

Л и т е р а т у р а

1. Исследование процессов смесеобразования двигателей с воспламенением от сжатия. — "Труды НАМИ." М., 1953, вып. 69.
2. Володин В.М. Методика расчета и анализ параметров камеры сгорания дизеля. — "Изв. высш. учеб. завед. Машиностроение. М., 1968, № 12.
3. Володин В.М. Исследование воздушных потоков в камере сгорания типа ЦНИДИ. — Канд. дис. М., 1969.
4. Левко С.И. Конструкция камеры сгорания полуразделенного типа и результаты ее испытания. Исследование рабочего процесса в дизелях. — "Труды ЦНИДИ". М., 1950, вып. 17 Л.
5. Вырубов Д.Н. Смесеобразование в двигателях дизеля. — В сб.: Рабочие процессы двигателей внутреннего сгорания. М., 1946.
6. Иванченко Н.Н. и др. Рабочий процесс дизелей с камерой в поршне. Л., 1972.
7. Meurer Siegfried. Der Wandel in der Vorstellung vom Adlaut der Gemischbildung und Verbrennung im Dieselmotor. — MTZ, 1966, Bd 27, N 34.

В.С. Грачев, В.М. Никитин, З.М. Ройфберг

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗА РАЗМЕРНОСТЕЙ ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ИССЛЕДОВАНИИ ДИЗЕЛЯ А-01М С ГАЗОТУРБИНЫМ НАДДУВОМ

Существующие теоретические и экспериментальные методы определения параметров дизелей с газотурбинным наддувом — весьма громоздки и сложны, требуют значительных затрат времени и определения большого количества взаимозависимых факторов в эксперименте. Часто при определении параметров такого дизеля необходимо дополнительно привлекать данные безмоторных испытаний турбокомпрессора.

Применение анализа размерностей при исследованиях двигателей внутреннего сгорания может существенно упростить методику проведения эксперимента и анализ экспериментальных данных.

С целью определения обобщающих параметров и было проведено настоящее исследование на дизеле А-01М с газотурбинным наддувом, укомплектованным турбокомпрессором ТКР-11. План эксперимента включал снятие серии скоростных характеристик дизеля во всем возможном диапазоне его работы.

Путем последовательного исключения переменных и соответствующего анализа полученных безразмерных критериев были выбраны следующие определяющие параметры:

$M_{дв}$, M_k , M_T — крутящие моменты соответственно двигателя

компрессора и турбины;

ω — угловая скорость ($\omega_{дв}$ или $\omega_{ткр}$ соответственно двигателя и турбокомпрессора);

G_B — расход воздуха двигателем;

h_p — ход рейки топливного насоса;

γ_k , γ_T — удельные веса соответственно воздуха на выходе из компрессора и газа на выходе из турбины;

$f_{диф}$, $f_{с.а}$ — проходное сечение соответственно безлопаточного диффузора компрессора и соплового аппарата турбины;

g — ускорение силы тяжести.

Между этими величинами существуют следующие соотношения:

$$M_{дв} = f_1 (\omega_{дв}, \omega_{ткр}, G_B, h_p);$$

$$M_k = f_2 (\omega, \gamma_k, g, f_{диф});$$

$$M_T = f_3 (\omega, \gamma_T, g, f_{с.а}).$$

В соответствии с методикой, изложенной в работе [1], выбираем основные размерности: M — масса, L — длина, θ — время. Тогда после соответствующего решения и некоторых преобразований в системе основных единиц $ML\theta$, получаем функции безразмерных комбинаций переменных:

$$\frac{M_{дв} \omega_{дв}}{h_p G_B} = f_4 \left(\frac{\omega_{ткр}}{\omega_{дв}} \right);$$

$$\frac{M_k}{\gamma_k f_{диф}^2} = f_5 \left(\frac{g}{\omega_{дв} \omega_{ткр} \sqrt{f_{диф}}} \right);$$

$$\frac{M_T}{\gamma_T f_{c.a}^2} = f_6 \left(\frac{g}{\omega_{дв} \omega_{ткр} \sqrt{f_{c.a}}} \right).$$

Введем соответствующие обозначения безразмерных комбинаций:

$$\bar{M}_{дв} = f_4 (\bar{\omega}_{ткр});$$

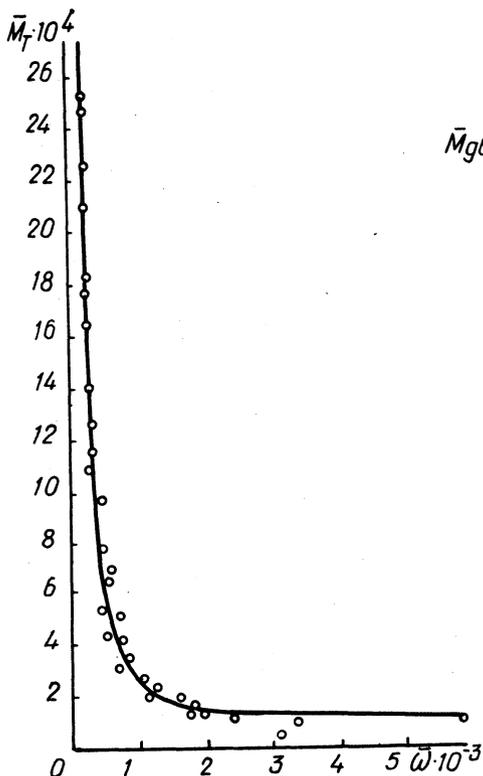


Рис. 1. Безразмерная зависимость $\bar{M}_{дв} = f_4 (\bar{\omega}_{ткр})$:

••• — экспериментальные точки; — — аппроксимирующая кривая (эти же обозначения верны для рис. 2 и 3).

