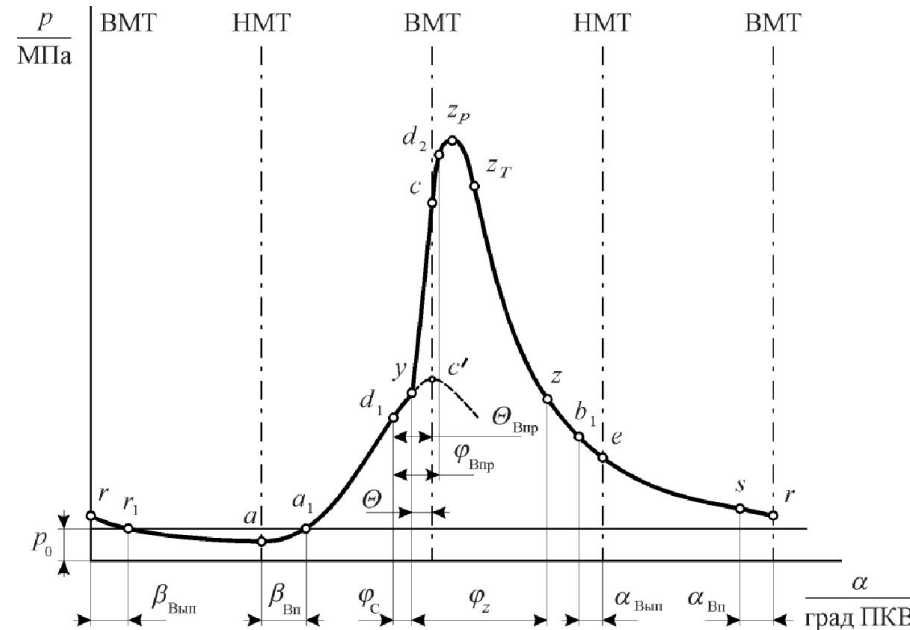
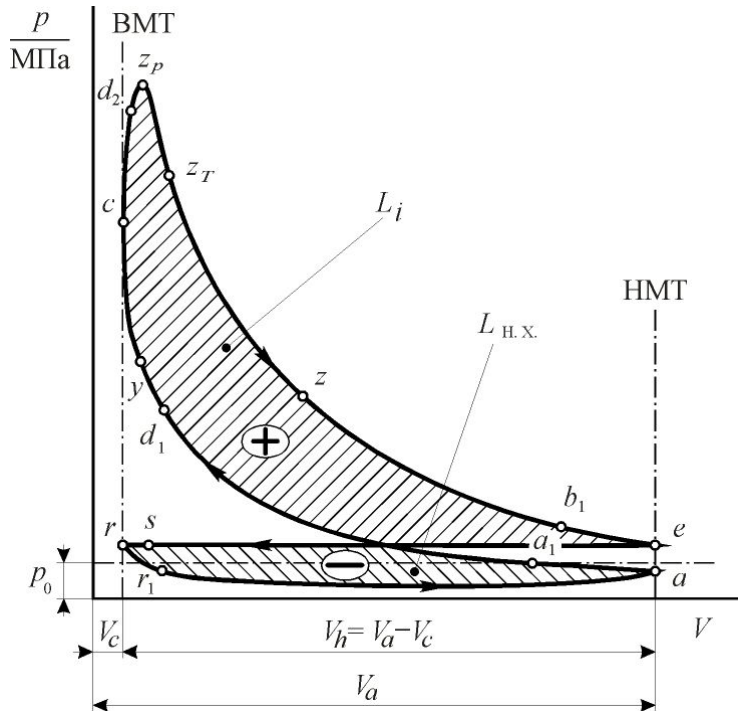


Действительные циклы ДВС

Действительные циклы ДВС

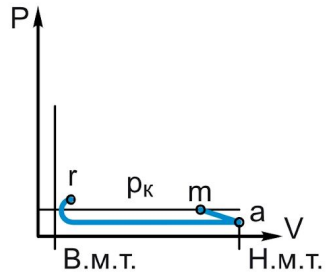
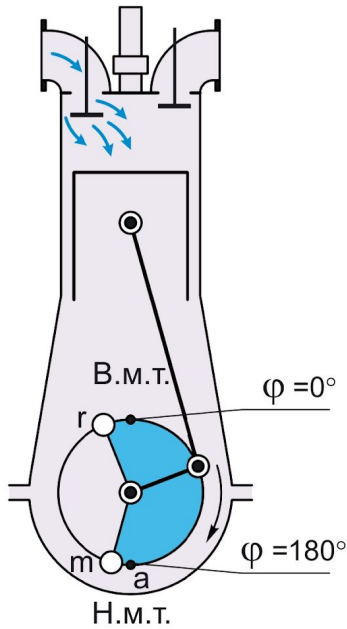


Изменение давление газа в цилиндре работающего двигателя в зависимости от хода поршня или объема $P = f(S, V)$, называется **свернутой индикаторной диаграммой**, зависимость давления в цилиндре от угла поворота кривошипа $P = f(\phi)$, называется **развернутой индикаторной диаграммой**.

