

## **СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ПУТЕМ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ**

**А.Р. Кобелева, К.В. Ваганов**

Пермский государственный технический университет

*Разработан способ снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу путем использования метода модифицирования состава дизельного топлива добавками, изменяющими процесс горения топливных смесей и снижающими образование токсичных веществ в отработавших газах дизельных двигателей.*

При сжигании дизельных топлив в двигателях внутреннего сгорания выделяются токсичные газы: оксиды углерода (II) CO, азота NO<sub>x</sub>, серы SO<sub>x</sub>, углеводороды, альдегиды и сажа.

Установлено [1], что перспективным способом снижения выбросов в атмосферу при работе дизельных двигателей внутреннего сгорания является метод модифицирования дизельного топлива добавками. Исследованы добавки, вводимые в дизельное топливо, состава Д1 – Д5. Составы модифицирующих добавок отличаются типами спиртов, наличием аммиакообразующего компонента и концентрацией эмульгатора [2].

Для изучения эмиссии токсичных газов, образующихся при сжигании топливных смесей, модифицированных добавками различного состава, была собрана установка по сжиганию дизельного топлива.

Модифицированная топливная эмульсия под действием внутреннего давления в сжигающем устройстве нагнеталась через подающую трубку на распыляющую форсунку, где происходило ее воспламенение. Содержание вредных компонентов отработанных газов, находящихся в газовой кювете, анализировали при помощи газоанализатора ECOM-SG PLUS. В составе отработавших газов определяли концентрации следующих веществ: CO, NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, CO<sub>2</sub>.

Были определены составы добавок, вводимых в дизельное топливо, способствующих снижению эмиссии вредных выбросов. Результаты экспериментов приведены в табл. 1.

**Влияние типа и количества добавок к дизельному топливу  
на концентрацию вредных веществ в продуктах горения**

Состав модифицированной топливной смеси, % об.							Концентрация С, мг/м <sup>3</sup>			
Дизельное топливо	Эмульгатор	Д1	Д2	Д3	Д4	Д5	CO	NO	SO <sub>2</sub>	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> масс. %
100	-	-	-	-	-	-	247	11,3	168	0,075
97,5	0	2,5	-	-	-	-	172,3	9,7	57,3	0,067
95	2,5	2,5	-	-	-	-	62,7	9,0	29,3	0,053
92,5	5	2,5	-	-	-	-	152,7	10	56,0	0,070
95	2,5	-	2,5	-	-	-	131,8	2,7	62,8	0,030
92,5	5	-	2,5	-	-	-	194,8	2,7	102	0,045
82,5	10	-	7,5	-	-	-	211,7	3,0	132	0,047
94,96	2,5	-	2,5	0,04	-	-	183,7	3,7	105,9	0,060
97,48	0	2,5	-	0,02	-	-	182,7	9,7	59,0	0,077
97,46	0	2,5	-	0,04	-	-	92,7	2,0	40,3	0,033
94,98	2,5	2,5	-	0,02	-	-	209,3	9,0	97,3	0,057
94,96	2,5	2,5	-	0,04	-	-	49,0	3,3	34,3	0,060
94,98	3	2	-	0,02	-	-	185,0	2,7	84,3	0,043
97,48	2,5	-	-	0,02	-	-	107,7	9,3	31,7	0,073
97,48	-	-	-	0,02	2,5	-	91,3	9,0	20,7	0,070
95	2,5	-	-	-	-	2,5	140,7	2,3	64,0	0,037

Методом ИК-Фурье спектроскопии определили зависимость изменения концентрации вредных выбросов от времени горения модифицированного топлива [3]. Результаты представлены на рисунке.

В результате газового ИК-Фурье-анализа было показано, что вводимые добавки Д1 – Д5 снижают эмиссию вредных выбросов в окружающую среду: по оксиду углерода на 50–75 %, по оксиду азота – на 60–70 %. И наблюдается снижение содержания в отходящих газах углеводородов в 2–2,5 раза.

По результатам экспериментальных исследований по горению модифицированного дизельного топлива, а также на основании анализа литературных данных, термодинамических расчетов и материальных балансов процесса горения дизельных топлив было установлено, что снижение эмиссии вредных оксидов протекает параллельно по окислительным и восстановительным реакциям.

