

# ***Автомобильные двигатели***

***6. Регуляторная характеристика дизельного двигателя.***

***7. Характеристика дизельного двигателя по углу опережения начала подачи топлива***

**6. Регуляторная  
характеристика дизельного  
двигателя**

***Регуляторной характеристикой*** дизельного двигателя называется зависимость крутящего момента, эффективной мощности, удельного эффективного расхода топлива и других показателей двигателя от частоты вращения коленчатого вала при изменении нагрузки и работе под управлением всережимного регулятора.

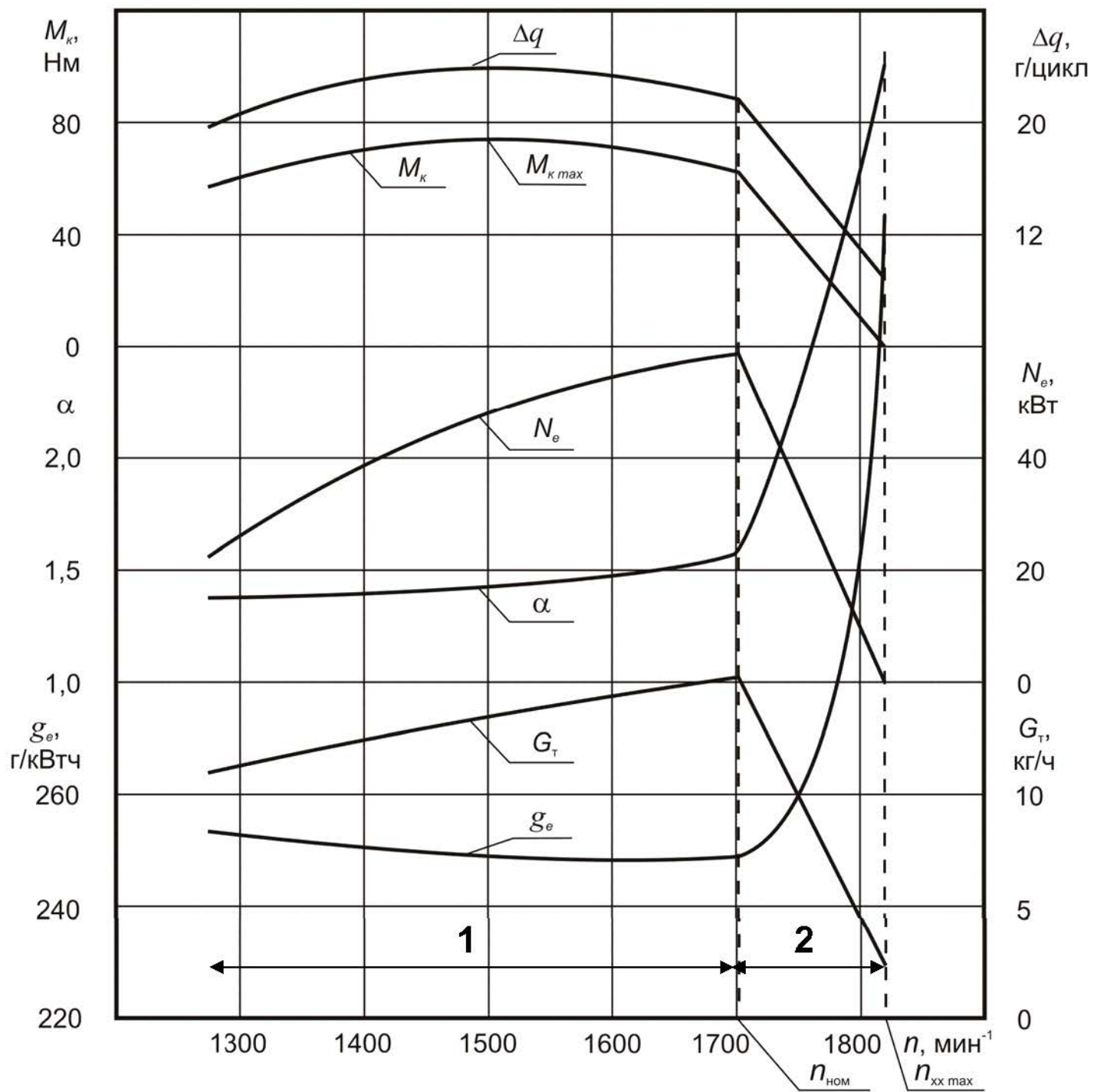
Эта характеристика наиболее близка к условиям работы дизеля в условиях эксплуатации под управлением всережимного регулятора и неизменном положении органов управления двигателем (рычага или педали).

