

**Ф.Ф. Чаусов,  
Ю.Н. Германов,  
Г.А. Раевская**

**Малое инновационное  
предприятие "Фрактал",  
Центр научных исследований  
Удмуртского государственного  
университета**

# Вам нужен ЧИСТЫЙ бензин?

**С**остояние окружающей среды в значительной степени (в крупных промышленных центрах — более чем наполовину) определяется поступлением вредных веществ от двигателей внутреннего сгорания, используемых на транспорте и в стационарных энергетических установках. Прогресс в двигателестроении приводит к сокращению количества вредных выбросов, но актуальность проблемы не снижается (табл. 1).

Количество вредных выбросов зависит от ряда факторов: во-первых, от типа и конструктивных особенностей двигателя; во-вторых, от точности регулировки и культуры эксплуатации двигателя; в-третьих, от качества используемого топлива. Пути и средства управления этим последним фактором и рассматриваются в настоящей статье.

Все вредные вещества, за исключением оксидов азота, образуются из соединений, входящих в состав используемого топлива.

Значительная часть вредных выбросов при работе двигателя образуется из-за присутствия в топливе твердых инородных частиц, а также высокомолекулярных и серусодержащих соединений в виде коллоидных частиц. Количество вредных выбросов можно существ-

венно снизить, удалив эти посторонние частицы при помощи фильтра.

Эффективность очистки топлива зависит от выбранного фильтровального материала, который должен иметь достаточно малые поры, чтобы задерживать основную часть загрязнений, и не оказывать большого сопротивления прохождению топлива. Фильтровальные материалы, традиционно используемые для очистки топлива, не удовлетворяют этим требованиям. Так, фильтровальная бумага марки БФМ, имеющая среднюю тонкость отсева около 12 мкм, металлические и пластмассовые сетки обладают небольшим сопротивлением, но не задерживают мелкие твердые частицы и коллоидные примеси. Фильтровальная бумага марки ФОБ со средней тонкостью отсева около 4 мкм создает большое сопротивление потоку фильтруемого топлива.

Исследования показали, что сочетать высокую эффективность и малое сопротивление способны фильтровальные материалы с фрактальной структурой [1]. Такую структуру имеет фильтровальный материал "ТЕФМА" (ТУ 5439-001-50344934-99).

Сравнительный расчет эффективности фильтровального материала "ТЕФМА" и бумаги ФОБ можно

провести на примере очистки дизельного топлива. Статистические данные [2] о распределении частиц загрязнений в дизельном топливе по размерам приведены ниже.

Размеры частиц, мкм	Доля частиц
До 2	0,8633
2 — 4	0,0806
4 — 6	0,0334
6 — 8	0,0136
8 — 10	0,0059
10 — 15	0,0031
15 — 20	0,0001
20 — 30	0

Как показано на рис. 1, это распределение хорошо описывается уравнением

$$r(x) = \frac{1}{1,053 x} e^{-\frac{(\ln x - 0,193)^2}{0,353}}$$

где  $r(x)$  — доля частиц диаметром  $x$ ,  $e \approx 2,72$ . Фракционный коэффициент отсева бумаги ФОБ удовлетворяет выражению  $\varphi_{\text{ФОБ}}(x) = 1 - e^{-0,15x}$ , а фракционный коэффициент отсева фильтровального материала "ТЕФМА"  $\varphi_{\text{ТЕФМА}}(x) = 1 - e^{-x}$ . Соответственно состав загрязнений в дизельном топливе, отфильтрованном через бумагу ФОБ, будет описываться функцией  $r_{\text{ФОБ}}(x) = r(x)[1 - \varphi_{\text{ФОБ}}(x)]$ , а в топливе, отфильтрованном через фильтровальный материал "ТЕФМА", функцией  $r_{\text{ТЕФМА}}(x) = r(x)[1 - \varphi_{\text{ТЕФМА}}(x)]$ . Графики этих функций изображены на рис. 1, из которого можно видеть, что бумага ФОБ задерживает лишь небольшую часть загрязнений, а фильтровальный материал "ТЕФМА" значительно снижает содержание загрязнений. Общее содержание загрязнений в топливе, прошедшем через бумагу ФОБ, составляет

$$\int_0^{\infty} \{r(x)[1 - \varphi_{\text{ФОБ}}(x)]\} dx = 0,82,$$

**Таблица 1. Содержание вредных веществ в выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания различных типов, %**

