

Тема 4. Такты работы ДВС (часть 2)

Вопросы:

- 1. Смесеобразование в ДВС**
- 2. Расчет процесса горения**
- 3. Расширение**

Образование горючих смесей



Однородной называют смесь, в которой около каждой молекулы топлива расположено одинаковое количество молекул кислорода, азота и других компонентов.



Смесь, состоящая из компонентов, находящихся в разных агрегатных состояниях (газ+капли+пленка) всегда неоднородна и ее называют двухфазной или гетерогенной.

Способы интенсификации процесса смесеобразования:

- повышением температуры компонентов;
- увеличением поверхностей смешивания;
- организацией турбулентной диффузии.



Подогрев газообразного топлива и воздуха при смесеобразовании не применяется, так как он снижает наполнение цилиндров и может вызвать детонационное сгорание.

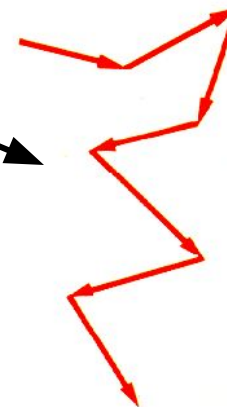
Процессы воспламенения и горения



Для начала горения необходима первоначальная затрата энергии, роль которой выполняет теплота сжатого заряда или энергия электрического разряда.

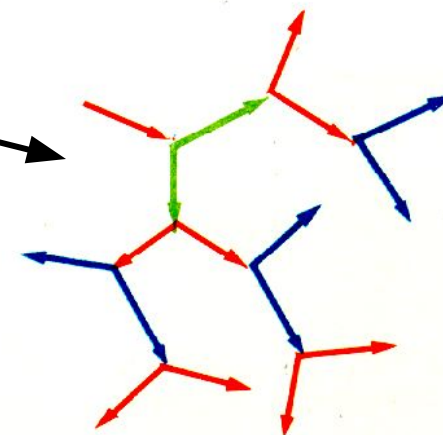
Промежуточными продуктами сгорания являются – свободные радикалы ОН

Неразветвленные



а)

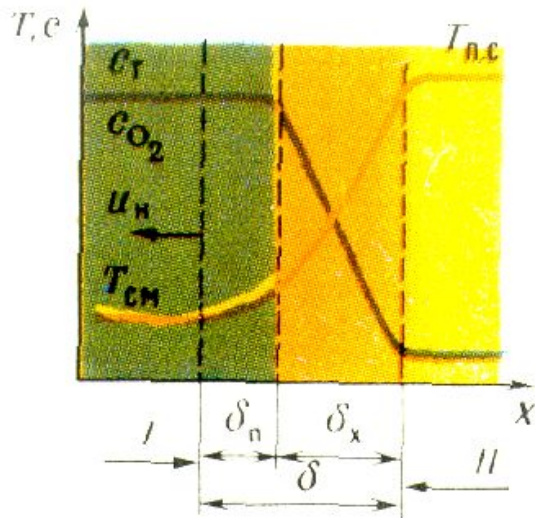
Разветвленные



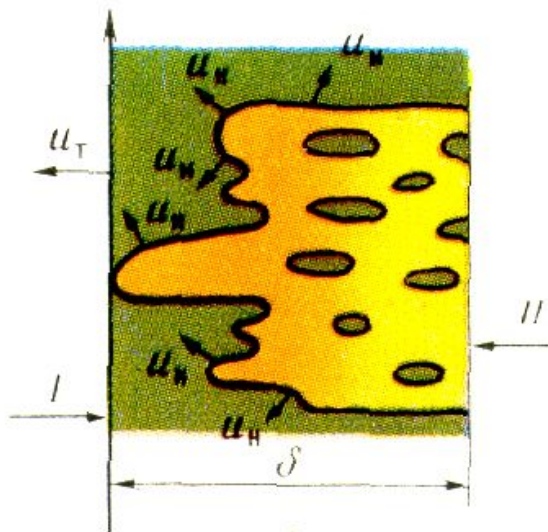
б)

