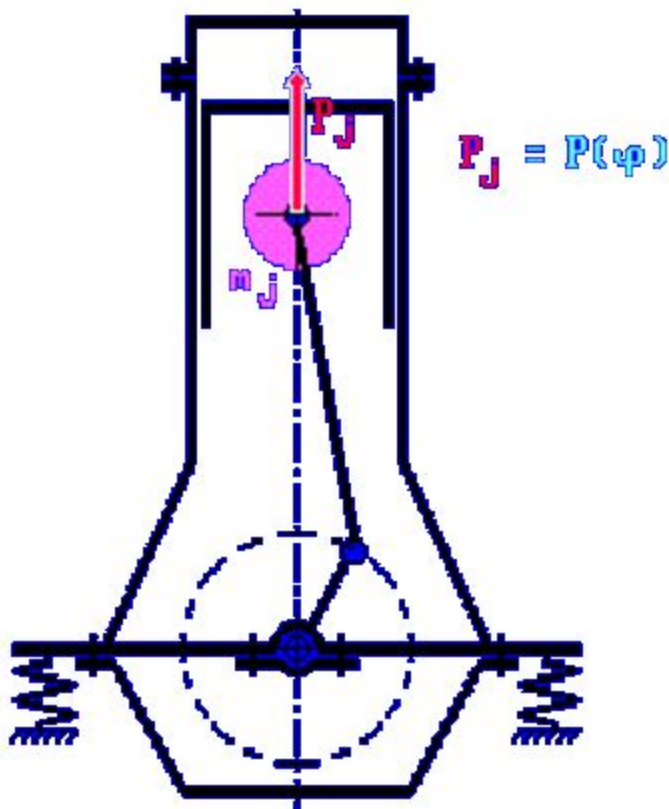


ТЕМА №2: « ДИНАМИКА КШМ», часть 2

РАССМАТРИВАЕМЫЕ ВОПРОСЫ:

1. СИЛЫ И МОМЕНТЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ В КШМ

Анализ динамики центрального КШМ

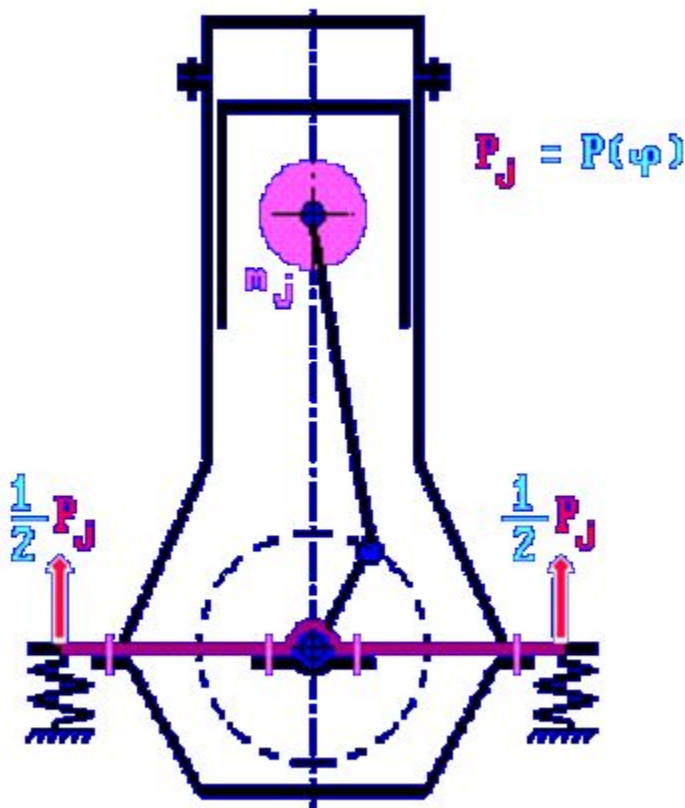


Сила инерции от
возвратно-поступательного
движения масс **P_j** является
свободной силой.
Передается через
подвижные детали КШМ,
коренные подшипники и
картер на опоры
двигателя. Сила P_j
переменна по величине и
направлению (знаку) и
действует в
противоположную
движению поршня
сторону. Может вызывать
внешнюю

