

# **ТРАКТОРЫ И АВТОМОБИЛИ**

## ***Скоростной характеристикой двигателя***

называется зависимость эффективной мощности  $N_e$ , крутящего момента  $M_k$ , часового  $G_T$  и удельного эффективного  $g_e$  расходов топлива и других показателей от частоты вращения коленчатого вала  $n$  при постоянном открытии дроссельной заслонки.

Скоростная характеристика, снятая при полном открытии дроссельной заслонки, называется **внешней** и является **частичной** при промежуточном положении дроссельной заслонки.

Внешняя скоростная характеристика оценивает главные технические показатели двигателя и определяет верхнюю границу поля эксплуатационных режимов его работы. При этом двигатель испытывает максимальные тепловые и механические нагрузки.

В условиях рядовой эксплуатации чаще всего режим внешней скоростной характеристики проявляется при разгоне автомобиля, осуществляемом полным открытием дроссельной заслонки.

По скоростной характеристике определяются следующие характерные режимы работы двигателя:

- минимально устойчивая частота вращения при полном открытии дросселя  $n_{min}$ ;
- частота вращения при максимальном крутящем моменте  $n_M$ ;
- частота вращения при наилучшей экономичности  $n_{эк}$ ;
- частота вращения при максимальной мощности  $n_N$ .

При стендовых испытаниях частоту вращения двигателя увеличивают за счет уменьшения нагрузки, которую создает электрический тормоз.

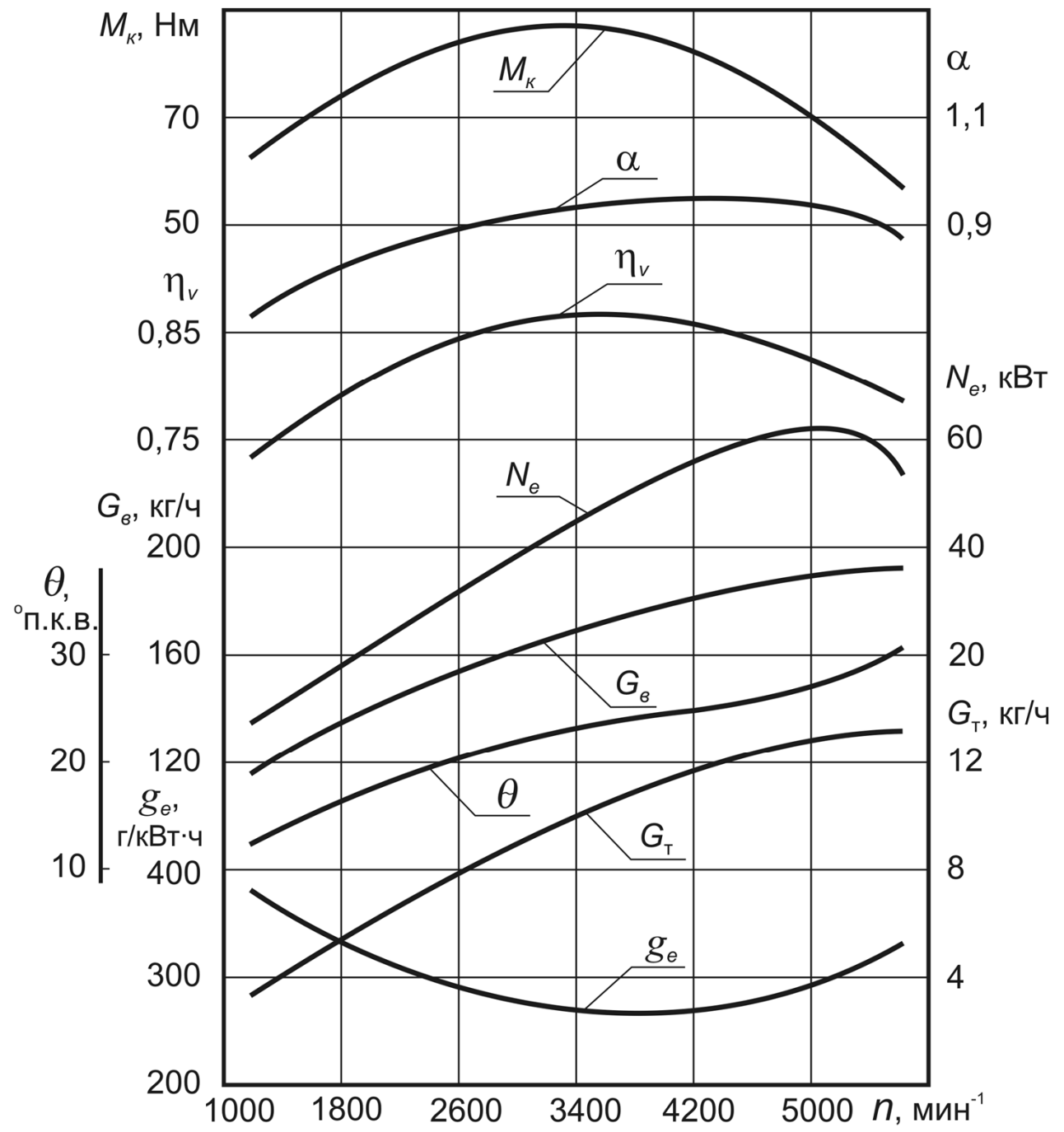
Условия снятия:  $n = \text{var}; D_p = \text{const};$

