

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ДИЗЕЛЯ

Экономические показатели автомобильного дизеля обуславливаются его конструкцией, номинальной мощностью, моторесурсом, а также расходами на его эксплуатацию. Причем, эксплуатационные расходы составляют более 90% от приведенных затрат, в то время как капитальные вложения — только 8% [1]. Поэтому задача повышения экономичности двигателя определяется прежде всего эксплуатационными характеристиками.

Автомобильные дизели значительное время работают на частичных нагрузках, что неизбежно приводит к снижению эффективного кпд и росту удельного расхода топлива. Это объясняется тем, что все агрегаты двигателя и автомобиля рассчитаны и настроены на сравнительно узкий диапазон изменения нагрузочного и скоростного режимов. Так как при уменьшении нагрузки возрастают относительные потери на привод вспомогательных механизмов (в частности, на систему охлаждения двигателя), большое значение приобретает оптимизация параметров этих механизмов по эксплуатационным режимам работы. Количественные характеристики режимов работы двигателя необходимы при выборе исходных параметров, конструкции и расчета, испытании и оптимизации его систем и агрегатов, наконец, при прогнозировании норм расхода горюче-смазочных материалов и технического обслуживания.

Правильный выбор расчетного нагрузочного и скоростного режимов возможен лишь на основе тщательного изучения эксплуатационных режимов работы двигателей в условиях обычной эксплуатации.

В отличие от традиционного тензометрического метода определения крутящего момента в последнее время часто используется косвенный метод — по положению рейки топливного насоса или грузиков всережимного регулятора [2]. На кафедре ДВС БПИ изготовлен прибор, основанный на указанном выше принципе определения нагрузки [3]. В настоящей статье изложена методика и некоторые результаты исследования режимов работы автомобильного дизеля семейства 12ЧН 15/18.

Исследование проведено в два этапа: стендовые и ходовые испытания двигателя. Для проведения стендовых испытаний была собрана экспериментальная установка, показанная на рис. 1. Оборудование установки позволяет производить измерения, необходимые для построения тормозных и теплосбалансовых характеристик двигателя. При этом измерение температур воды в системе охлаждения  $T_w$ ; воздуха, поступающего в цилиндры двигателя  $T_B$ ; выхлопных газов  $T_{в.г}$  производится с помощью одиночных термпар и термобатарей из хромелевой и копелевой проволоки с регистрацией на автоматическом потенциометре КСП-4. Применение термобатарей для измерения



верхности, и в каждой зоне определяются показатели работы двигателя в зависимости от положения рейки  $h_p$  и частоты вращения коленчатого вала  $n$ . На этом рисунке представлена поверхность, соответствующая  $N_e = f(h_p, n)$ .

Регистрация режима работы дизеля производится с помощью комплекса режимометрической аппаратуры 3 и 4 и датчиков 7, 8, 15 (см. рис. 1). Блок анализаторов 4 опрашивает состояние датчиков 7 и 15 (частота опроса 6 Гц), анализирует скоростной режим работы двигателя по состоянию датчика 7, нагрузочный — по датчику 15 и дает команду на запись в блоке регистрации 3. Счетчики блока регистрации фиксируют режим работы дизеля в дан-

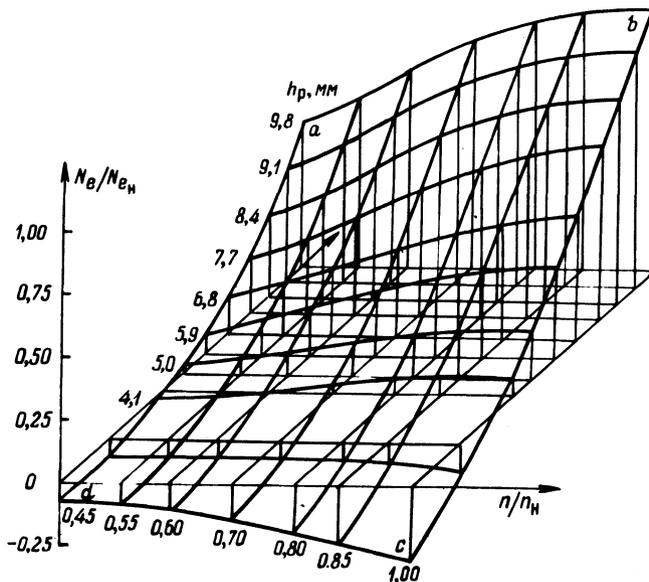


Рис. 2. Поверхность, соответствующая зонам блока регистрации по эффективной мощности.

