
УДК 629.331:502.3

Оптимизация параметров блочного нейтрализатора отработавших газов дизельных двигателей автотракторной техники

**Канд. техн. наук Д. А. ЧЕРНЕЦОВ (Тамбовский политехнический техникум, black777780@mail.ru),
д-р техн. наук В. П. КАПУСТИН (Тамбовский ГТУ)**

Аннотация. Приведены основные факторы, влияющие на топливную экономичность дизельных двигателей. Проведена оптимизация параметров блочного нейтрализатора отработавших газов (ОГ) дизелей.

Ключевые слова: токсичность отработавших газов, топливная экономичность, дизель, блочный нейтрализатор, оптимальные параметры.

Parameter optimization of a modular diesel exhaust converter for automotive equipment

**D. A. CHERNETSOV (Tambov Polytechnic College, black777780@mail.ru),
V. P. KAPUSTIN (Tambov State Technical University)**

Summary. The article presents the main factors influencing on fuel efficiency of diesel engines. Parameter optimization of a modular diesel exhaust converter has been carried out.

Keywords: exhaust gases toxicity, fuel economy, diesel engine, modular converter, optimal parameters.

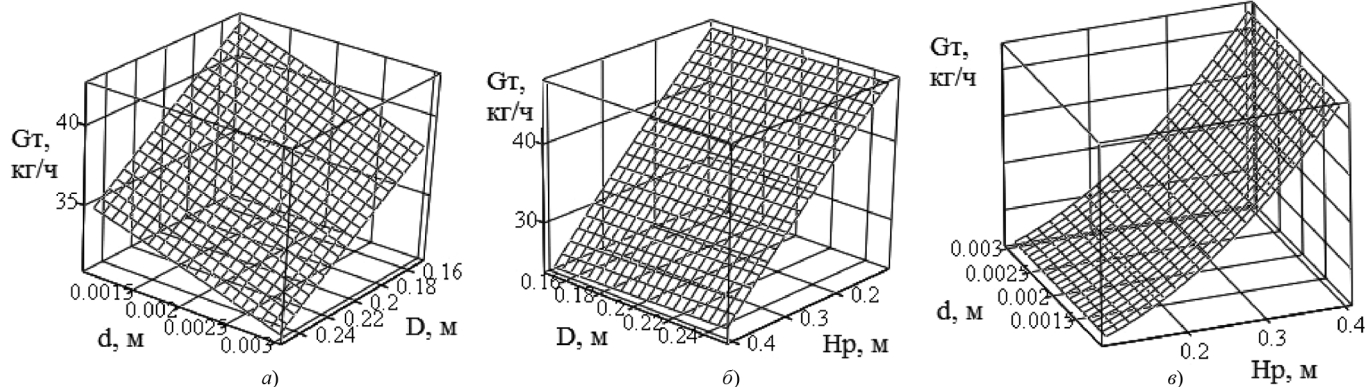
Начало третьего тысячелетия ознаменовалось не только бурным развитием транспорта и малой энергетики, но и ростом техногенного воздействия поршневых двигателей на окружающую среду.

Один из способов снижения выбросов загрязняющих веществ с ОГ дизелей — установка средств очистки в выпускной системе. Указанный способ позволяет без весомых изменений конструкции двигателей обеспечить эффективную очистку ОГ от токсичных компонентов, однако приводит к увеличению расхода топлива в среднем на 5—10 % [1].

В связи с этим задача повышения топливной экономичности дизелей, оснащенных блочными нейтрализаторами ОГ, имеет существенное значение для сельского хозяйства.

Топливная экономичность дизелей сельхозмашин характеризуется рядом факторов, поэтому в качестве гипотезы исследования предположим, что расход топлива зависит от нескольких параметров блочного нейтрализатора:

$$Q = f(x_1, x_2, \dots, x_n),$$



Зависимость часового расхода топлива от:

a — диаметров реактора и трубок катализатора; *b* — диаметра и высоты реактора катализатора; *c* — высоты реактора и диаметра трубок катализатора

где *Q* — часовой расход топлива дизелем сельхозмашины с блочным нейтрализатором в эксплуатации, кг/ч; *x_i* — факторы, влияющие на величину часового расхода топлива дизелем с блочным нейтрализатором.