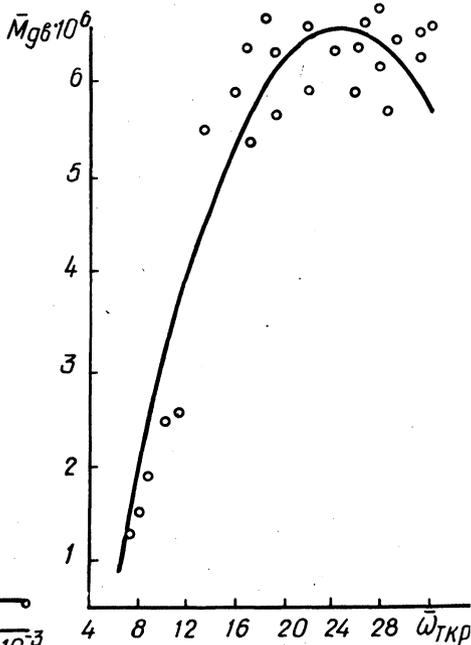


Рис. 2. Безразмерная зависимость $\bar{M}_к = f_5 (\bar{\omega}_к)$.

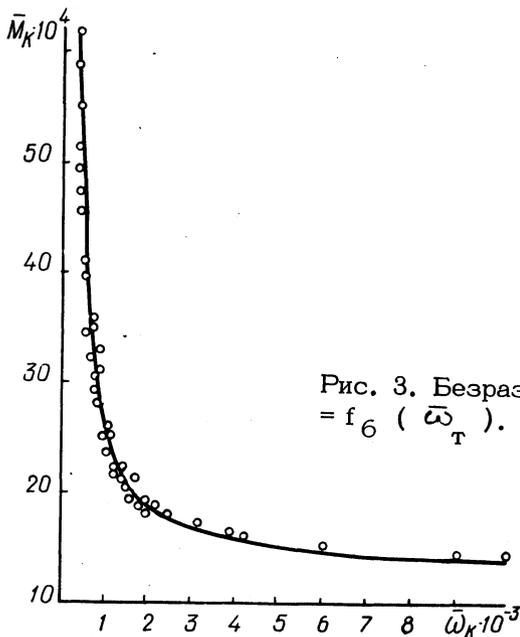


Рис. 3. Безразмерная зависимость $\bar{M}_T = f_6 (\bar{\omega}_T)$.

$$\bar{M}_k = f_5 (\bar{\omega}_k);$$

$$\bar{M}_T = f_6 (\bar{\omega}_T),$$

где $\bar{M}_{дв}$, \bar{M}_k , \bar{M}_T — соответствующие приведенные крутящие моменты; $\bar{\omega}_{ткр}$ — приведенная угловая скорость турбокомпрессора; $\bar{\omega}_k$, $\bar{\omega}_T$ — безразмерные критерии компрессора и турбины.

Полученные функции f_4 , f_5 , f_6 позволяют существенно упростить эксперимент, так как вместо изменения поочередно каждой из переменных в функциях f_1 , f_2 , f_3 исследователь теперь изменяет лишь одну безразмерную комбинацию переменных преобразованных зависимостей. Кроме того, в данном случае нет необходимости стабилизировать все переменные на определенном уровне при одновременном изменении одного какого-либо фактора.

Результаты эксперимента для безразмерных параметров удобно представить в виде формул, которые легко находятся

применением способа наименьших квадратов для соответствующих аппроксимирующих функций.

В результате решения на ЭВМ "Промінь-1М" были получены частные зависимости приведенных моментов двигателя, компрессора и турбины для дизеля А-01М с газотурбинным наддувом от соответствующих безразмерных критериев:

$$\bar{M}_{\text{дв}} = -0,344 + 0,811 \left(\frac{\omega_{\text{ткр}}}{\omega_{\text{дв}}} \right) - 0,164 \left(\frac{\omega_{\text{ткр}}}{\omega_{\text{дв}}} \right)^2;$$

$$\bar{M}_{\text{к}} = 0,0074 \left(\frac{g}{\omega_{\text{дв}} \omega_{\text{ткр}} \sqrt{f_{\text{диф}}}} \right)^{1,23} + 0,135;$$

$$\bar{M}_{\text{т}} = 1,56 \left(\frac{g}{\omega_{\text{дв}} \omega_{\text{ткр}} \sqrt{f_{\text{с.а}}}} \right)^{-1,7} + 1,12.$$

Результаты эксперимента в диапазоне оборотов дизеля $n = 900\text{--}2000$ об/мин и хода рейки $h_p = 5\text{--}12$ мм и соответствующие аппроксимирующие кривые представлены на рис. 1—3.

Таким образом, применение анализа размерностей при экспериментальном исследовании дизелей позволяет получить обобщенные критериальные зависимости переменных параметров и значительно облегчить проведение эксперимента и обработку его результатов.

Л и т е р а т у р а

1. Шенк Х. Теория инженерного эксперимента. М., 1972.
2. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике. М., 1967.

В.А. Рожанский, В.А. Роткович, Ч.Б. Дробышевский РЕЗУЛЬТАТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ФАЗ ВПУСКА И ПАРАМЕТРОВ ВПУСКНОГО ТРАКТА ЧЕТЫРЕХЦИЛИНДРОВОГО ТРАКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Подбор фаз газораспределения тракторного двигателя чаще всего производится на основе статистического анализа существ-