ный момент. Применение анализаторов и блока регистрации облегчает дальнейший анализ результатов, так как нет необходимости в трудоемкой обработке осциллограмм по таблицам или с применением формул, описывающих поверхности типа  $abcd$  по методике [4].

Второй этап — ходовые испытания, которые были проведены в различных дорожных и погодных условиях. Испытания проводились на дорогах с различным покрытием: асфальтированное шоссе, грунтовое шоссе с улучшенным покрытием, грунтовая дорога. Весь объем испытаний проводился с полной загрузкой автомобиля в соответствии с инструкцией по его эксплуатации. Для регистрации нагрузочного режима дизеля в качестве измерительной аппаратуры применен прибор, описанный выше.

Результаты ходовых испытаний показаны на рис. 3, где представлены двумерные плотности распределения  $P_{\xi}(N_e, n)$  работы двигателя с нагрузкой  $N_e$  и частотой вращения  $n$ . Поверхность  $abcd$ , изображенная на рис. 2, положена в основание двумерной плотности распределения на рис. 3. Анализ результатов ходовых испытаний показывает, что при движении автомобиля по асфальтированному шоссе 38,8% времени двигатель работал в зоне внешней скоростной характеристики. (Следует отметить, что время работы на том или ином режиме отнесено к полному времени работы двигателя). При на-

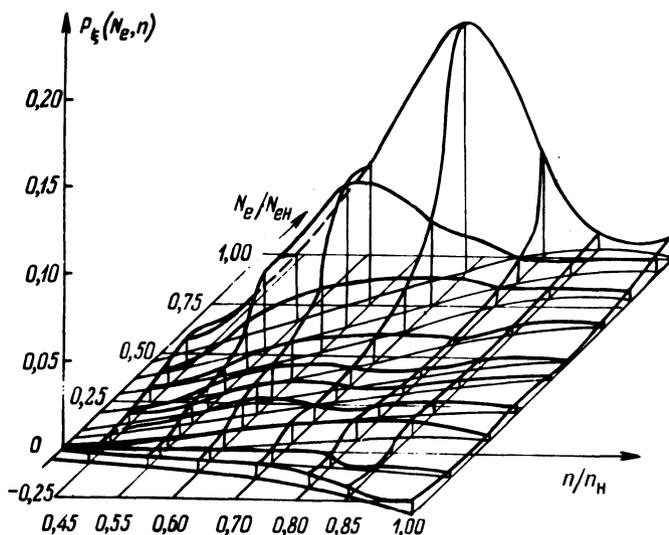


Рис. 3. Двумерные плотности распределения работы двигателя с нагрузкой  $N_e$  и частотой вращения  $n$ . Движение по грунтовому шоссе с улучшенным покрытием.

Т а б л и ц а 1. Время работы дизеля

Дорожные условия	Работа по внешней скоростной характеристике, % времени	88–100% $N_{eH}$ и 83–100% $n_H$ , % времени
Асфальтированное шоссе	38	28
Грунтовое шоссе с улучшенным покрытием	32	6,3
Грунтовая дорога без покрытия	36	2,3
Заснеженная дорога	38	13

грузке 90–100%  $N_{ен}$  и частоте вращения 85–100%  $n_H$  работа происходит в течение 27,7% времени. Незначительное время (4,1%) двигатель работал при 84–100%  $M_{max}$ . Время работы в режиме холостого хода и торможения составляет 1,5% от общего времени работы.

Ходовыми испытаниями установлено, что независимо от состояния покрытия и интенсивности движения автомобиля двигается со средними скоростями 45 км/ч, 30 и 25 км/ч по асфальтированному шоссе, грунтовому с улучшенным покрытием и грунтовой дороге соответственно. Вследствие низкой скорости движения автомобиля влияния интенсивности движения и погодных условий на режим работы двигателя не обнаружено.

Испытания на грунтовом шоссе с улучшенным покрытием показали, что по внешней скоростной характеристике двигатель работает 41,2% времени, но преимущественный режим работы перемещается в зону максимального крутящего момента 84–100%  $M_{max}$ , где работа происходит в течение 32,4% времени. В отличие от эксплуатации по асфальтированной дороге здесь время работы на малых нагрузках составляет 9,5%. На режиме, близком к номинальному, т.е. 90–100%  $N_{ен}$  и 85–100%  $n_H$ , двигатель работал всего 6,3% времени.