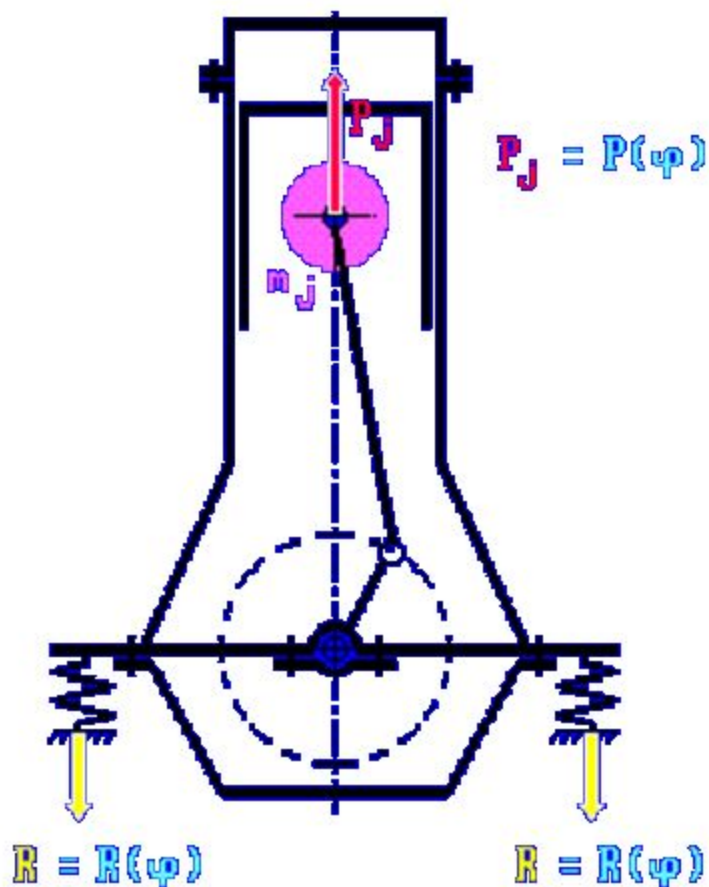
Анализ динамики центрального КШМ

Необходимы специальные мероприятия по её уравниванию внутри ДВС.

На каждую опору действует сила равная $1/2 P_j$, в следствии этого в опорах возникают реакции.