$\theta = \text{опт.}, \text{экспл.};$

$\alpha = \text{опт.}, \text{экспл.}.$

Получить:  $N_e, M_k, \alpha, \theta, g_e, G_T, \eta_v, \eta_e = f(n)$

# Внешняя скоростная характеристика двигателя с искровым зажиганием



При повышении частоты вращения пропорционально возрастает число рабочих циклов в единицу времени, что обуславливает непрерывный рост часовых расходов топлива  $G_T$  и воздуха  $G_a$ . Вместе с тем, эти зависимости, как правило, не бывают линейными из-за соответствующих регулировок систем питания и зажигания только на один из характерных режимов работы.

Характер изменения коэффициента наполнения указывает на его снижение как при уменьшении, так и при увеличении частоты вращения. При этом максимальное значение  $\eta_{vmax}$  достигается при  $n = 3800$  мин<sup>-1</sup>. При низких скоростных режимах наполнение цилиндра свежим зарядом уменьшается из-за увеличения его обратного выброса при запаздывании закрытия впускного клапана.



При высокой частоте вращения коленчатого вала возрастают гидравлические потери из-за увеличения скорости потока свежего заряда во впускной системе. Вместе с тем, растет и температура деталей двигателя, что повышает тепловое состояние заряда и уменьшает массовое наполнение цилиндра.

Характер изменения коэффициента наполнения в зависимости от частоты вращения может быть различен и обусловлен назначением двигателя. При проектировании двигателей легковых автомобилей стремятся обеспечить максимальные значения  $\eta_v$  при высоких частотах вращения (два и более впускных клапана, настроенный впуск, регулирование динамическим наддувом).

Тем самым достигается высокая номинальная мощность двигателя, высокая скорость и прекрасная динамика разгона. Для двигателей грузовых автомобилей важнее всего обеспечить хорошие тяговые качества при низких и средних частотах вращения, при которых стремятся обеспечить максимальное значение коэффициента наполнения.

Вместе с тем, характер изменения коэффициента наполнения оказывает решающее влияние на зависимость крутящего момента  $M_K$  от частоты вращения коленчатого вала — кривая  $M_K$  повторяет изменение  $\eta_v$ . Зависимость  $M_K$  от частоты вращения определяет динамические свойства двигателя по номинальному коэффициенту запаса крутящего момента,

