

для 27 трехкамерных вариантов глушителя и 9 вариантов с 2 камерами и выбрать наиболее приемлемую по уровню шума выпуска комбинацию камер. Как правило, заглушение будет максимальным в случае, если камеры с более высоким уровнем внутреннего шума расположены перед камерами, "внутренний" шум которых имеет меньший уровень.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Выбор оптимального проходного сечения глушителя шума выпуска дизеля / И.А. Коваль, Г.Д. Савран, Г.Л. Финкель и др. // Тракторы и сельхозмашины. 1978. № 6.
2. Борьба с шумом на производстве / Е.Я. Юдин, Л.А. Борисов, И.В. Горенштейн и др.; Под общ. ред. Е.Я. Юдина. М., 1985. 3. ОСТ 23.3.23-88. ССБТ. Дизели тракторные и комбайновые. Предельные значения шумовых и вибрационных характеристик. Методы определения. М., 1989. 4. Fukuda M., Kojima N., Iwashita T. A Study of Mufflers with Air Flow // JSME Bulletin. 1983. No 214.

УДК 621.431

ЛЕТАН ДЫК (БПИ)

### УСТАНОВКА ДЛЯ УСКОРЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ НА КОКСОВАНИЕ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ФОРСУНОК АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Эффективность, экономичность и надежность работы тракторных двигателей в значительной степени определяются работой топливной аппаратуры и, в частности, ее конечного звена — распылителя форсунок. Надежность и ресурс работы распылителей форсунок сравнительно невысоки, и отказы в их работе встречаются весьма часто.

Опыт эксплуатации автотракторных дизелей показывает, что нагарообразование в сопловом аппарате распылителей форсунок нередко наблюдается при наработке до 500 моточасов. Оценить стойкость распылителей против закоксовывания можно на основе эксплуатационных испытаний. Однако эти испытания требуют значительных производственных затрат, а ценность их результатов снижается ввиду морального старения образцов [1].

Основным фактором, определяющим коксование распылителей, является их температура. Поэтому в основу ряда установок для ускоренных испытаний распылителей положено требование повышения температуры носка распылителя, что достигается выбором режима испытаний, применением двухразовой подачи топлива, опытной головки цилиндров, установкой форсунки в выхлопном коллекторе дизеля и т.д.

В предлагаемой установке повышение температуры распылителя осуществляется главным образом увеличением температуры поступающего в цилиндр воздуха. Такой способ регулирования температуры распылителя выбран с учетом особенностей эксплуатации дизелей в климатических условиях Вьетнама. Дополнительными факторами, влияющими на повышение температуры распылителя при ускоренных испытаниях на коксование, являются поло-

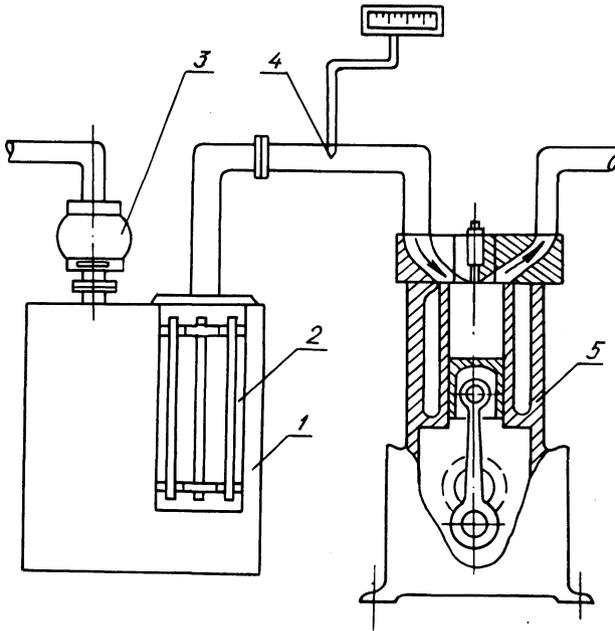


Рис. 1. Установка для ускоренных испытаний распылителей на коксование:  
 1 — успокоительный ресивер; 2 — трубчатые электронагреватели; 3 — газовый счетчик;  
 4 — хромель-копелевая термопара; 5 — дизель 4Ч11/12,5

Табл. 1. Таблица матрицы плана и результатов опытов

Номер опыта	$X_1$			$X_2$			$X_3$			$X_1^2$	$X_2^2$	$X_3^2$	$T_n, ^\circ C$	
	Код	$^{\circ}C$	Код	мм	Код	град	$X_1 X_2$	$X_1 X_3$	$X_2 X_3$				опыт- ная	рас- чет- ная
1	+	90	+	3	0	26	+	0	0	+	+	0	252	248
2	-	50	-	1	0	26	+	0	0	+	+	0	198	202
3	+	90	-	1	0	26	-	0	0	+	+	0	240	238
4	-	50	+	3	0	26	-	0	0	+	+	0	211	212
5	+	90	0	2	+	30	0	+	0	+	0	+	261	257
6	-	50	0	2	-	22	0	+	0	+	0	+	203	194
7	+	90	0	2	-	22	0	-	0	+	0	+	226	229
8	-	50	0	2	+	30	0	-	0	+	0	+	224	221
9	0	70	+	3	+	30	0	0	+	0	+	+	240	243
10	0	70	-	1	-	22	0	0	+	0	+	+	207	207
11	0	70	+	3	-	22	0	0	-	0	+	+	213	216
12	0	70	-	1	+	30	0	0	-	0	+	+	231	234
13	0	70	0	2	0	26	0	0	0	0	0	0	223	225
14	0	70	0	2	0	26	0	0	0	0	0	0	228	225
15	0	70	0	2	0	26	0	0	0	0	0	0	225	225

жение носка распылителя относительно плоскости головки и угол опережения впрыска топлива.