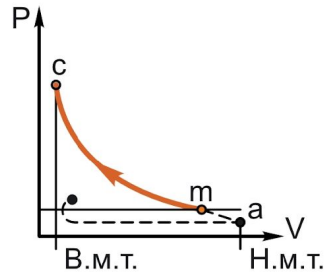
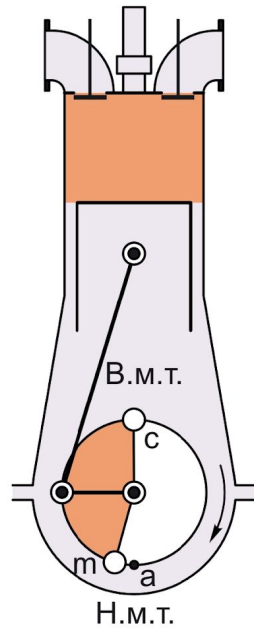
Принципы работы ДВС

Рабочий процесс четырехтактного дизеля

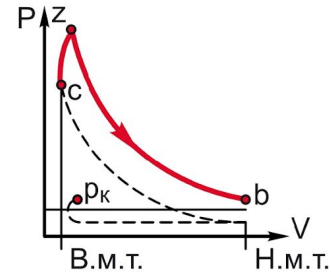
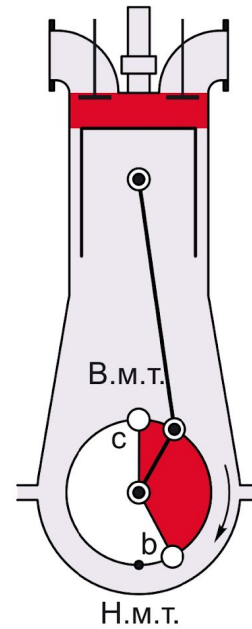
1 такт
– впуск воздуха



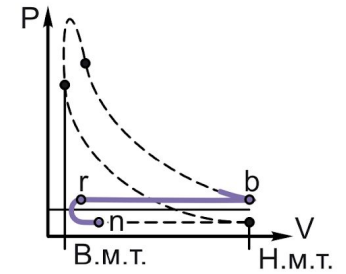
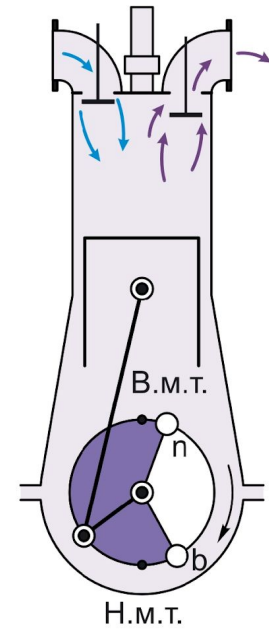
2 такт
– сжатие воздуха



