_2 . Можно предположить, что ход реакций может идти в таком направлении:

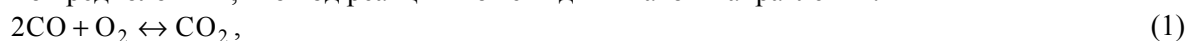


Таблица 1

Значение выходных компонентов ОГ двигателя с карбюраторным смесеобразованием

Название компонента ОГ	Частота вращения коленчатого вала, мин^{-1}	Серийная система	Система с магнитами	Процентное изменение компонентов
CO , %	700	4,88	2,16	-55,74
	3000	6,72	5,60	-16,70
CH , ppm	700	1354	447	-66,99
	3000	550	439	-20,18
NO_x , ppm	700	111	62	-44,14
	3000	205	181	-11,70
CO_2 , %	700	12,70	14,20	+11,81
	3000	12,00	12,90	+7,50
Коэффициент избытка воздуха (λ)	700	0,889	0,982	+9,30
	3000	0,850	0,878	+2,80

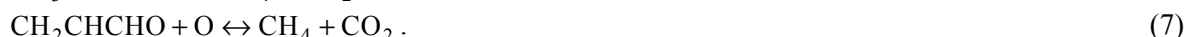
По данным, приведенным в исследованиях других авторов, основными компонентами продуктов сгорания являются следующие нетоксичные и токсичные продукты: CO_2 , H_2O , H_2 , O_2 , N_2 , N , H , O , O_3 , OH , NO , NO_2 [3]. Наиболее массовыми компонентами из них являются азот (N , N_2), диоксид углерода (CO_2), пары воды (H_2O) и избыточный кислород (O , O_2 , O_3), составляющие по суммарному объему в ОГ до 90–95 %, в то время как на токсичные компоненты приходится 0,2–2 % объема. Около 80–95 % от общей массы токсичных компонентов приходится на долю NO_x , CO , CH_x , альдегидов RCHO и диоксида серы [4]. По данным этого же источника у бензиновых двигателей объемное содержание NO может достигать до 99 % от всего объема NO_x , при этом монооксид азота является нестабильным компонентом и окисляется до NO_2 в период от 0,5 до 100 ч.

Монооксид углерода CO в бензиновых двигателях, работающих на режимах с низкими коэффициентами избытка воздуха (на режимах холостого хода при $\lambda < 1$), достигает концентрации в ОГ 6–12 %, что составляет значительную величину [4].

Метан CH_4 относится к группе легких газообразных углеводородов и на его долю в бензиновых двигателях приходится 14–58 % от общего содержания в ОГ несгоревших углеводородов, а при значительном содержании легких несгоревших углеводородов отработавшие газы имеют белый цвет так же, как и при содержании большого количества водяных паров.

Кроме того, имеющиеся в ОГ ДВС альдегиды являются продуктами неполного сгорания, преобладают в форме формальдегида HCHO , ацетальдегида CH_3CHO и акролеина CH_2CHCHO и вызывают резкий неприятный запах отработавших газов.

При одновременном воздействии на компоненты рабочего тела разноименных полюсов магнитного поля органолептическим методом было установлено, что исчезает резкий запах ОГ, серый дым меняется на белый или бесцветный и окисление альдегидов можно представить в виде:



Получающийся метан затем, вероятно, окисляется дальше по реакции (2).

Проведенные исследования показали, что в результате снижается одновременно содержание токсичных компонентов CO, CH, NO_x.

Так как плотности топлива и воздуха значительно различаются, то было проведено исследование по влиянию величины магнитных потоков, воздействующих на топливо Φ_{топл} и воздух Φ_{возд}, и их соотношений, определяемых коэффициентом $K = \Phi_{\text{возд}} / \Phi_{\text{топл}}$, на изменение (Δ, %) величин токсичных компонентов CO, CH и NO_x, а также CO₂, O₂, λ для исследуемых режимов по сравнению с серийной системой без магнитного поля, что представлено в табл. 2–4.

В табл. 2 приведены данные четырех опытов при воздействии на воздух магнитным потоком Φ_{возд} от 3,3·10⁻⁴ до 13,2·10⁻⁴ Вб, а на топливо Φ_{топл} в пределах от 1,15·10⁻⁴ до 4,62·10⁻⁴ Вб, но при их одинаковом соотношении $K = 2,85 \div 2,86$. Из полученных данных видно, что уменьшение (Δ, % со знаком «минус») токсичных компонентов CO, CH, NO_x произошло при всех значениях магнитных потоков, а величина этих изменений тем больше, чем выше величина магнитного потока (данные опыта № 4 по сравнению с данными опыта № 1).