$$K = \frac{M_{K \max} - M_{K \text{ном}}}{M_{K \max}} 100 \%$$

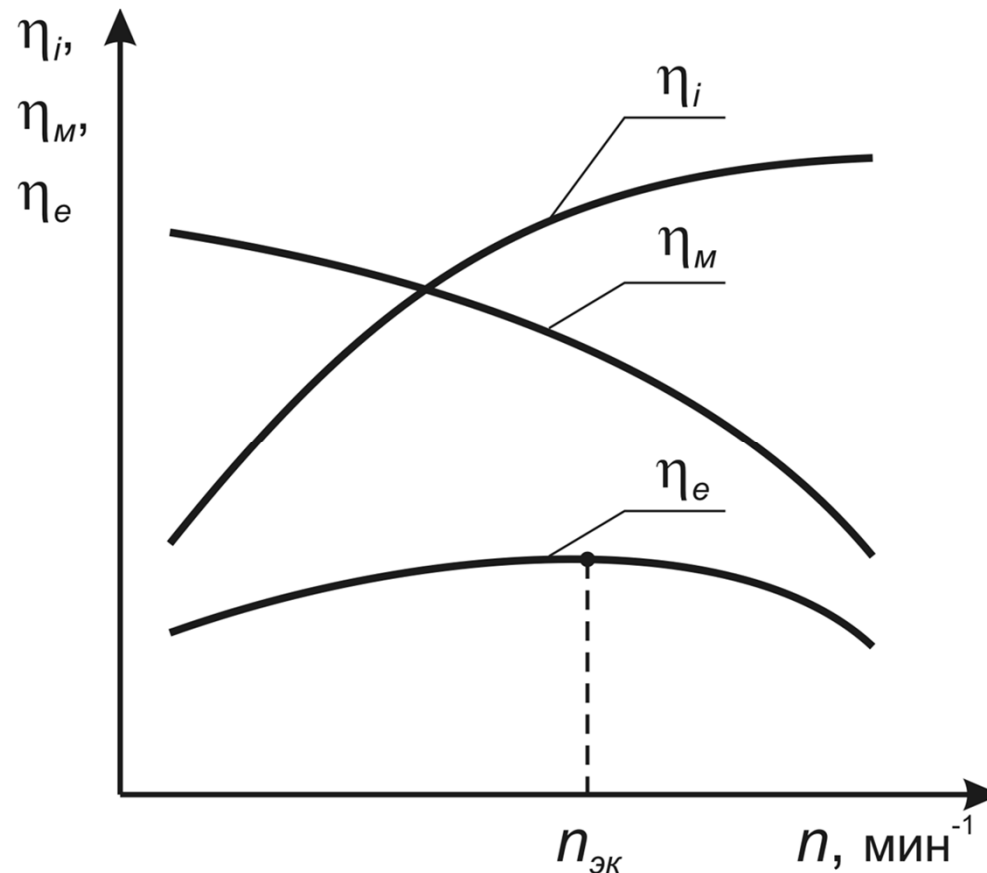
который составляет 15-40%.

Этот коэффициент является важным показателем и характеризует приспособляемость двигателя к преодолению временных перегрузок без перехода на пониженную передачу.

Поскольку штатная система питания на большинстве скоростных режимов обеспечивает состав смеси, близкий к обогащенному, то частота вращения не оказывает существенное влияние на коэффициент избытка воздуха  $\alpha$ , который остается в пределах от 0,8 до 0,9 единицы.<sup>13</sup>

Эффективная мощность  $N_e$  возрастает с повышением частоты вращения до  $n_N = 5000 \text{ мин}^{-1}$  из-за увеличения числа рабочих циклов в единицу времени и уменьшения тепловых потерь в стенки цилиндра. Однако с повышением частоты вращения возрастают и механические потери, что замедляет темп роста  $N_e$  и затем происходит ее снижение из-за дополнительного уменьшения коэффициента наполнения.

Зависимость удельного эффективного расхода топлива  $g_e$  от частоты вращения определяется изменением по скоростной характеристике коэффициентов полезного действия  $\eta_M$ ,  $\eta_i$  и  $\eta_e$  как величиной произведения  $\eta_e = \eta_M \cdot \eta_i$ .



Увеличение  $\eta_i$  с ростом частоты вращения обусловлено сокращением тепловых потерь в стенке цилиндра, улучшением качества смесеобразования и сокращением по времени основной фазы сгорания.