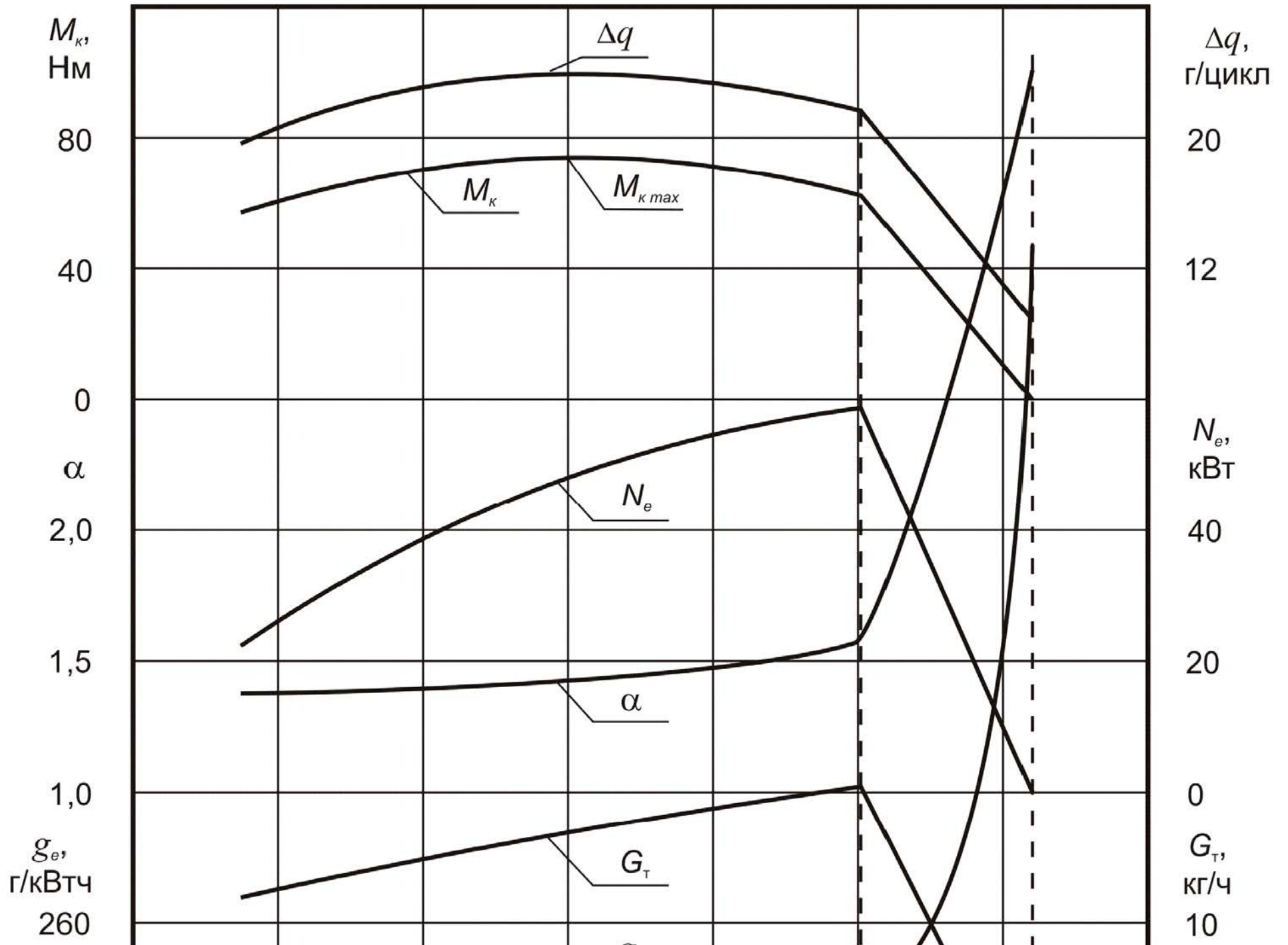
Характеристика снимается при изменении нагрузки на двигатель от холостого хода до максимальной, при этом частота вращения дизеля изменяется от максимальной на режиме холостого хода до минимально допустимой на режиме перегрузки.