Движение по грунтовой дороге без покрытия характеризуется меньшей загрузкой двигателя. При 90–100%  $N_{ен}$  и 85–100%  $n_H$  работа двигателя продолжалась не более 2,5%, а в зоне 84–100%  $M_{max}$  — не более 29% времени работы под нагрузкой.

Наиболее напряженный тепловой режим работы двигателя совпадает с движением автомобиля по асфальтированному шоссе, где температура воды в системе охлаждения достигает 368–371 К, а теплоотдача в охлаждающую жидкость — 100%.

Характерные для различных дорожных условий режимы работы двигателя включены в табл. 1.

По мере ухудшения дорожных условий увеличивается разброс нагрузочных и скоростных режимов работы двигателя относительно среднестатистического. При случайном процессе нагружения мерой рассеяния может служить дисперсия или среднеквадратическое отклонение по нагрузочным и ско-

на различных режимах

84–100% $M_{max}$ и 58–83% $n_H$ , % времени	Работа с 10% $N_{ен}$ и на холостом ходу, % времени	Математическое ожи- дание		Среднеквадратичес- кое отклонение	
		$M_{п'}$ , мин <sup>-1</sup>	$M_{hp'}$ , мм	$\sigma_{п'}$ , мин <sup>-1</sup>	$\sigma_{hp'}$ , мм
9,3	2,4	1722	8,5	220	1,8
32	13	1440	7,7	237	2,4
28	9,0	1334	7,9	247	2,9
50	3,8	1457	9,1	218	1,9

ростным параметрам. При движении автомобиля по асфальтированному шоссе и грунтовой дороге частные среднеквадратические отклонения по частоте вращения и положению рейки увеличиваются от 220 до 247 мин<sup>-1</sup> и от 1,8 до 2,9 мм соответственно. Этим объясняется менее напряженный тепловой режим работы двигателя при движении автомобиля в плохих дорожных условиях, так как преимущественно двигатель работает в режиме, где теплоотдача в охлаждающую воду составляет лишь 60% от максимальной.

**В ы в о д ы.** 1. Разработана методика, которая позволяет исследовать нагруженность дизеля и его системы охлаждения непосредственно в условиях эксплуатации автомобиля.

2. Наибольшая загрузка двигателя по мощности, его системы охлаждения наблюдается при движении автомобиля по асфальтированному шоссе, где двигатель 27,7% времени работает на режиме, близком к номинальному, и теплоотдача в охлаждающую жидкость достигает 100%.

3. Движение по грунтовой дороге характеризуется меньшей загрузкой двигателя и системы охлаждения; здесь  $N_e = 70-88\% N_{en}$  и теплоотдача в охлаждающую жидкость составляет 60% от максимальной.

### Литература

1. Г о д о в а н н ы й В.М. Исследование влияния условий эксплуатации на выбор мощностных параметров грузовых автомобилей и автомобильных поездов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — М., 1973. — 28 с. 2. Ч е р н ы ш е в Г.Д., С л а б о в Е.П., Т е р е щ у к А.Г. Исследование эксплуатационных режимов работы двигателей ЯМЗ. — Автомобильная промышленность, 1975, № 10, с. 5—7. 3. П ы ш к и н Б.Е. Прибор для исследования эксплуатационных режимов работы дизеля. — В сб.: Автотракторостроение: Теория и конструирование мобильных машин. Минск, 1980, вып. 15, с. 145—149. 4. О методике сбора и обработке информации об эксплуатационных режимах бензинового двигателя и его топливной системы / К о т и к о в Ю.Г., Л у к и н с к и й В.С., У л и т и н В.Г. и др. — Науч. труды ЦНИТА, 1975, вып. 67, с.75—83.

УДК 621.431

Д.М.Пинский, инж., В.А.Рожанский,  
Г.М.Кухаренок, канд-ты техн. наук  
(БПИ)

### ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ФОРСУНКИ ФД-22 С ЗАКРЫТОЙ ПОЛОСТЬЮ ПРУЖИНЫ

В топливных системах автотракторных дизелей топливо, просочившееся в процессе впрыска между иглой и корпусом распылителя, отводится из полости пружины по отдельным топливопроводам в бак.

Один из возможных путей совершенствования топливной системы дизеля — применение форсунок с закрытой полостью пружины [1].

Целесообразно применять подобные форсунки с насосами, имеющими наряду с нагнетательным перепускной клапан, ограничивающий остаточ-