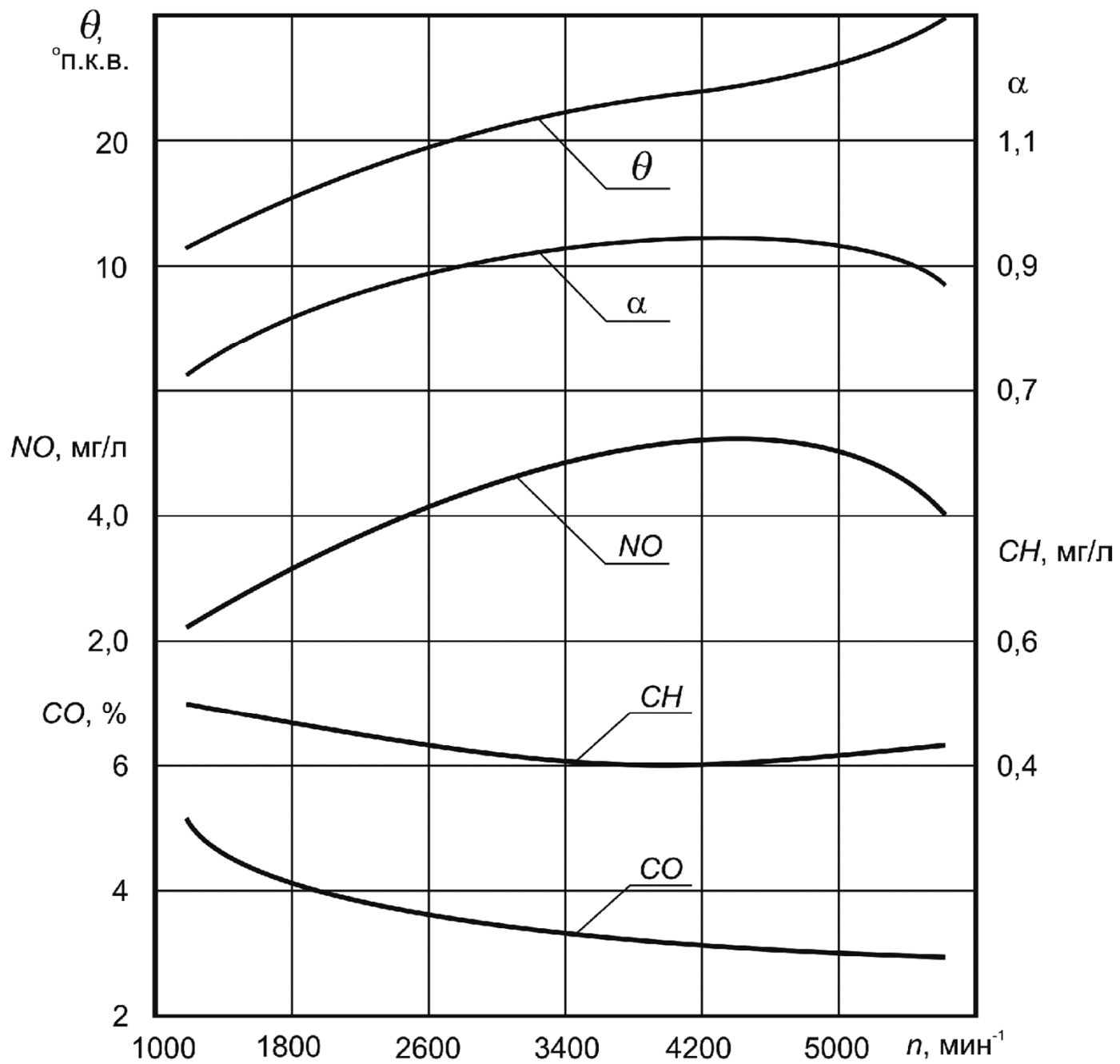
Механический к.п.д.  $\eta_M$  наоборот с ростом частоты вращения уменьшается, что связано с возрастанием механических потерь.



Совместное изменение  $\eta_M$  и  $\eta_i$  обуславливает характер изменения эффективного к.п.д.  $\eta_e$ , а следовательно, и удельного эффективного расхода топлива  $g_e$ , минимальное значение которого определяется максимальной величиной произведения  $\eta_e = \eta_M \cdot \eta_i$  и соответствует экономичному скоростному режиму  $n_{эк} = 4000 \text{ мин}^{-1}$ , который всегда меньше скоростного режима максимальной мощности  $n_N = 5000 \text{ мин}^{-1}$ .

Содержание токсичных веществ в отработавших газах бензинового двигателя при изменении частоты вращения по внешней скоростной характеристике, главным образом, определяется начальными регулировками карбюратора и настройкой центробежного регулятора опережения зажигания. Как показывает практика, само изменение скоростного режима оказывает значительно меньшее влияние на образование токсичных веществ.

При работе ДВС по внешней скоростной характеристике дроссельная заслонка открыта полностью и в карбюраторе образуется смесь обогащенного мощностного состава с  $\alpha = 0,85-0,95$  единицы, что в целом повышает содержание окиси углерода CO до 3-5%. Вместе с тем, с ростом частоты вращения образование окиси углерода снижается из-за увеличения коэффициента избытка воздуха  $\alpha$  и повышения угла опережения зажигания  $\theta$ .



Содержание окиси азота  $NO$  в отработавших газах меньше при низких частотах вращения вследствие обогащения смеси и уменьшения угла опережения зажигания.

Работа двигателя на обогащенной смеси в условиях внешней скоростной характеристики обуславливает повышенный выброс углеводородов в отработавших газах и малую зависимость образования  $CH$  от частоты вращения. Однако увеличение содержания  $CH$ , также как и окиси углерода  $CO$  в отработавших газах при низкой частоте вращения связано с обогащением смеси и ухудшением условий смесеобразования из-за более низких скоростей потока на впуске и турбулентности на сжатии.

Несмотря на кажущееся малое влияние скоростного режима на концентрацию токсичных веществ в отработавших газах, их массовый выброс в единицу времени будет возрастать с повышением частоты вращения из-за увеличения часовых расходов топлива  $G_T$  и воздуха  $G_a$ , а следовательно, и выброса отработавших газов.