Схема цепных реакций окисления

Схема перемещения фронта пламени при турбулентности:



а)



б)

а – мелкомасштабной;

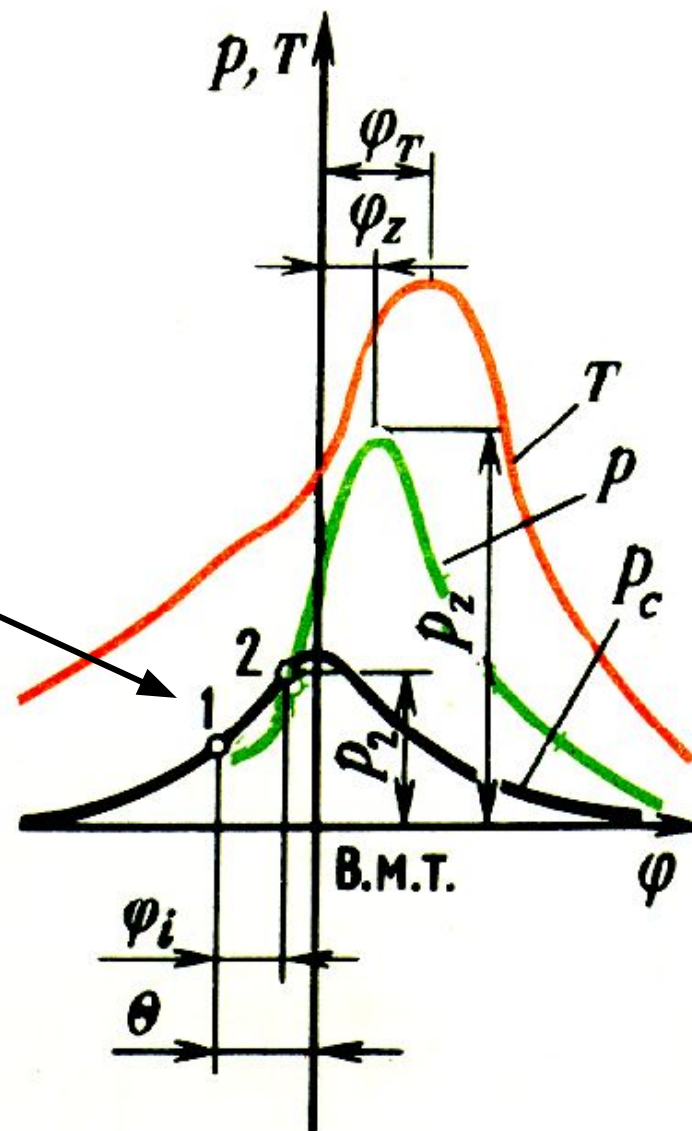
б – крупномасштабной;

I – горючая смесь;