Таблица 2

Изменение показателей токсичности (Δ, %) при различных величинах магнитных потоков и одинаковом их соотношении K

Параметры	№ опыта							
	1		2		3		4	
n, мин ⁻¹	700	3000	700	3000	700	3000	700	3000
CO	-6,6	-2,8	-8,6	-16,3	-41,3	-18,7	-42,1	-21,8
CH	-20,8	-2,2	-61,5	-16,4	-1,8	-17,2	-49,8	-14,9
NO _x	-16,7	-9,2	-18,5	-24,2	-35,4	-13,2	-16,7	-18,8
CO ₂	+6,9	+2,2	+4,6	-2,2	+2,9	+6,2	+3,8	-1,5
O ₂	-16,8	-11,6	-64,5	-23,3	+47,5	-12,8	-39,2	-11,6
λ	-0,5	+0,2	-3,3	+1,1	+5,1	+3	+9,5	+2,0
Φ _{возд} · 10 ⁻⁴ , Вб	3,3		4,2		6,6		13,2	
Φ _{топл} · 10 ⁻⁴ , Вб	1,2		1,5		2,3		4,6	
K = Φ _{возд} / Φ _{топл}	2,9		2,9		2,9		2,9	

Увеличение значений CO₂ (Δ, % со знаком «плюс») и уменьшение содержания O₂ (Δ, % со знаком «минус») на большинстве исследуемых режимов согласуются с приведенными выше уравнениями реакции, а повышение коэффициента избытка воздуха λ может свидетельствовать о более качественных процессах смесеобразования и сгорания. В табл. 3 показаны данные семи опытов (№ эксп.) с различными величинами магнитных потоков. Так, на топливо воздействовали Φ_{топл} в пределах от 0,12·10⁻⁴ до 4,6·10⁻⁴ Вб, а на воздух Φ_{возд} в пределах от 3,3·10⁻⁴ до 16,5·10⁻⁴ Вб, в соотношениях $K = 1 \div 31$.

Из представленных данных видно, что при всех исследуемых значениях магнитных потоков получено снижение (Δ, %) всех токсичных компонентов, хотя на процент снижения больше влияет величина магнитных потоков Φ_{возд} и Φ_{топл}, а не их соотношение K. Даже при одинаковых значениях Φ_{возд} и Φ_{топл} (опыт № 1) на всех режимах получено уменьшение CO, CH и NO_x. Сочетание магнитных потоков Φ_{возд} и Φ_{топл}, при которых получено минимальное и максимальное снижение каждого токсичного компонента, а также наилучшее сочетание их уменьшения одновременно для CO, CH и NO_x представлены в табл. 4. Для каждого токсичного компонента минимальное и максимальное уменьшение соответствует своему сочетанию значений Φ_{возд} и Φ_{топл}, а более оптимальные снижения всех трех компонентов, соответствует наибольшим магнитным потокам Φ_{топл} = 4,62·10⁻⁴ Вб и Φ_{возд} = 16,5·10⁻⁴ Вб.

Из представленных данных видно, что на всех исследуемых режимах с обработкой магнитным полем топлива и воздуха получено снижение в отработавших газах токсичных компонентов

Контроль и испытания

CO, CH и NO_x и кислорода O₂ (отрицательные значения Δ, %), а также некоторое повышение диоксида углерода CO₂ (положительные значения Δ). Поскольку диоксид углерода является конечным продуктом сгорания углеводородного топлива, то повышение его концентрации в ОГ является подтверждением того, что процесс сгорания в двигателе протекает более полно.

Таблица 3

Изменение показателей токсичности (Δ, %) при различных величинах магнитных потоков и коэффициента К