Анализ динамики центрального КШМ



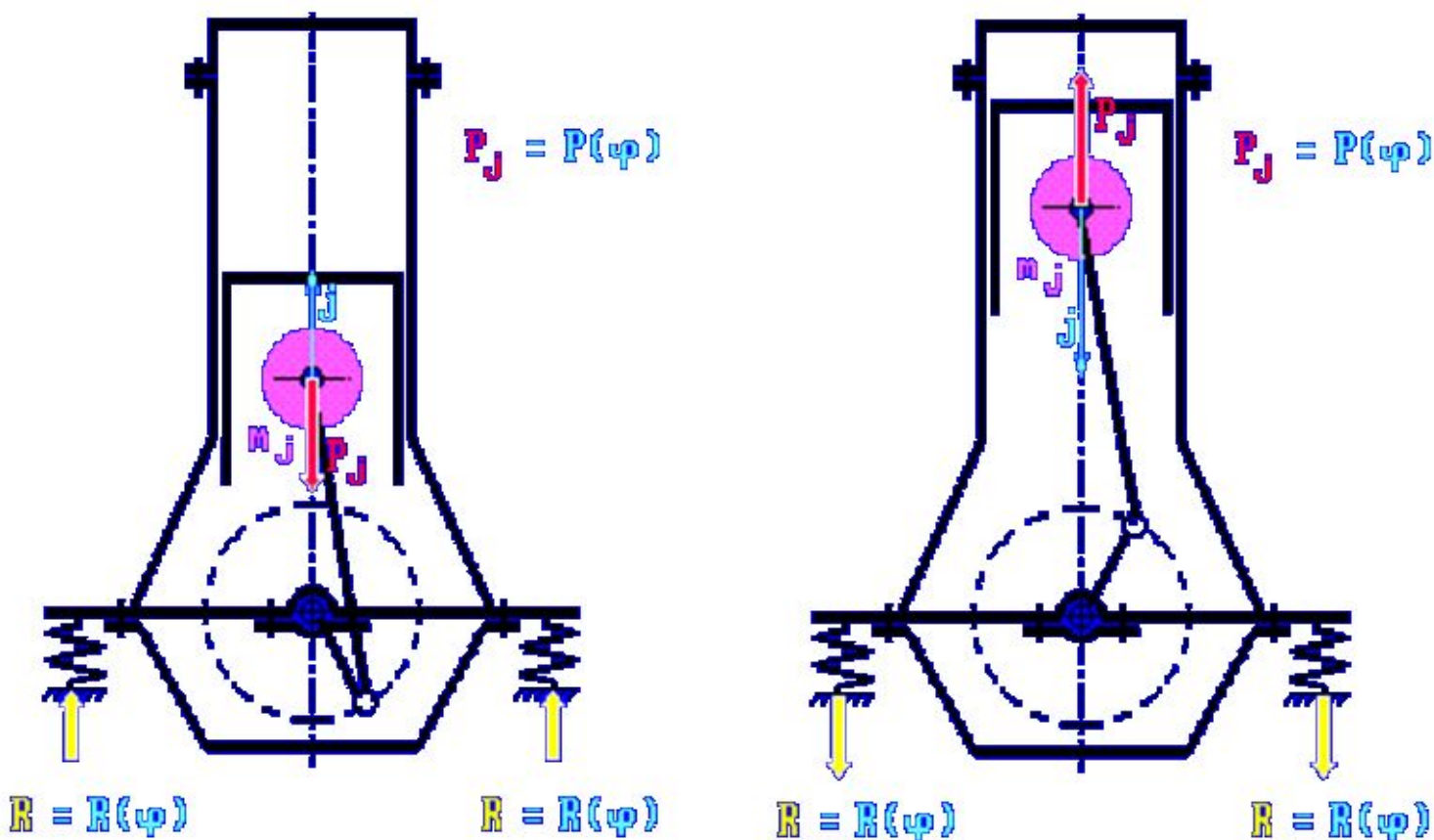
С учетом приближенной зависимости **ускорения j** от **угла поворота кривошипа (φ)** сила P_j обычно представляется в виде суммы **сил инерции первого P_{jI} и второго P_{jII} порядка.**

Анализ динамики центрального КШМ

$$\begin{aligned} P_j &= -m_j r \omega^2 (\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi) = \\ &= C \cos \varphi + \lambda C \cos 2\varphi = \\ &= P_{jI} + P_{jII} \end{aligned}$$