Вещество	Двигатель с искровым зажиганием	Дизельный двигатель
Оксид углерода (CO)	1,0 — 1,5	0,1 — 0,2
Углеводороды (CH)	0,5 — 0,7	0,04 — 0,06
Альдегиды (R-COH)	До 0,03	До 0,002
Углерод (C)	Ничтожно мало	0,1 — 0,6
Диоксид серы (SO <sub>2</sub> )	До 0,01	До 0,03
Оксиды азота (NO + NO <sub>2</sub> )	0,001 — 0,01	0,1 — 0,25



или 82 % первоначального количества загрязнений; в топливе же, очищенном при помощи фильтровального материала "ТЕФМА", содержание загрязнений составляет

$$\int_0^{\infty} \{r(x)[1 - \varphi_{\text{ТЕФМА}}(x)]\} dx = 0,30,$$

или 30 % первоначального. Следовательно, фильтровальный материал "ТЕФМА" очищает топливо почти в 3 раза эффективнее, чем фильтровальная бумага ФОБ. Это позволяет значительно снизить количество вредных выбросов при питании двигателя топливом, отфильтрованным через фильтровальный материал "ТЕФМА".

Фильтры тонкой очистки топлива на основе фильтровального материала "ТЕФМА" были установлены на автомобилях, принадлежавших различным организациям в городах Тверь (Россия) и Киев (Украина). Автомобили, оборудованные такими фильтрами, эксплуатировались в обычном режиме работы (езда по городу) и заправлялись бензином на различных городских автозаправочных станциях. При этом контролировали содержание СО в выхлопных газах. Основные статистические данные о содержании СО в выхлопных газах автомобилей приведены в табл. 2. На рис. 2 приведен корреляционный график, показывающий взаимную связь содержания СО в выхлопных газах при использовании неотфильтрованного и очищенного бензина.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что применение фильтровального мате-

риала "ТЕФМА" для тонкой очистки бензина позволяет снизить содержание СО в выхлопных газах двигателей на 35 %. Кроме того, прекратились отказы двигателей из-за засорения карбюратора механическими включениями и смолистыми отложениями.

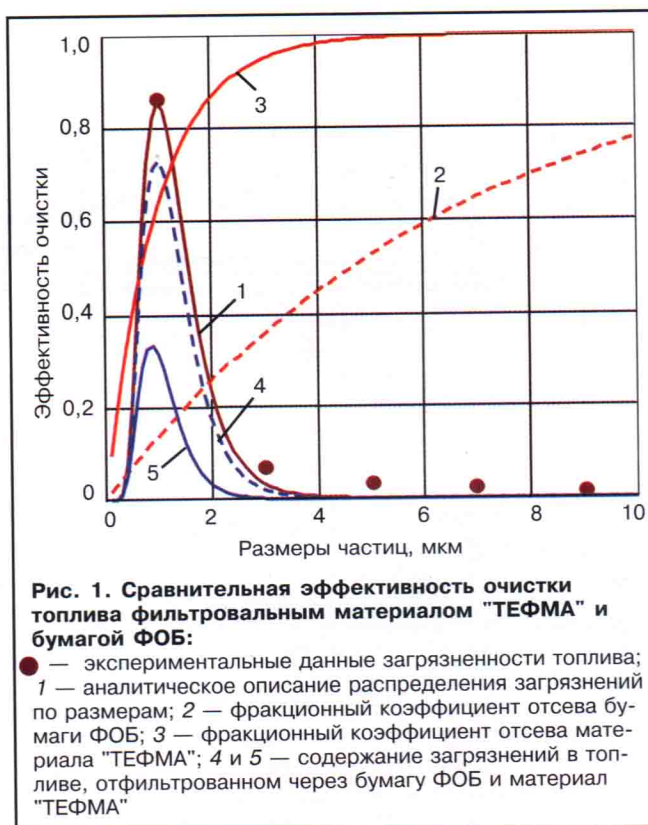
Таким образом, при использовании фильтровального материала "ТЕФМА" для очистки топлива, предназначенного для двигателей внутреннего сгорания, существенно сокращаются вредные выбросы в окружающую среду.

Однако наладить массовый выпуск фильтров тонкой очистки с использованием фильтровального материала "ТЕФМА" для всех типов двигателей внутреннего сгорания сегодня не представляется возможным.