Параметр	№ эксперимента													
	1		2		3		4		5		6		7	
n, min^{-1}	700	3000	700	3000	700	3000	700	3000	700	3000	700	3000	700	3000
CO	-51,7	-24,2	-47,8	-24,6	-66,5	-22	-58	-24,6	-21,8	-19,2	-19,6	-1,3	-16,6	-0,2
CH	-6	-1,5	-12,2	-21,5	-51,4	-17,5	-13,3	-21,5	-34,5	-43,9	-46,2	-10,2	-21,9	-12
NO _x	-24	-12,4	-40	-14,9	-25,9	-16,7	-37,5	-14,9	-18,7	-11,5	-27,8	-15,1	-1,25	-9,9
CO ₂	-0,76	0	+3	+3,8	+4,6	-2,9	+1,5	+3,8	-6,6	-5,4	+7,6	+2,2	0	+0,8
O ₂	+0,9	-11,6	+25	-6,25	-33,2	-16,2	+51,7	-6,25	+20	-7,7	-43,9	-11,6	-9,4	-9,4
λ	+3,5	+2,4	+5,2	+2,9	+2,7	-1,9	+5,6	+2,9	+2,9	+2,3	-3,2	+0,1	+3,6	+0,1
$\Phi_{\text{возд}} \cdot 10^{-4}, \text{Вб}$	3,3		5,0		16,5		5,0		7,4		9,9		3,7	
$\Phi_{\text{топл}} \cdot 10^{-4}, \text{Вб}$	3,4		2,4		4,6		1,1		1,6		1,2		0,1	
$K = \Phi_{\text{возд}} / \Phi_{\text{топл}}$	0,9		2,1		3,6		4,6		4,7		8,6		31,5	

Таблица 4

Минимальное и максимальное изменение (Δ, %) показателей токсичности с магнитной обработкой топлива и воздуха по сравнению с показателями без обработки магнитным полем

Параметр	CO				CH				NO _x				CO, CH, NO _x лучшие	
	min		max		min		max		min		max			
n, min^{-1}	700	3000	700	3000	700	3000	700	3000	700	3000	700	3000	700	3000
CO	-6,6	-2,8	-58	-24,6	-51,7	-24,2	-21,8	-19,2	-16,6	-0,2	-47,8	-24,6	-66,5	-22
CH	-20,8	-2,2	-13,3	-21,5	-6	-1,5	-34,9	-43,9	-21,9	-12	-12,2	-21,5	-51,4	-17,5
NO _x	-16,7	-9,2	-37,5	-14,9	-24	-12,4	-18,7	-11,5	-1,3	-9,9	-40	-14,9	-25,9	-16,7
CO ₂	6,8	2,2	1,5	3,8	-0,76	0	-6,6	-5,4	0	0,8	3	3,8	4,6	-2,9
O ₂	-16,8	-11,6	51,7	-6,25	0,9	-11,6	20	-7,7	-9,4	-9,4	25	-6,25	-33,2	-16,2
λ	-0,5	0,22	5,6	2,9	3,5	2,4	2,9	2,3	3,6	0,1	5,2	2,9	2,7	-1,9
$\Phi_{\text{топл}} \cdot 10^{-4}, \text{Вб}$	1,2		1,1		3,5		1,6		0,1		2,4		4,6	
$\Phi_{\text{возд}} \cdot 10^{-4}, \text{Вб}$	3,3		5		3,3		7,4		3,7		5		16,5	

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- одновременным воздействием разноименными полюсами постоянного магнитного поля на топливо и воздух бензинового двигателя можно одновременно снизить содержание трех токсичных компонентов CO, CH и NO_x в отработавших газах двигателя;
- снижение токсичных компонентов при этом можно достигнуть, воздействуя даже слабыми магнитными потоками на топливо от $0,12 \cdot 10^{-4}$ до $4,6 \cdot 10^{-4}$ Вб; на воздух – от $3,3 \cdot 10^{-4}$ до $16,5 \cdot 10^{-4}$ Вб;
- происходит одновременное снижение токсичных компонентов CO, CH и NO_x на бензиновых двигателях с карбюраторами;
- устройства для магнитной обработки с использованием постоянного магнитного поля просты в конструктивном исполнении, а следовательно, могут иметь малую стоимость.

Литература

1. Марков, В.А. Токсичность отработавших газов дизелей: моногр. / В.А. Марков, Р.М. Баширов, И.И. Габитов. – М.: Изд-во МГТУ им. М.Э. Баумана, 2002. – 376 с.
2. 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.

3. Покровский, Г.П. Электронное управление автомобильными двигателями: учеб. для вузов / Г.П. Покровский, Е.А. Белов, С.Г. Драгомиров. – М.: Машиностроение, 1994. – 350 с.

4. Звонов, В.А. Токсичность двигателей внутреннего сгорания: учеб. для вузов / В.А. Звонов. – М.: Машиностроение. – 160 с.

Поступила в редакцию 26 сентября 2012 г.

Морозова Вера Сергеевна. Доктор технических наук, профессор кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта», Южно-Уральский государственный университет. Область научных интересов – впрыскивание топлива в дизелях, экология транспорта. E-mail: Vera_Morozova_38@mail.ru

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

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

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

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

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