II – продукты сгорания

Природа возникновения периода задержки воспламенения

Период индукции



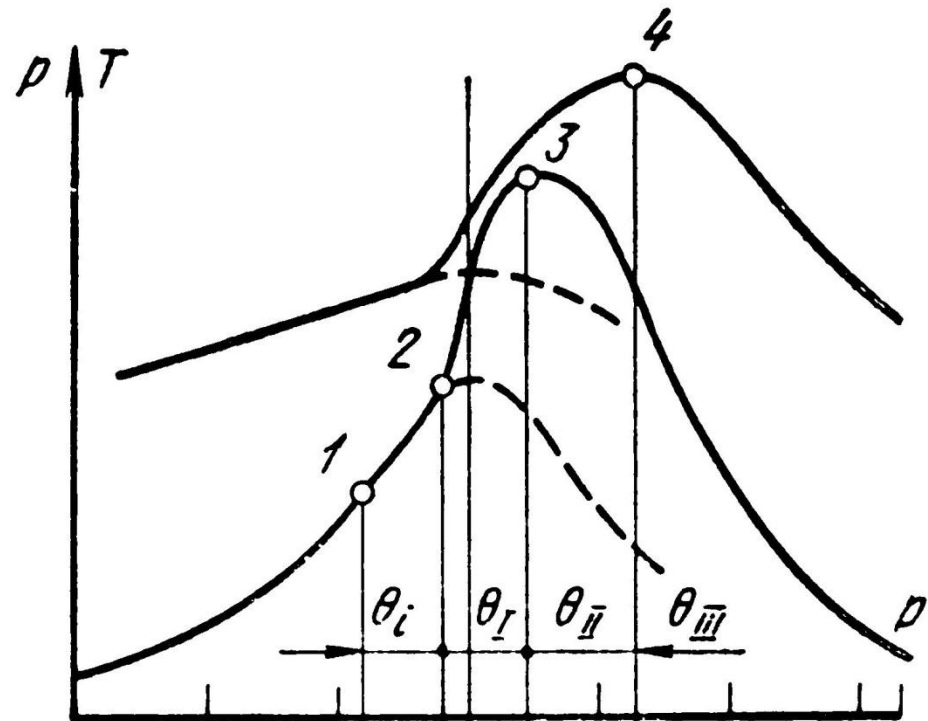
Основные этапы процесса сгорания в дизельном двигателе

θ_i – период задержки воспламенения (индукции);

θ_I – период быстрого сгорания;

θ_{II} – период замедленного сгорания;

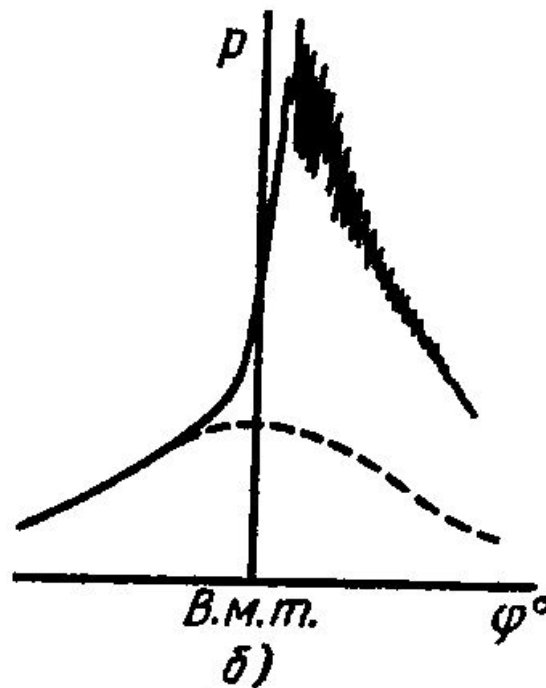
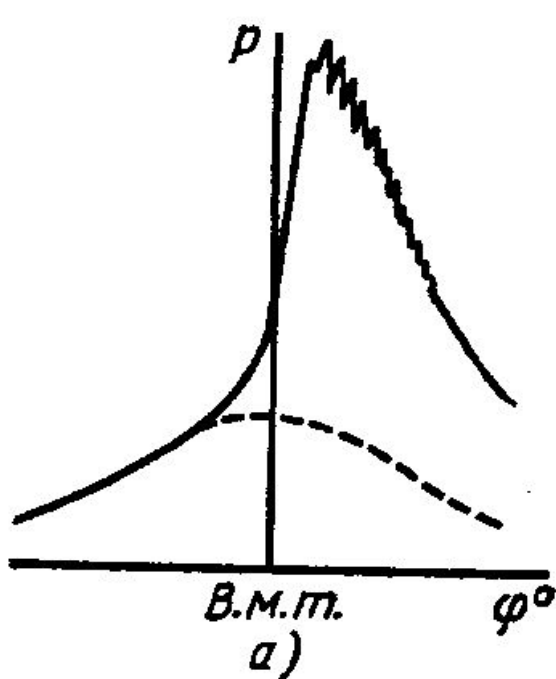
θ_{III} – период догорания



Типичные индикаторные диаграммы двигателя с искровым зажиганием при работе с детонацией