3 такт – расширение газов
или рабочий ход



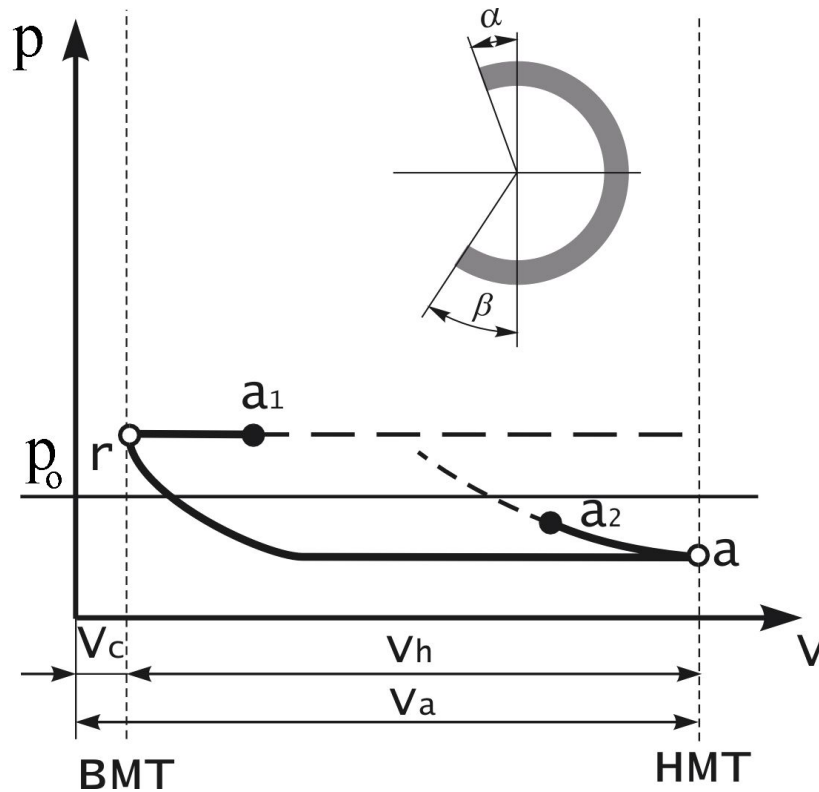
4 такт – выпуск отработанных газов



Процесс впуска

Где α – угол опережения открытия впускного клапана, β – угол запаздывания закрытия впускного клапана.

Коэффициент наполнения – это отношение действительного количества свежего заряда, поступившего в цилиндр двигателя в процессе впуска (M_1) к тому количеству, которое могло бы поместиться в рабочем объеме (M_0) при условии на впуске (p_0, T_0, p_k, T_k). При расчете рабочего цикла принимается давление окружающей среды



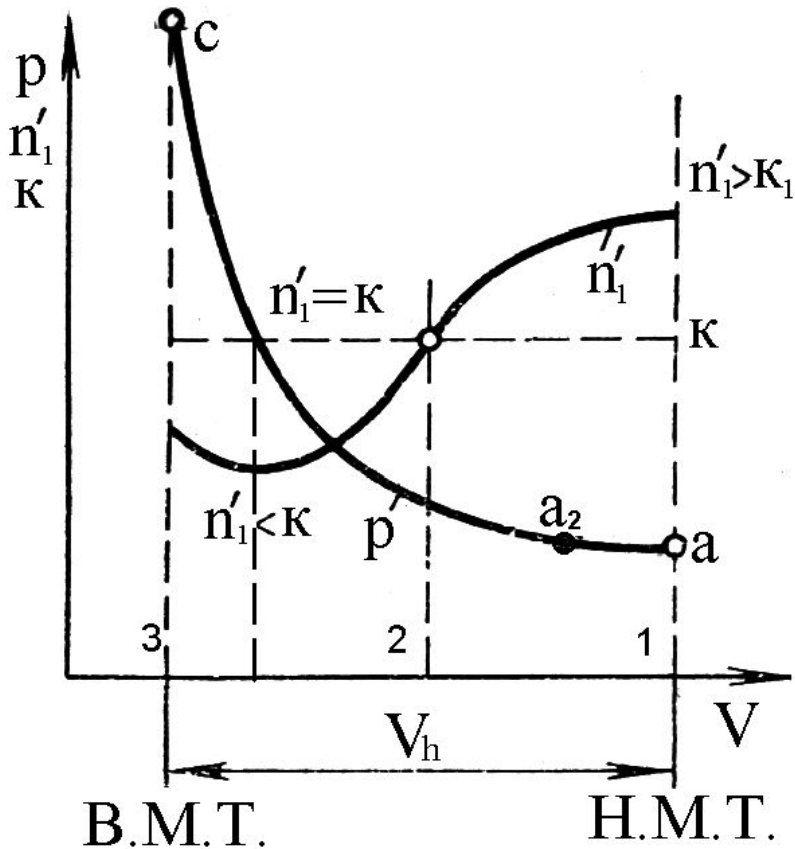
$p_0 = 0,1$ МПа, а температура $T_0 = 293$ К.

$$\eta_v = \frac{M_1}{M_0} = \frac{G_1}{G_0} = \frac{P_1 V_1}{P_0 V_h}$$

Отношение количества остаточных газов в цилиндре от предыдущего цикла (M_r), к количеству свежего заряда поступившего в цилиндр (M_1) называется **коэффициентом остаточных газов γ_r**

$$\gamma_r = \frac{M_r}{M_1}$$

Процесс сжатия



Из курса термодинамики известно, что процесс сжатия происходит по политропе. Сжатие рабочего газа в цилиндре необходимо для увеличения температуры. Процесс сжатия начинается после закрытия впускного клапана (точке a_2). Вначале хода сжатия температура заряда ниже средней температуры деталей ЦПГ, тепло идет от стенок к газу, кривая показателя политропы сжатия n_1 выше точки показателя адиабаты k ($n_1 > k_1$).