Таблица 1

Матрица плана эксперимента

Уровни и интервалы варьирования факторов	Фактор	Критерии оптимизации		
	Диаметр реактора <i>D_p</i> , м	Высота реактора <i>H_p</i> , м	Диаметр трубки <i>d</i> , м	Часовой расход топлива <i>G_T</i> , кг/ч
	<i>x₁</i>	<i>x₂</i>	<i>x₃</i>	<i>y</i>
Верхний уровень (+)	0,25	0,4	0,003	—
Основной уровень (0)	0,2	0,3	0,002	—
Нижний уровень (-)	0,15	0,2	0,001	—
Интервал варьирования	0,05	0,1	0,001	—
План опытов				
1	+	+	0	36,8
2	-	-	0	40,8
3	+	-	0	34,6
4	-	+	0	42,5
5	+	0	+	34,9
6	-	0	-	42,3
7	+	0	-	35
8	-	0	+	41,7
9	0	+	+	38,2
10	0	-	-	39,8
11	0	+	-	41,6
12	0	-	+	35,2
13	0	0	0	38,6
14	0	0	0	38,6
15	0	0	0	38,6

Таблица 2

Результаты оптимизации

Оптимальный параметр	Оптимальные критерии		
<i>D_p</i> , м	<i>H_p</i> , м	<i>d</i> , м	<i>G_T</i> , кг/ч
0,245	0,3	$2 \cdot 10^{-3}$	34,7

Расход топлива напрямую зависит от процесса его сгорания. При неполном сгорании выделяется меньшее количество теплоты, т. е. снижается коэффициент полезного действия двигателя внутреннего сгорания (ДВС), и увеличивается содержание токсичных компонентов в ОГ.

Оптимизация заключается в аппроксимации зависимостей критериев эффективности конструкции по результатам экспериментальных данных и выборе оптимальных параметров устройства.

Критерием эффективности устройства служит часовой расход топлива дизельным ДВС. Оптимизация параметров нейтрализатора ОГ заключается в нахождении минимума функции:

$$\text{extr}(G_T) \rightarrow \min(G_T).$$

Наиболее важные факторы данных функций: диаметр и высота реактора, диаметр трубок катализатора.

Для решения поставленной задачи и получения математической модели эксперимента реализован трехуровневый план Бокса—Бенкина [2].

План эксперимента и уровни варьирования факторов представлены в табл. 1.

Раскодированные уравнения имеют вид:

$$G_T = 54,7625 - 65,5D_p - 9,125H_p - 2287,5d + 25D_pH_p + 2500D_pd + 3000H_pd - 30D_p^2 + 15H_p^2 - 5 \cdot 10^4d^2.$$

На рисунке представлены графики поверхности отклика зависимости часового расхода топлива от геометрических параметров блочного нейтрализатора ОГ при постоянных $d = 0$; $H_p = 0$; $D_p = 0$.

Анализ рис. *a* показывает, что с увеличением диаметров реактора и трубок блочного катализатора часовой расход топлива снижается, что объясняется более низким коэффициентом газодинамического сопротивления.

Анализ поверхности отклика, представленной на рис. *b*, показывает, что с увеличением диаметра реактора и уменьшением его высоты расход топлива дизельным двигателем снижается, что обусловлено уменьшением коэффициента газодинамического сопротивления катализатора из-за уменьшения плотности укладки трубок.

Окончание статьи Д. А. Чернецова и В. П. Капустина. Начало см. на стр. 5

Анализ поверхностей отклика, представленных на рис. 6, показывает, что с уменьшением диаметра гранул катализатора и высоты реактора расход топлива снижается, что объясняется низким газодинамическим сопротивлением.

Результаты оптимизации блочного нейтрализатора ОГ дизелей приведены в табл. 2 [3].

Выводы

1. В результате исследований установлено, что основные факторы, влияющие на топливную экономичность дизелей при установке блочных нейтрализаторов ОГ, — диаметр и высота реактора, диаметр трубок блочного нейтрализатора.

2. Получена эмпирическая модель, адекватно описывающая влияние исследуемых факторов на показатели топливной экономичности дизельных двигателей.

3. Максимальное снижение расхода топлива дизелем с нейтрализатором ОГ достигается при следующих параметрах устройства:

- диаметр реактора $D_p = 0,245$ м;
- высота реактора $H_p = 0,3$ м;
- диаметр гранул катализатора $d_T = 0,002$ м.

Литература и источники

1. **Чернецов Д. А., Капустин В. П.** Оптимизация параметров комбинированного устройства снижения токсичности отработавших газов дизелей // Тракторы и сельхозмашины. — 2013, № 3.
2. **Рейзлин В. И.** Численные методы оптимизации: Учеб. пособие. — Томск: Изд-во Томского политех. ун-та, 2011.
3. **Харчистов Б. Ф.** Методы оптимизации: Учеб. пособие. — Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004.