а) слабой;

б) сильной



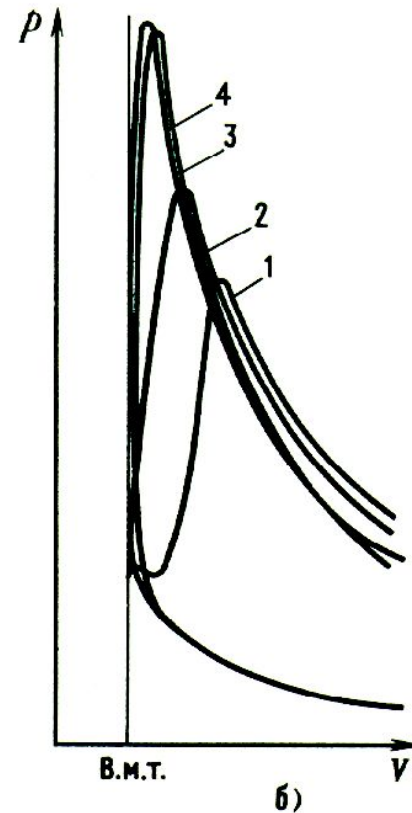
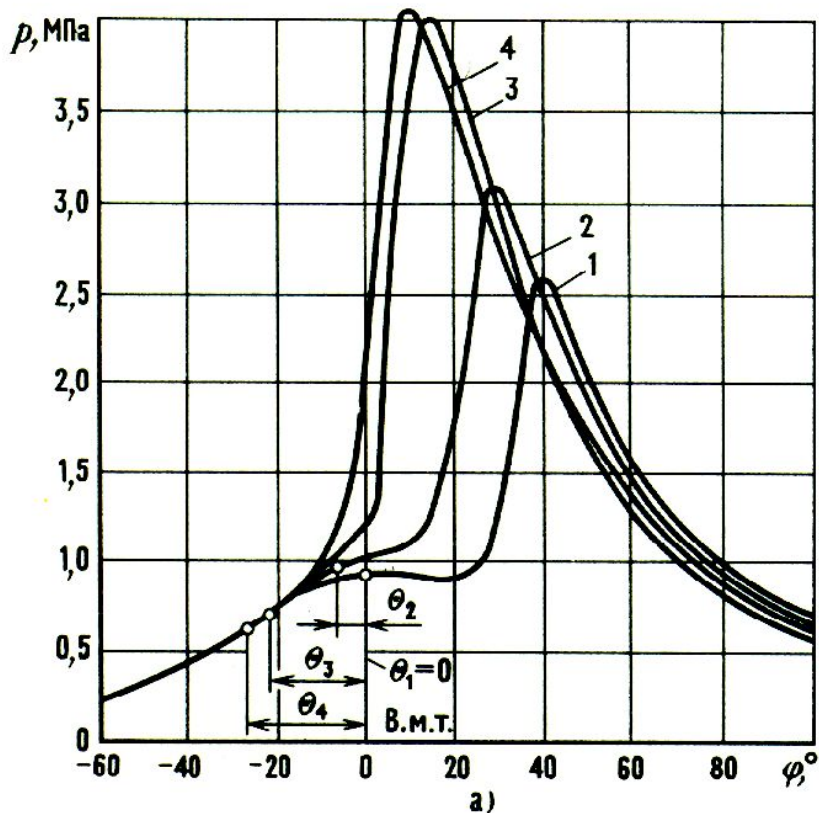
Природа детонации – самовоспламенение последней части заряда, до которой фронт пламени от свечи доходит в последнюю очередь