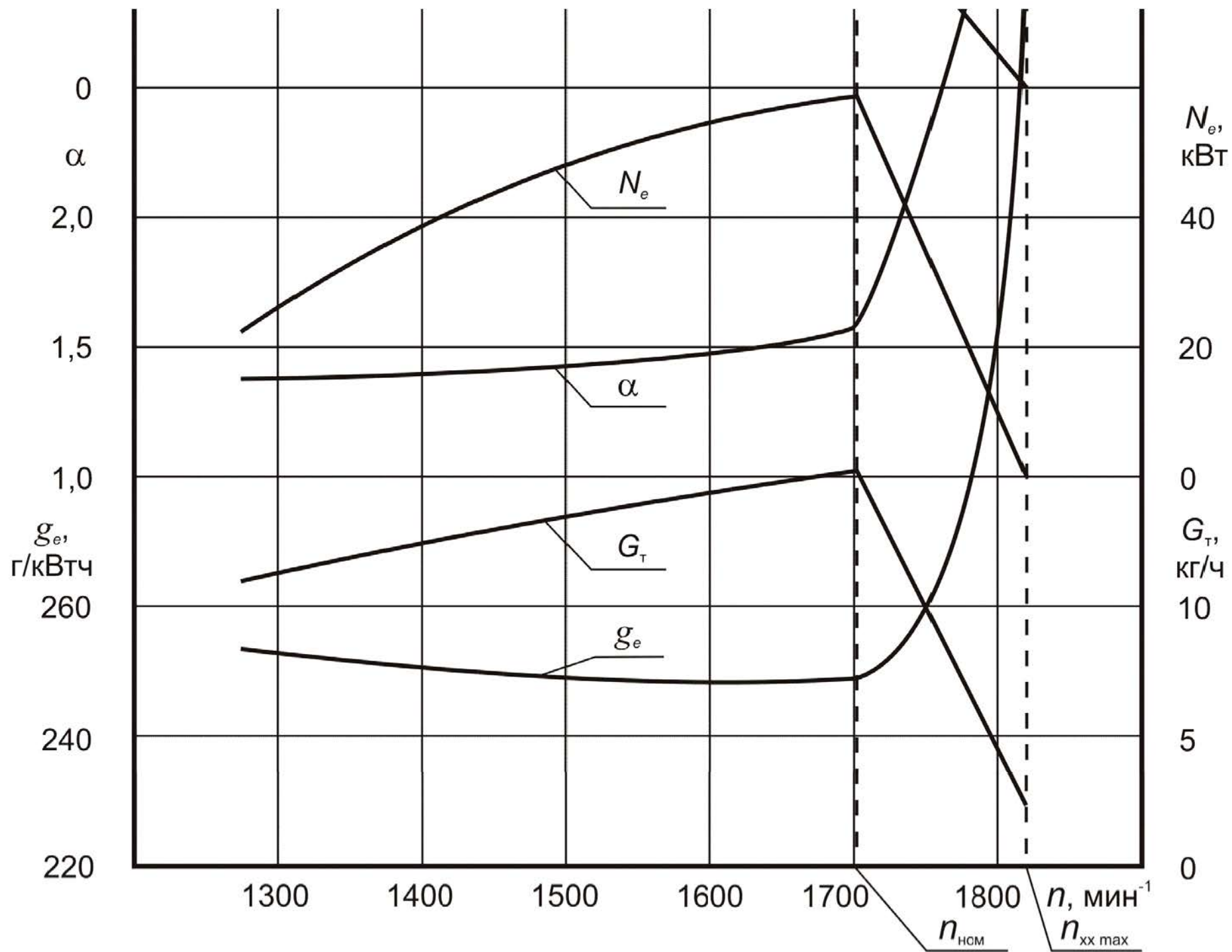
Условия снятия:      рычаг управления = max;  
                                  $\theta_{\text{вп.}}$  = опт., экспл.;  
                                 нагрузка = var.

Получить:               $M_k, N_e, \alpha, \Delta q, g_e = f(n)$ .

## Регуляторная характеристика дизельного двигателя









При отсутствии нагрузки регулятор автоматически переводит двигатель в режим холостого хода, ограничивая обороты двигателя величиной  $n_{xxmax}$ .