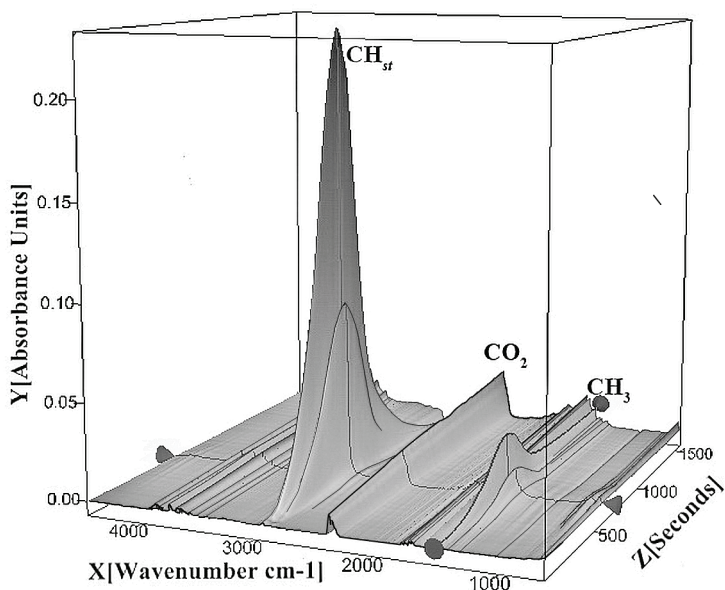


Рис. Изменение состава продуктов горения модифицированного дизельного топлива

Установлено, что чем выше концентрации добавки в топливной эмульсии, тем меньше выбросы загрязняющих веществ. Предельные концентрации исследованных добавок в топливе ограничиваются условиями стабилизации эмульсий и нормами международных стандартов Евро-4 и Евро-5.

Опытные испытания по горению модифицированного дизельного топлива подтвердили эффективность использования добавок Д1–Д5, вводимых в дизельное топливо, снижающих выбросы в окружающую среду.

Среднестатистические данные по составу отработанных газов, полученных при работе реального дизельного двигателя на контрольном топливе и различных составах модифицированных добавками Д1 – Д5 топлив, приведены в табл. 2.

Рассчитанный предотвращенный экологический ущерб от предполагаемого снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу дизельных двигателей внутреннего сгорания при введении добавок в топливо на территории Пермского края составляет 15,450 млн руб. в год.

Таблица 2

**Концентрации вредных веществ в отходящих газах  
и эффективность снижения выбросов при работе дизельного  
двигателя на модифицированных топливных смесях**

Модифицированные дизельные смеси	Концентрация вредных веществ и эффективность снижения выбросов							
	СО, мг/м <sup>3</sup>	Снижение выбросов, %	NO, мг/м <sup>3</sup>	Снижение выбросов, %	NO <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Снижение выбросов, %	C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> , %	Снижение выбросов, %
Дизельное топливо	697±10	0	246±40	0	170±10	0	0,1±0,01	0
Дизельное топливо 1	116±20	80–86	70±10	67–76	39±5	74–80	0,04±0,01	50–70
Дизельное топливо 2	242±25	62–83	120±5	49–53	42±5	72–78	0,07±0,01	20–40
Дизельное топливо 3	187±15	71–75	125±10	45–53	62±5	61–67	0,06±0,01	30–50
Дизельное топливо 4	161±23	74–83	96±10	57–95	55±5	65–70	0,04±0,01	50–70

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Установлено, что эффективными добавками для снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при горении топлив являются добавки состава Д1 – Д5, различающиеся типом и концентрацией спиртов, наличием аммиакообразующего компонента, эмульгатора.

2. Предложен и теоретически обоснован химизм действия добавок в дизельном топливе на снижение эмиссии вредных выбросов.

3. В лабораторных условиях установлен состав отходящей газовой фазы, образующейся при горении дизельного топлива. Экспериментально доказано, что вводимые добавки Д1 – Д5 позволяют снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу: по оксиду углерода на 75–80 %, по оксиду азота – на 65–70 %, по оксидам серы – на 80–87 %.

4. Опытные испытания добавок в дизельном топливе в реальных условиях работы дизельного двигателя показали высокую эффективность влияния добавок на снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

5. Определен предотвращенный экологический ущерб (15,451 млн руб. в год) от предполагаемого снижения выбросов загрязняющих ве-

ществ в атмосферу дизельных двигателей внутреннего сгорания на территории Пермского края при использовании модифицирующих добавок в дизельном топливе.

### Список литературы

1. Данилов А.М. Применение присадок в топливах. – М.: Мир, 2005. – 288 с.
2. Разработка состава композиционной добавки в дизельное топливо, снижающей эмиссию вредных выбросов / А.Р. Кобелева [и др.] // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2008. – № 12. – С. 48–50.
3. Крылов А.С., Втюрин А.Н., Герасимова Ю.В. Обработка данных инфракрасной фурье-спектроскопии: метод. пособие / Препринт № 832 Ф.; Ин-т физики СО РАН. – Красноярск, 2005. – 48 с.

Получено 16.08.2010