Схема установки представлена на рис. 1. В нее входит дизель на тормозном стенде, оборудованном согласно ГОСТ 18509—88. Запуск и торможение двигателя осуществляются балансирующей динамомашинной постоянного тока.

Установка снабжена устройством для плавного регулирования угла опережения впрыска топлива при работающем двигателе. Для подогрева поступающего в цилиндр воздуха служат шесть трубчатых электронагревателей (тэн), установленных в успокоительном ресивере. Заданная температура воздуха поддерживается автоматически и регистрируется прибором КВП1-503. Температура в зоне носка распылителя измеряется с помощью хромель-копелевой термопары диаметром 0,2 мм.

Для установления связи температуры носка распылителя ( $T_n$ ) с определяющими факторами был реализован трехуровневый план второго порядка (Бокса—Бенкина) [2]. Матрица плана с варьированием уровня факторов и результаты проведенных опытов представлены в табл. 1. Параметры  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$  являются кодами соответственно температуры поступающего в цилиндр воздуха ( $T_b$ ), выступления носка распылителя ( $h_n$ ), угла опережения впрыска топлива ( $\theta$ ). Эти параметры определяются следующими соотношениями:

$$X_1 = \frac{T_b - 70}{20}, \quad X_2 = \frac{h_n - 2}{1}, \quad X_3 = \frac{\theta - 26}{4}.$$

Знаки "+", "0", "-" — соответствуют верхнему, нулевому, нижнему уровням варьирования факторов.

Испытания были проведены на номинальном рабочем режиме двигателя 4Ч11/12,5 с открытой камерой сгорания:  $n = 2200$  об/мин,  $p_e = 0,7$  МПа.

Обработка результатов испытаний заключалась в определении полинома второй степени для описания области оптимума. В общем виде полином записывается следующим образом:

$$Y = B_0 + \sum_1^3 B_i X_i + \sum_{i < j}^3 B_{ij} X_i X_j + \sum_1^3 B_{ii} X_i^2, \quad (1)$$

где  $B_0, B_i, B_{ij}, B_{ii}$  ( $i, j = 1, 2, 3, i < j$ ) — коэффициенты регрессии.

После обработки экспериментальных данных была получена зависимость

$$Y = 225 + 17,88X_1 + 13,38X_3 + 5X_2 + 2,83X_1^2 - 2,92X_2^2 - 0,34X_3^2 - 0,25X_1X_2 + 3,5X_1X_3 + 0,75X_2X_3, \quad (2)$$

где  $Y$  — температура носка распылителя.

В результате статистического анализа зависимости (2) получено уравнение

$$Y = 225 + 17,88X_1 + 13,38X_3 + 5X_2. \quad (3)$$

Из уравнения (3) видно, что основное влияние на температуру носка распылителя оказывает в первую очередь температура поступающего в двигатель

Табл. 2. Результаты процесса оптимизации

Факторы	Температура воздуха, °С	Выступление носка распылителя, мм	Угол опережения впрыска топлива, град	Температура носка распылителя, °С
$B_i$	17,88	5	13,38	
$B_i \Delta X_i$	357,6	5	53,52	
Шаг	10	0,14	1,497	
$X_{i0}$	70	2	26	225,33
	80	2,14	27,49	240
	90	2,28	28,99	254,9
	100	2,32	30,49	268,7

Примечание:  $B_i$  – коэффициент регрессии;  $\Delta X_i$  – интервал варьирования факторов. воздуха, во вторую – угол опережения впрыска топлива и выступание носка распылителя.

Для полученной зависимости (3) была проведена оптимизация на основе круглого восхождения по поверхности отклика [3].

Результаты процесса оптимизации представлены в табл. 2.

Как видно из приведенных данных, при принятом изменении шага варьирования определяющих факторов температура носка распылителя изменяется на 14 °С. Опытная установка обеспечивает повышение  $T_n$  на номинальном режиме работы дизеля 4Ч11/12,5 от 190 °С (серийный двигатель) до 270 °С.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ждановский Н.С., Николаенко А.В. Надежность и долговечность автотракторных двигателей. Л., 1981.
2. Мельников С.В., Алешин В.Р., Рощин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. Л., 1980.
3. Новик Ф.С., Арсов Я.Б. Оптимизация процессов технологии металлов методами планирования экспериментов. М., 1980.

УДК 621.431

Г.М. КУХАРЕНОК, канд. техн. наук (БПИ),  
Ю.М. СТЕСИН (ММЗ)

#### МОДЕЛИРОВАНИЕ ПУСКОВЫХ ПРОЦЕССОВ ДИЗЕЛЕЙ

Обеспечение хороших пусковых качеств дизелей при низких температурах воздуха связано с совершенствованием процессов, протекающих при пуске в цилиндрах, системах топливоподдачи и пуска.

В настоящей работе рассматриваются методика моделирования и результаты исследований пусковых процессов дизелей, позволяющие осуществить для исследуемого дизеля выбор средства облегчения пуска с учетом пусковой системы.