При этом вся индикаторная мощность двигателя затрачивается на преодоление механических потерь и эффективная мощность  $N_e$  равна нулю как и значение крутящего момента  $M_K$ . Работа двигателя на этом режиме обеспечивается небольшой цикловой подачей топлива  $\Delta q_{xx}$  и соответствующим часовым расходом топлива  $G_{T.xx}$ .

Коэффициент избытка воздуха  $\alpha$  принимает значение 4-5 единицы.

При увеличении нагрузки до малой величины частота вращения коленчатого вала несколько снижается и регулятор автоматически увеличивает цикловую подачу, что влечет за собой и повышение часового расхода топлива.

Двигатель вырабатывает эффективную мощность и крутящий момент, соответствующие малой нагрузке.

Коэффициент избытка  $\alpha$  уменьшается, но величина удельного эффективного расхода топлива остается высокой, что говорит о плохой экономичности работы.

При дальнейшем увеличении нагрузки, регулятор продолжает увеличивать цикловую подачу топлива, стремясь сохранить постоянство скоростного режима. Вслед за ростом расхода топлива повышается мощность и крутящий момент. Экономичность работы улучшается (падает  $g_e$ ) при понижении коэффициента избытка воздуха.

При полной нагрузке на двигатель, соответствующей номинальной мощности при номинальной частоте вращения коленчатого вала  $n_{ном}$  дизель работает с максимальной экономичностью.

Если нагрузка возрастает выше номинальной (перегрузка), центробежный регулятор не может дальше увеличивать цикловую подачу топлива (его грузики полностью сошлись вместе). В этом случае вступает в работу корректор подачи топлива, который продолжает увеличивать цикловую подачу топлива  $\Delta q$ .

За счет этого крутящий момент продолжает повышаться и двигатель преодолевает кратковременную перегрузку, несмотря на снижение эффективной мощности и часового расхода топлива из-за значительного уменьшения частоты вращения коленчатого вала.

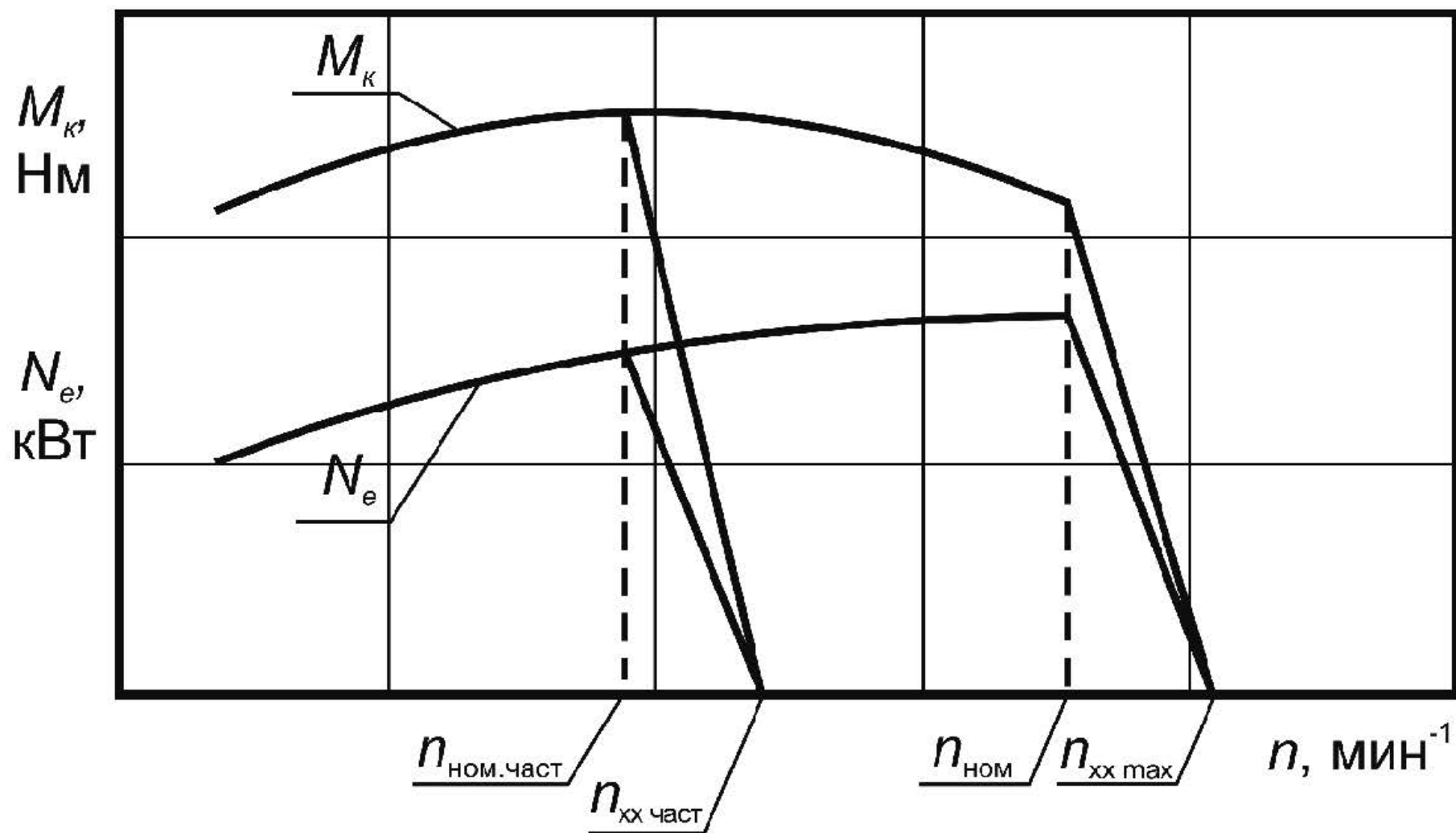
Длительная работа дизельного двигателя при работе корректора крайне нежелательна из-за возможного дымления и как следствие закоксовывания распылителей форсунок, образования нагара, пригорания поршневых колец.