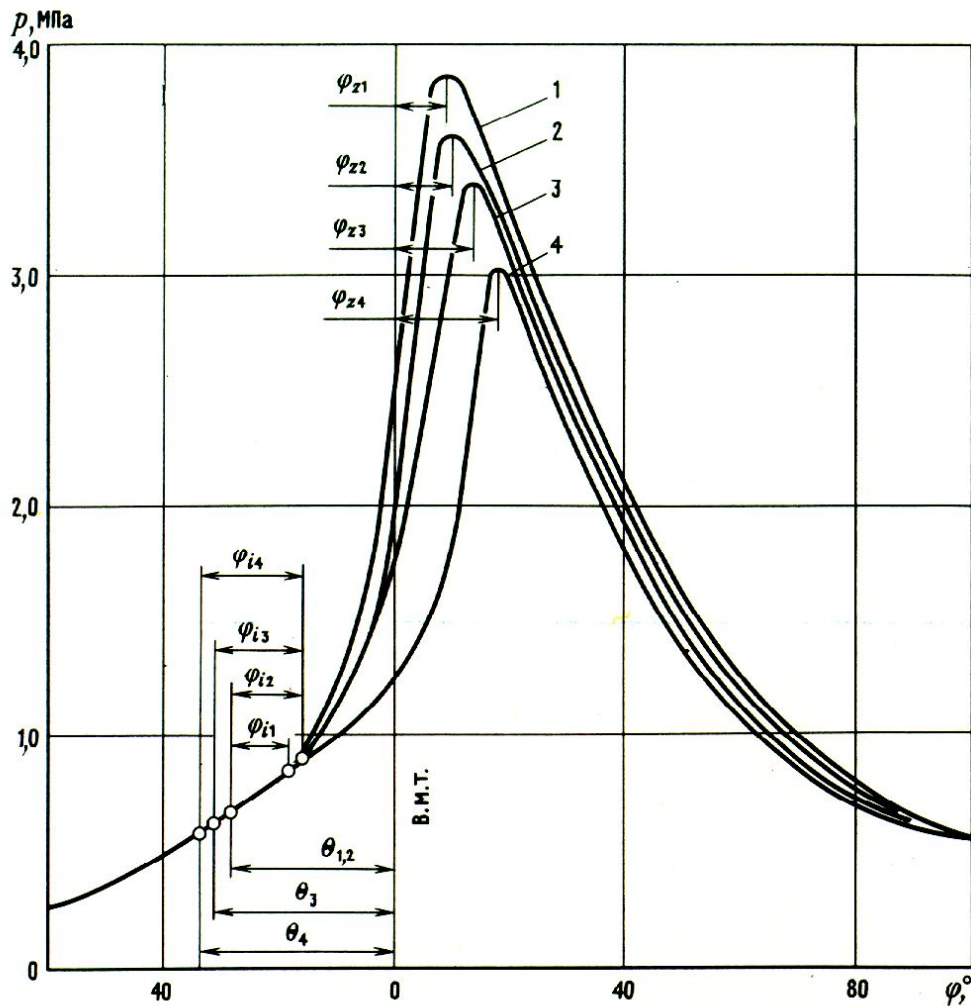
Оценка процесса сгорания по индикаторной диаграмме

Фрагменты индикаторных диаграмм двигателя с принудительным воспламенением при различных значениях угла опережения зажигания θ :

a — φp — диаграмма; b — Vp — диаграмма; 1 — $\theta_1 = 0$; 2 — $\theta_2 = 7^\circ$; 3 — $\theta_3 = 22^\circ$; 4 — $\theta_4 = 27^\circ$



Влияние отдельных факторов на процесс сгорания в дизеле



Индикаторные диаграммы двигателя с принудительным воспламенением при работе на смесях, отличающихся избытком воздуха:

1 — $\alpha = 0,84$; 2 — $\alpha = 0,65$; 3 — $\alpha = 1,0$; 4 — $\alpha = 1,18$



Мощность и КПД дизеля достигают наибольшей величины, если положение максимума давления в цилиндре (на индикаторной диаграмме) соответствует углу поворота кривошипа на 10—15° после в.м.т.

Расчет процесса сгорания в ДВС:

Модели
первого уровня

Расчет процесса сгорания методом
Гриневецкого – Мазинга. (1910-1930 г. –
МГТУ им. Баумана)

Модели второго
уровня

Расчет процесса сгорания методом
Вибе. (1960-1965 г. – Челябинск)

Современные
модели

Расчет процесса сгорания с учетом
турбулентного химического
теплообмена. (1990-2005 г.)