Специалистами предприятия "Фрактал" были разработаны фильтры тонкой очистки бензина и дизельного топлива на основе фильтровального материала "ТЕФМА", предназначенные для установки на нефтебазах, скла-

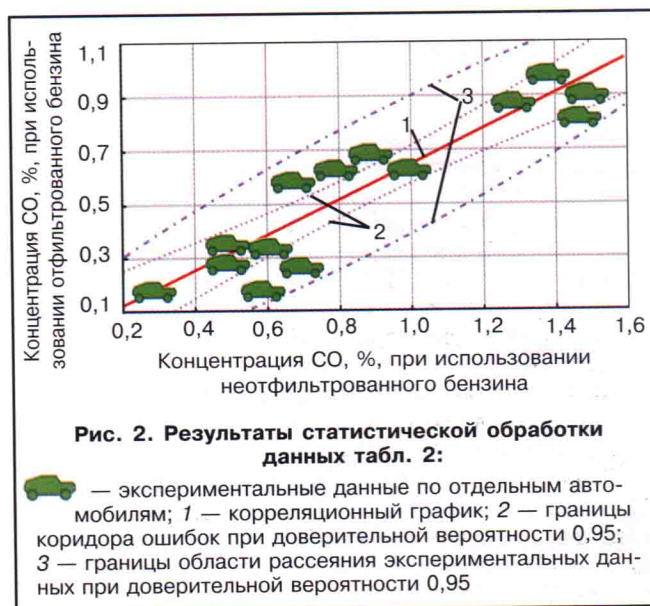
дах горюче-смазочных материалов и автозаправочных станциях (рис. 3). Использование этих фильтров дает возможность заливать в топливные баки уже очищенное топливо. Это позволит не только снизить вредные выбросы при работе двигателя, но и предотвратить загрязнение топливных баков.

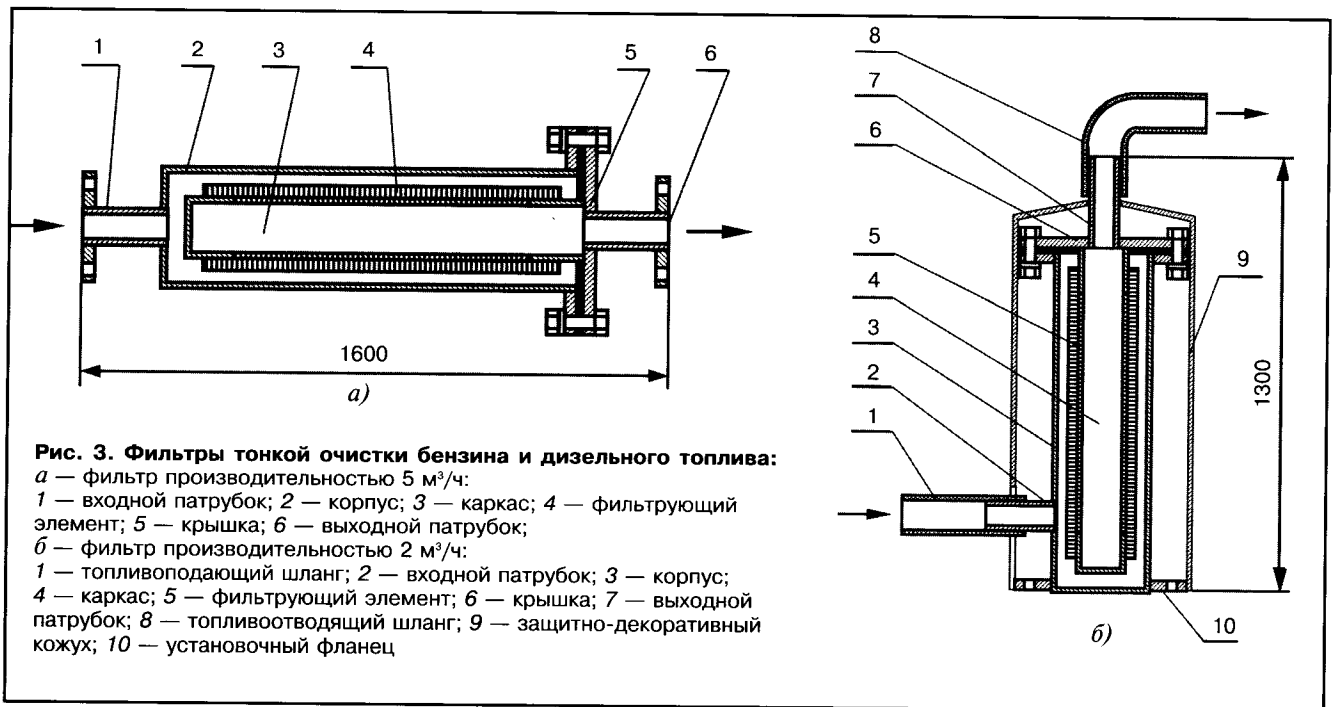
На рис. 3, а показан фильтр для очистки топлива на нефтебазах, складах горюче-смазочных материалов и на автозаправочных станциях при заливании топлива в