Основную часть рабочего времени (90-95%) дизельный двигатель должен работать на регуляторной части характеристики.

На регуляторной характеристике дизельного двигателя различают две части (зоны):

**Зона 1** – корректорная часть характеристики;

**Зона 2** – регуляторная часть характеристики.



Регуляторная характеристика при изменении положения органов управления. 15

Запас крутящего момента  $M$ , %:

$$M = \frac{M_{k \max} - M_{KHOM}}{M_{KHOM}}$$

$$M \geq 12\%$$

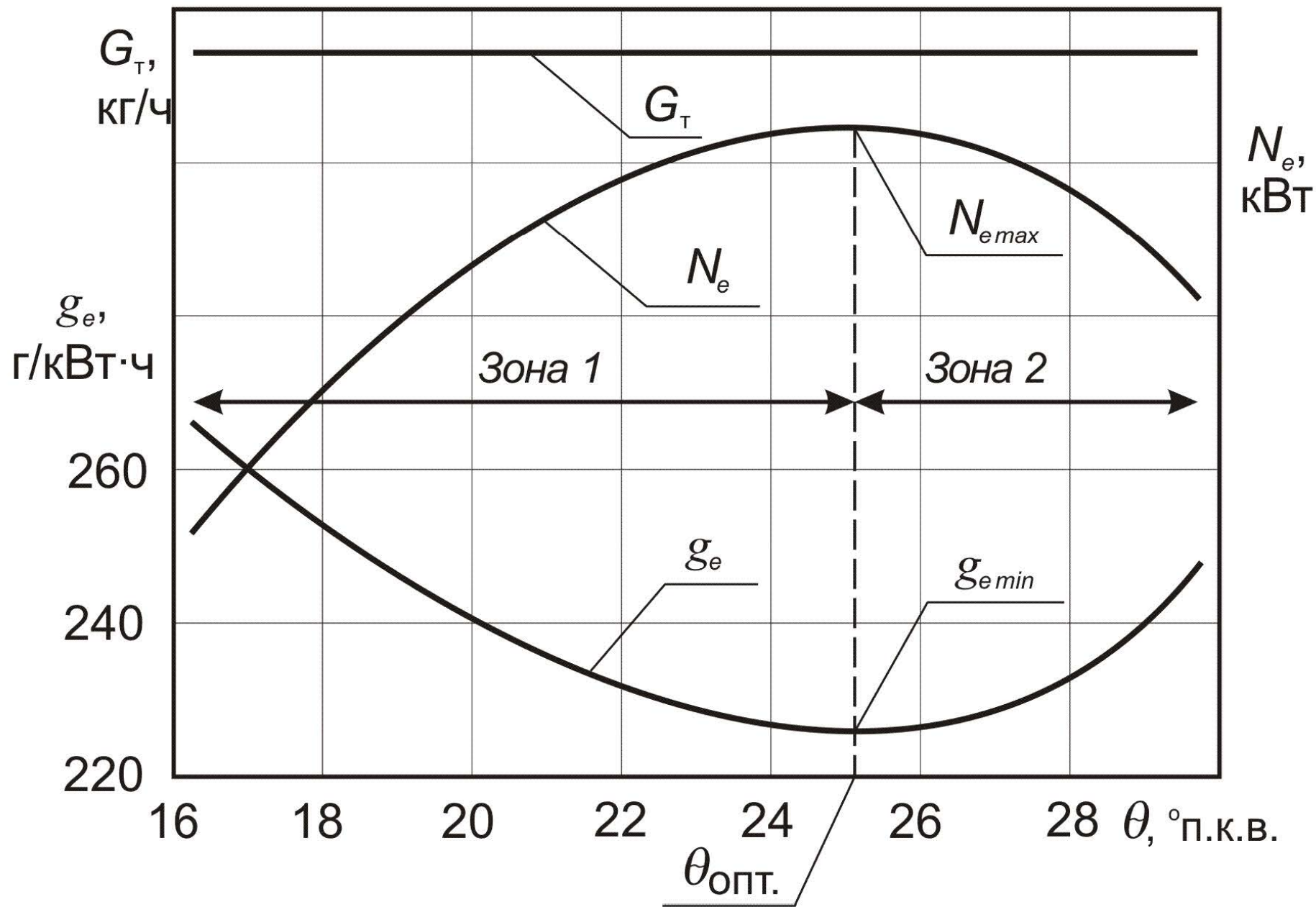


# ***7. Характеристика дизельного двигателя по углу опережения начала подачи топлива***

**Характеристикой дизельного двигателя по углу опережения начала подачи топлива** называется зависимость эффективной мощности  $N_e$ , удельного эффективного расхода топлива  $g_e$ , часового расхода топлива  $G_T$  от угла опережения впрыска топлива  $\theta$  при постоянной частоте вращения коленчатого вала и неизменном положении органа управления подачей топлива.

Условия снятия:  $G_T = \text{const}; n = \text{const};$   
 $\theta = \text{var.}$

Получить:  $N_e, g_e = f(\theta).$



Характеристика дизеля по углу опережения начала подачи топлива

Часовой расход топлива  $G_T$  на протяжении снятия всей характеристики остается постоянным из-за принятых условий снятия и постоянной частоты вращения коленчатого вала.

**Оптимальным углом опережения впрыскивания** для данного скоростного и нагрузочного режимов называется угол при котором достигается максимальная мощность  $N_e$  и минимальный удельный эффективный расход топлива  $g_e$ .

При позднем впрыскивании (*зона 1*) уменьшается период задержки воспламенения, дизель работает «мягко», большая часть цикловой подачи топлива поступает в камеру сгорания после ВМТ.