В точке 2 температура стенок и газа становятся равными за счет сжатия заряда, температура которого повышается, поэтому показатели политропы сжатия n_1 и адиабаты k также становятся равными ($n_1 = k$).

На участке 2–3 за счет сжатия температура заряда становится выше, чем температура стенок, теперь тепло идет от газа к стенкам, а значит, показатель политропы сжатия становится меньше показателя адиабаты $n_1 < k$.

В дизеле к концу сжатия необходимо (для надежного самовоспламенения топливовоздушной смеси), чтобы температура воздуха к моменту впрыска топлива была больше температуры самовоспламенения на всех режимах работ, в том числе при пуске

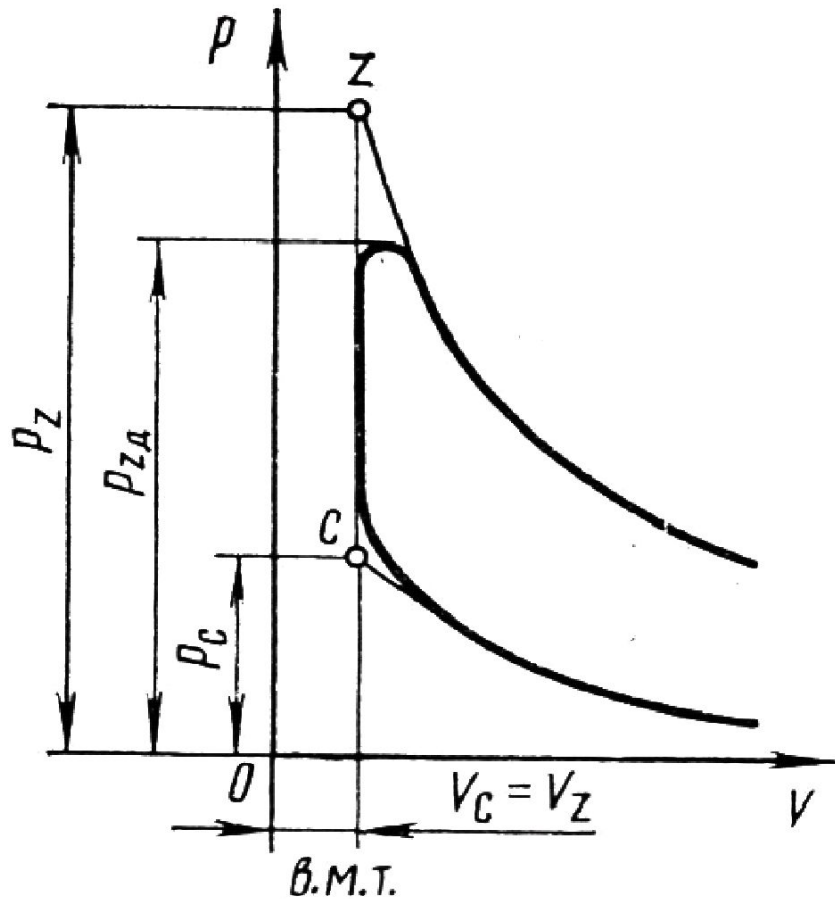
$$T_c > T_s.$$

Причем температура в конце сжатия T_c должна превышать температуру самовоспламенения топлива T_s на 200 – 400 °С.

В двигателе с воспламенением от искры температура в конце сжатия ограничивается возникновением преждевременного воспламенения, т.е.