Расчет процесса сгорания методом Гриневецкого – Мазинга. (1910-1930 г. – МГТУ им. Баумана)

Первый закон термодинамики:

$$Q_{cz} = U_z - U_c + L_{cz},$$

Уравнение Клайперона-Менделеева:

$$p_z V_z = R_{\mu} M_z T_z.$$

Действительную сложную зависимость характеристики подвода (использования) теплоты заменяют при расчете подводом теплоты в элементарных процессах – изохорном и изобарном



В результате расчета определяются: температура цикла T_z , давление цикла P_z и степень предварительного расширения.

Расчет процесса сгорания методом Вибе. (1960-1965 г. – Челябинск)

Изменение внутренней энергии

$$dU = dQ_{исп} - pdV.$$

Подведенная к рабочему телу
теплота

Произведенная работа

С внедрением в инженерную практику ЭВМ наряду с методом Гриневецкого – Мазинга находят применение методы расчета процесса сгорания, основанные на численном решении дифференциального уравнения первого закона термодинамики

Теплоотдача в стенке

$$dQ_w = \alpha (T - T_{ст}) F_{ст} dt.$$

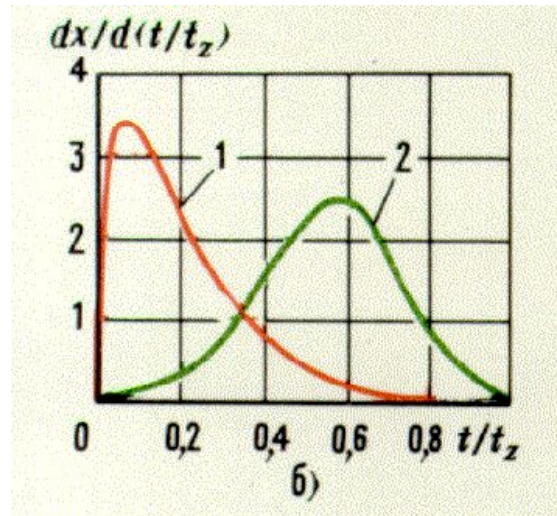
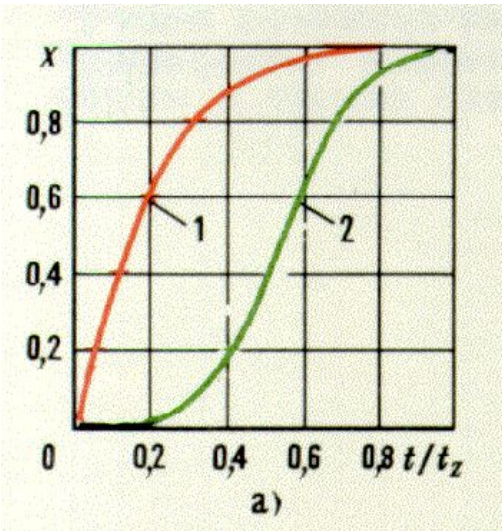
$$dQ_{исп} = dQ_{выд} - dQ_w.$$

Выделившаяся при сгорании
теплота

$$dQ_{выд} = \chi H_u dg_T.$$

Расчет процесса сгорания методом Вибе И.И.

$$x = 1 - \exp \ln (1 - x_z) (t/t_z)^{m+1} .$$



Характеристики тепловыделения в безразмерных координатах:

a – относительная характеристика тепловыделения; *b* – относительная скорость тепловыделения; 1- для дизеля; 2 – для карбюраторного двигателя

!