Процесс сгорания смещается в сторону расширения, максимальное давление цикла снижается, что обуславливает падение эффективной мощности  $N_e$ . Вследствие горения смеси на линии расширения резко возрастают тепловые потери с отработавшими газами и в охлаждающую жидкость.

При позднем развитии процесса сгорания все топливо не сгорает – дизель дымит.

Возрастает неполнота сгорания смеси, что приводит к образованию сажи. Все это приводит к увеличению удельного эффективного расхода топлива  $g_e$  и перегреву двигателя.

Кроме того ухудшаются пусковые качества дизеля.

При раннем впрыскивании (**зона 2**) топливо подается форсункой в сжатый воздух с относительно низкой температурой и давлением, что приводит к увеличению периода задержки воспламенения.

Сгорание происходит с резким повышением давления за короткий промежуток времени, то есть увеличивается «жесткость» работы, что сопровождается громким стуком при работе.



Большая часть смеси сгорает до ВМТ, что требует преодоления противодействия при движении поршня к ВМТ и приводит к падению эффективной мощности  $N_e$  и к снижению экономичности работы.

Появление стука при очень раннем впрыскивании из-за жесткой работы увеличивает механические нагрузки на кривошипно-шатунный механизм и усиливает износ сопрягаемых деталей.

В целом при увеличении частоты вращения требуется увеличивать угол опережения начала подачи топлива для своевременного развития процесса сгорания (в системах с механическим регулированием это делает центробежная муфта в приводе ТНВД).