**Таблица 2. Статистические данные о содержании СО в выхлопных газах автомобилей при использовании неотфильтрованного бензина и бензина, отфильтрованного через фильтровальный материал "ТЕФМА"**

Марка автомобиля	Содержание СО в выхлопных газах, %, при использовании бензина	
	неотфильтрованного	отфильтрованного
"Волга" ГАЗ-31029	0,30	0,20
"Волга" ГАЗ-24	0,50 — 1,00	0,30 — 0,65
"Газель"	0,55 — 0,90	0,35 — 0,70
"Москвич - 4121"	1,50	0,90
"Жигули" ВАЗ-21013	0,60 — 1,50	0,35 — 0,85
"Жигули" ВАЗ-2105	0,70	0,60
УАЗ-469	1,40	1,00
BMW-520	0,70	0,30
Средняя величина и доверительный интервал при доверительной вероятности 0,95	0,88 ± 0,23	0,57 ± 0,16





**Рис. 3. Фильтры тонкой очистки бензина и дизельного топлива:**

*а* — фильтр производительностью 5 м<sup>3</sup>/ч:

1 — входной патрубок; 2 — корпус; 3 — каркас; 4 — фильтрующий элемент; 5 — крышка; 6 — выходной патрубок;

*б* — фильтр производительностью 2 м<sup>3</sup>/ч:

1 — топливоподающий шланг; 2 — входной патрубок; 3 — корпус; 4 — каркас; 5 — фильтрующий элемент; 6 — крышка; 7 — выходной патрубок; 8 — топливоотводящий шланг; 9 — защитно-декоративный кожух; 10 — установочный фланец

расходные емкости. Установка таких фильтров помимо обеспечения потребителей чистым топливом позволяет предотвратить загрязнение цистерн и расходных емкостей на автозаправочных станциях. Производительность такого фильтра составляет 5 м<sup>3</sup> топлива в час.

На рис. 3, б изображен фильтр, предназначенный для установки на автозаправочных станциях в комплексе с топливораздаточной колонкой. Он обеспечивает очистку топлива непосредственно перед заправкой в топливный бак. Производительность фильтра 2 м<sup>3</sup> топлива в час, что достаточно для современных топливораздаточных колонок как отечественного, так и импортного производства. Фильтр имеет защитно-декоративный кожух, дающий возможность устанавливать его под открытым небом или под навесом, без переделки существующих инженерных сооружений автозаправочной станции. При установке фильтра шланг топливораздаточной колонки соединяется с входным штуцером фильтра и служит для подвода топлива, а очищенное топливо через шланг, присоединенный к выходному штуцеру фильтра, подается потребителю.

Значительная часть вредных веществ, выделяющихся при работе двигателей внутреннего сгорания, образуется из-за присутствия в топливе твердых инородных частиц, а также высокомолекулярных и серосодержащих веществ в коллоидном и взвешенном виде. С помощью фильтровального материала "ТЕФМА" можно удалить из топлива основную часть примесей, которые приводят к выделению вредных веществ при работе двигателя.

Использование фильтровального материала "ТЕФМА" для очистки бензина позволяет снизить содержание СО в выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания на 35 %.

Для очистки бензина и дизельного топлива на нефтебазах, складах горюче-смазочных материалов и автозаправочных станциях разработаны стационарные фильтры тонкой очистки на основе фильтровального материала "ТЕФМА".

#### Литература

1. Чаусов Ф.Ф., Германов Ю.Н. Фрактальная размерность и эксплуатационные показатели волокнистых фильтровальных материалов // Химическое и нефтяное машиностроение. 2000. № 4.

2. Аквис Ю.М., Кожевников Л.А. Методы испытаний средств очистки топлив и масел и разработка рекомендаций по стандартизации технологических испытаний судовых центробежных сепараторов // Труды Всесоюзного совещания "Улучшение очистки воздуха, масла и топлива в двигателях внутреннего сгорания с целью повышения их долговечности". М., 1973. ■