$$T_c < T_s.$$

Процесс сгорания в бензиновых двигателях



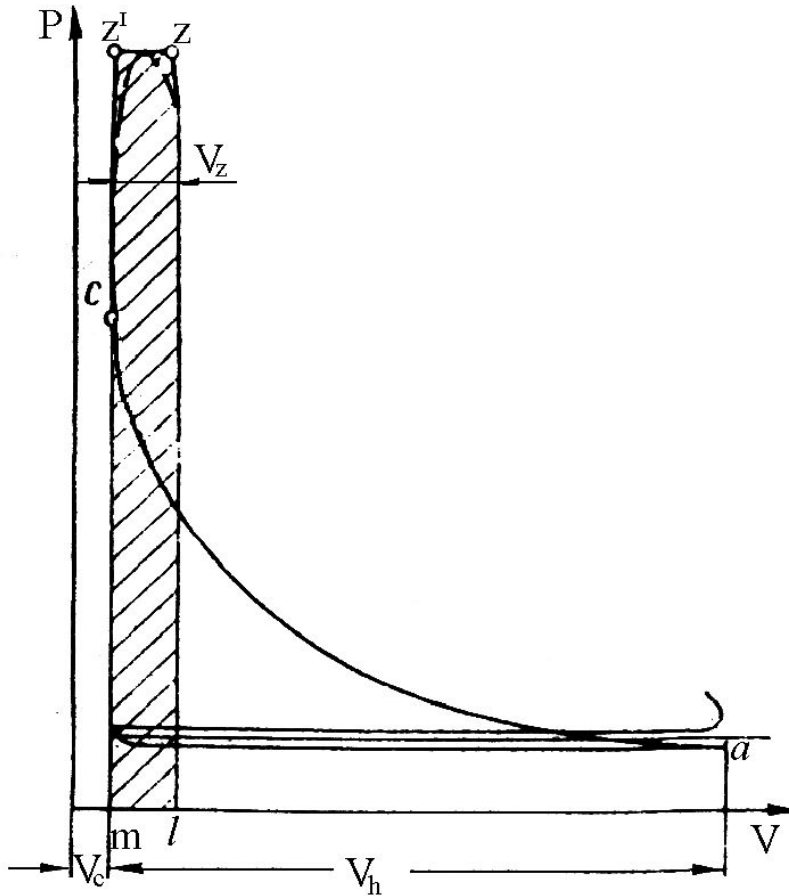
Для упрощения принимается, что сгорание происходит мгновенно при $V = \text{const}$. Газы не совершают полезной работы, а вся выделенная теплота расходуется на увеличение их внутренней энергии.

При этом допущении уравнение баланса тепла запишется следующим образом

$$Q_Z = Q_C + Q_{\text{ср}}$$

Количество теплоты после сгорания (точка z) равно количеству теплоты содержащейся в газах до сгорания (точка c) плюс количество теплоты выделившееся при сгорании ($Q_{\text{ср}}$).

Процесс сгорания в дизелях



Принято считать, что процесс сгорания в дизелях происходит по смешанному циклу, то есть подвод тепла осуществляется при $V = \text{const}$ и $P = \text{const}$.

Уравнение баланса теплоты для дизеля можно записать в следующем виде:

$$Q_{vc} + Q_{cg} = Q_{vz'} + Q_{z'-z}$$

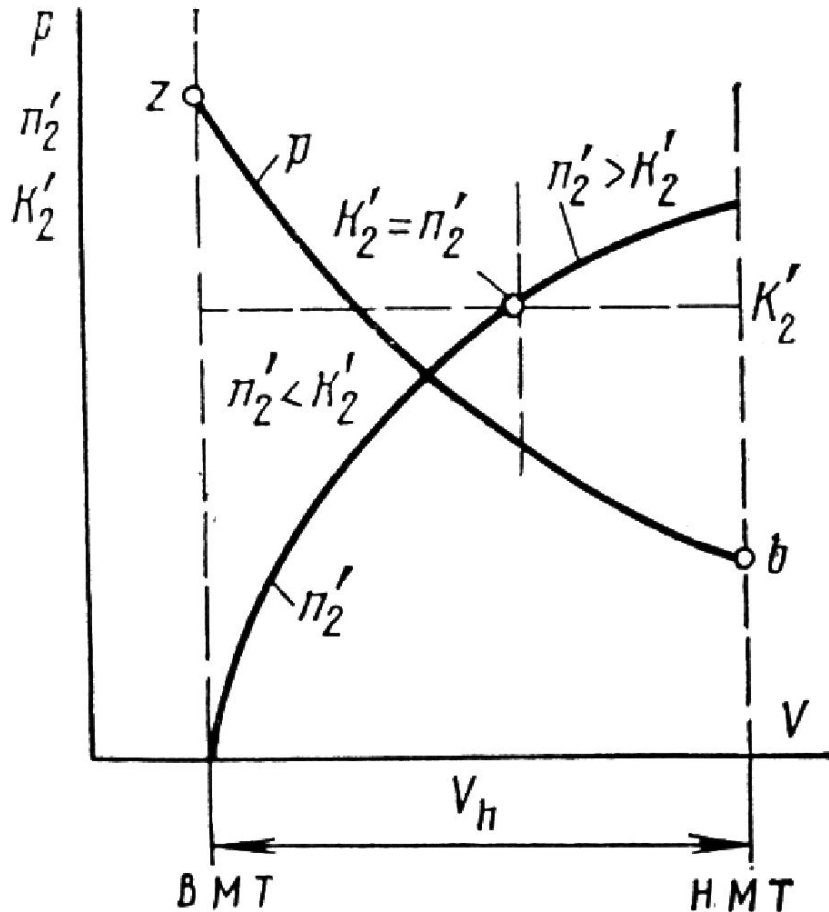
где Q_{vc} – количество теплоты в цилиндре до сгорания;