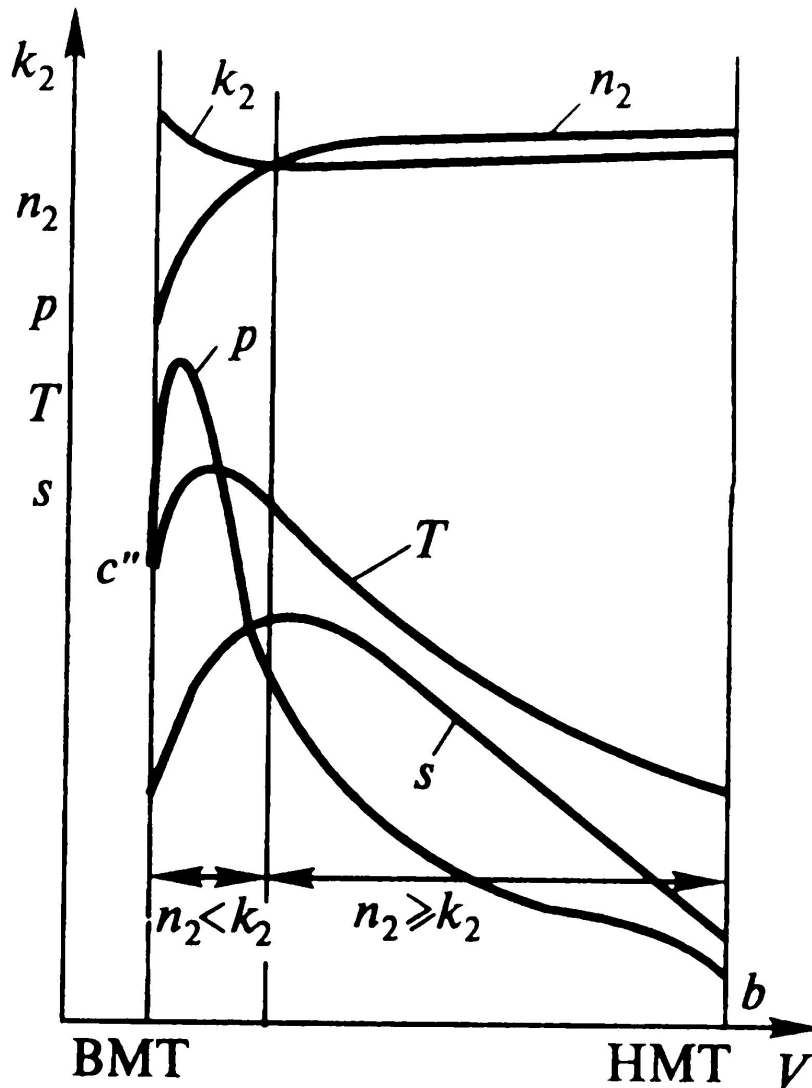
В уравнении характеристики тепловыделения должны быть заданы три величины, имеющие значения параметров процесса сгорания: продолжительность сгорания φ_z , доля сгоревшего топлива x_z за время сгорания t_z и показатель характера сгорания m .

Расчет процесса сгорания с учетом турбулентного химического теплообмена.

С учетом трехмерной геометрии формы камеры сгорания и поршня определяются:

- скорость и полнота сгорания рабочей смеси;**
- поля давлений и температур;**
- поля концентраций вредных веществ: CO, CH, NO_x и др.**

Процесс расширения



Изменение параметров рабочего тела, а также показателей адиабаты и политропы в процессе расширения

В общем случае:

$$p_b = p_z (1/\delta)^{n_2} \quad \delta = V_b/V_z$$

$$T_b = T_z (1/\delta)^{n_2 - 1}, \quad (\delta = \varepsilon)$$

Для бензиновых двигателей:

$$p_b = p_z (1/\varepsilon)^{n_2};$$

$$T_b = T_z (1/\varepsilon)^{n_2 - 1}.$$

**Показатель политропы расширения и параметры газов
в точке b (конца процесса расширения)**

Тип двигателя	n_2	p_b, МПа	T_b, К
Двигатель с искровым зажиганием	1,23...1,30	0,35...0,5	1200...1700
Дизель	1,18...1,28	0,2...0,40	1000...1200