Q_{cg} – количество теплоты выделившееся в процессе сгорания;

$Q_{vz'}$ – количество теплоты в точке z' ;

$Q_{z'-z}$ – количество теплоты в эквивалентной работе расширения на участке $z'-z$.

Процесс расширения



Процесс расширения сопровождается целым рядом явлений:

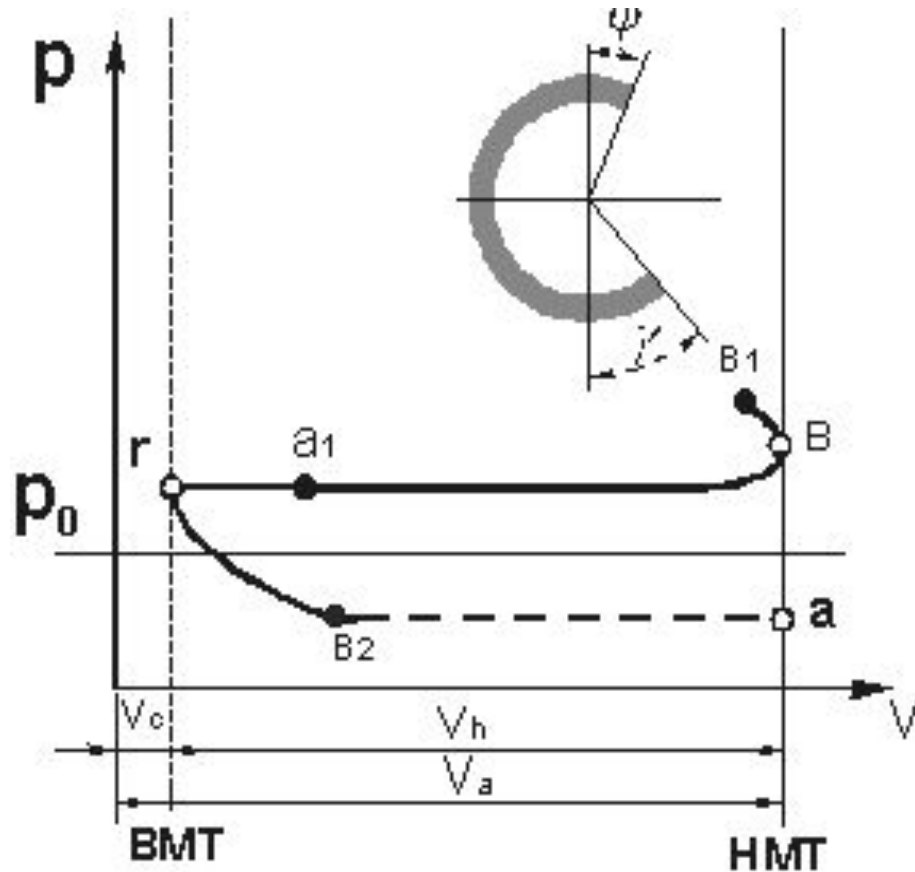
- догоранием на линии расширения (у бензиновых двигателей оно мало, у дизелей до 100° п.к.в. после ВМТ);
- непрерывная передача теплоты к окружающим деталям в условиях переменных давлений, поверхностей охлаждения, перепада температур, продолжительности отдачи тепла;
- частичная и переменная утечка газов из цилиндра.

Реальный процесс расширения происходит по политропе с переменным показателем n_2 .

Таким образом:

- при $n_2' \leq k_2'$ происходит интенсивный подвод теплоты;
- при $n_2 = 0$, $n_2 < k_2'$ подвод теплоты уменьшается;
- при $n_2 = k_2'$ процесс расширения происходит по адиабате, т.е. подвод теплоты равняется отводу;
- при $n_2 > k_2'$ отвод теплоты становится больше подвода.

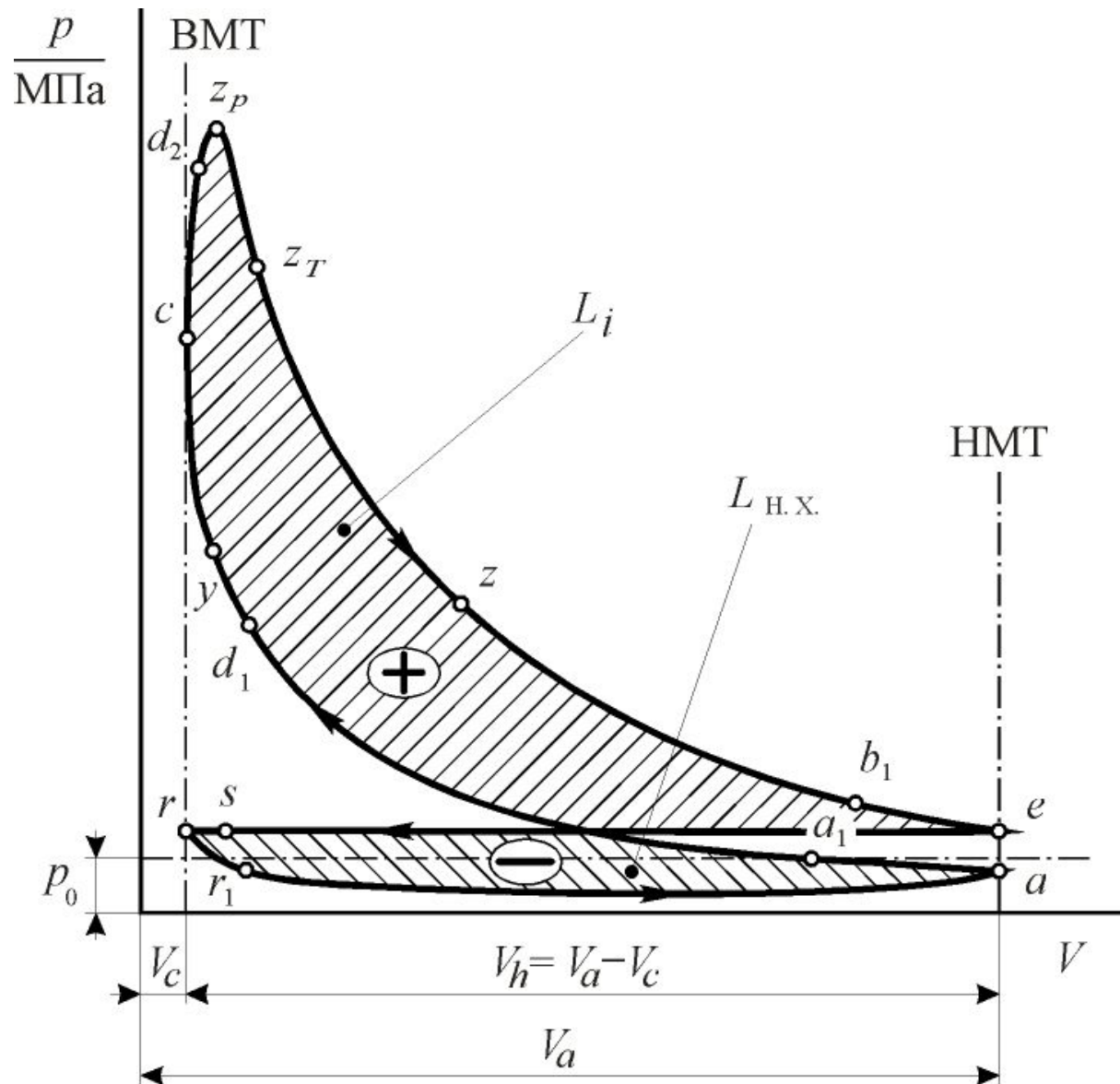
Процесс выпуска



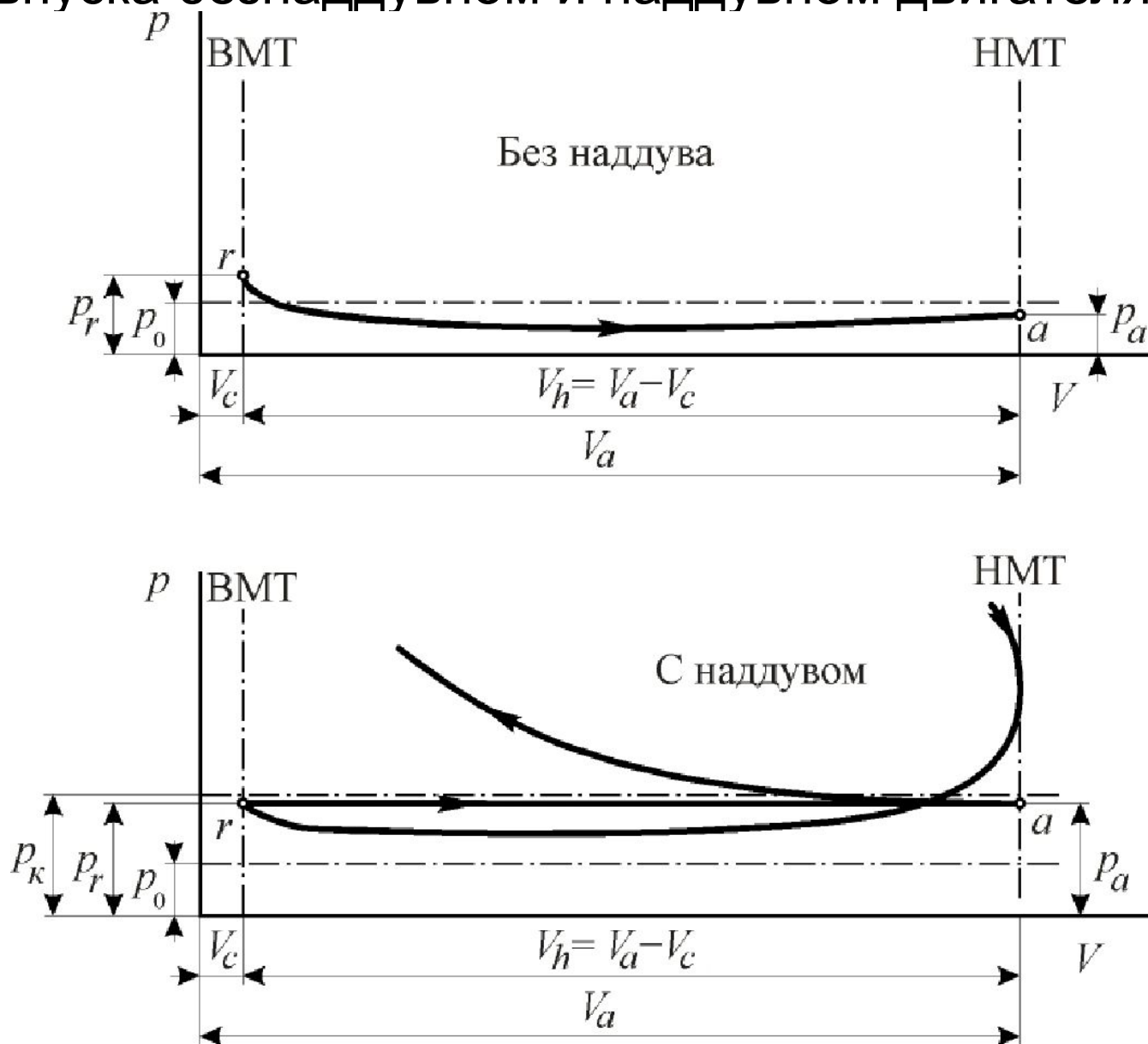
Процесс выпуска начинается с момента открытия выпускного клапана, когда еще идет такт расширения и поршень ещё не дошел до нижней мертвой точки (точка b_1), и заканчивается после ВМТ (точка b_2), т.е. процесс выпуска также длится более 180° на величину опережения открытия (γ) и запаздывания закрытия выпускного клапана (ϕ).

В период от точки a_1 до b_2 открыты оба клапана. Угол опережения открытия впускного клапана ϕ определяется по минимуму потерь на выталкивание отработавших газов и минимума потерь работы расширения. Давление в конце выпуска обычно берётся на основании экспериментальных данных.

Индикаторная « $p - V$ »-диаграмма четырёхтактного безнаддувного дизеля



Схемы изменения давления рабочего тела в процессах впуска безнаддувном и наддувном двигателях



Индикаторная « $p - V$ »-диаграмма четырёхтактного бензинового двигателя