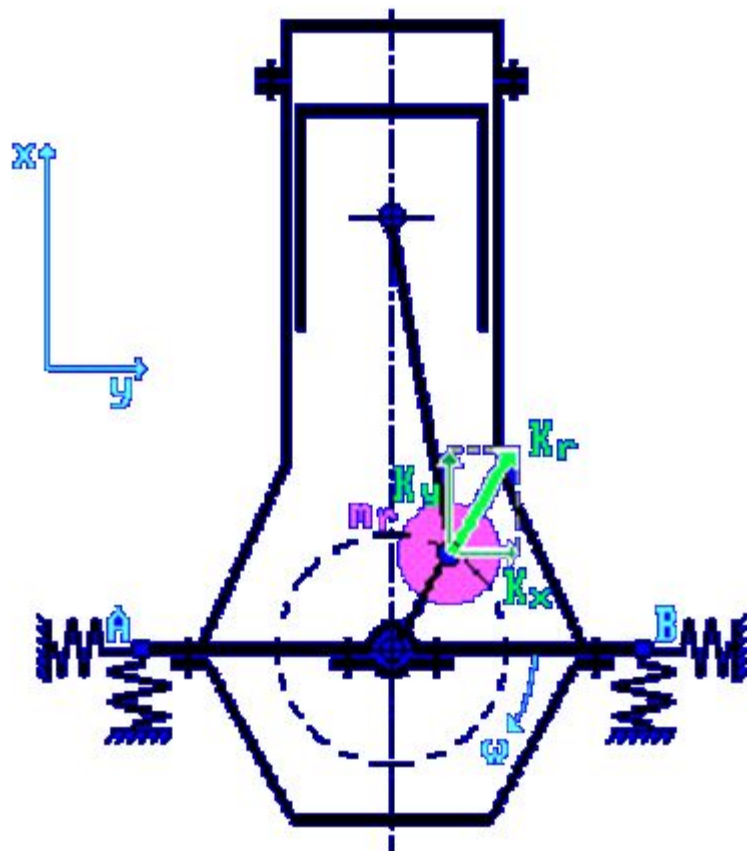
$$C = -m_j r \omega^2$$

Анализ динамики центрального КШМ



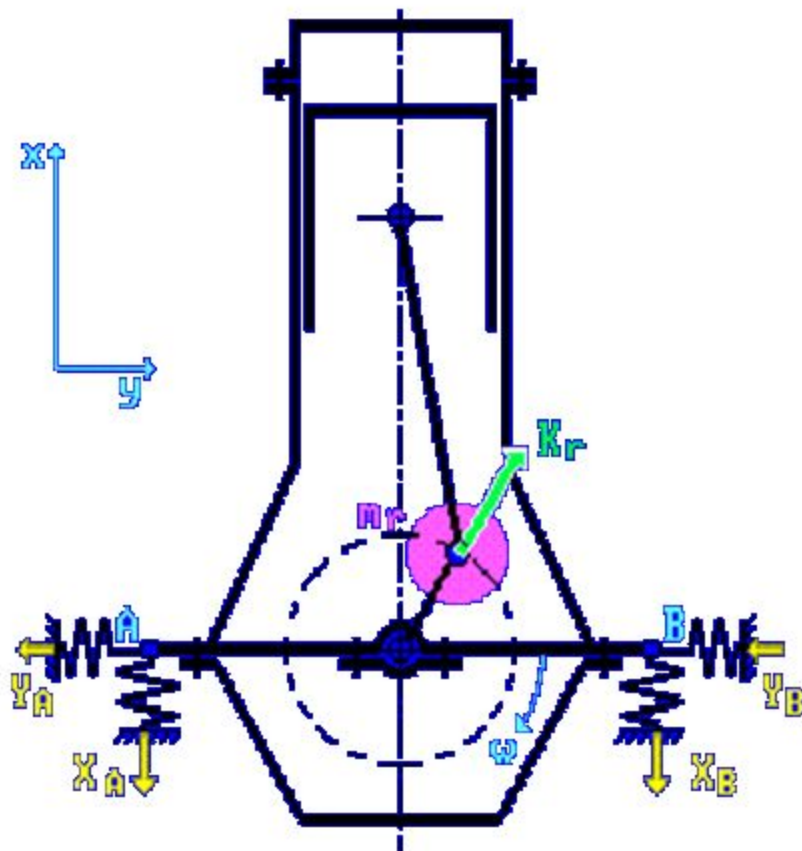
Характер изменения P_j определяется ускорением поршня j_j .

Анализ динамики центрального КШМ

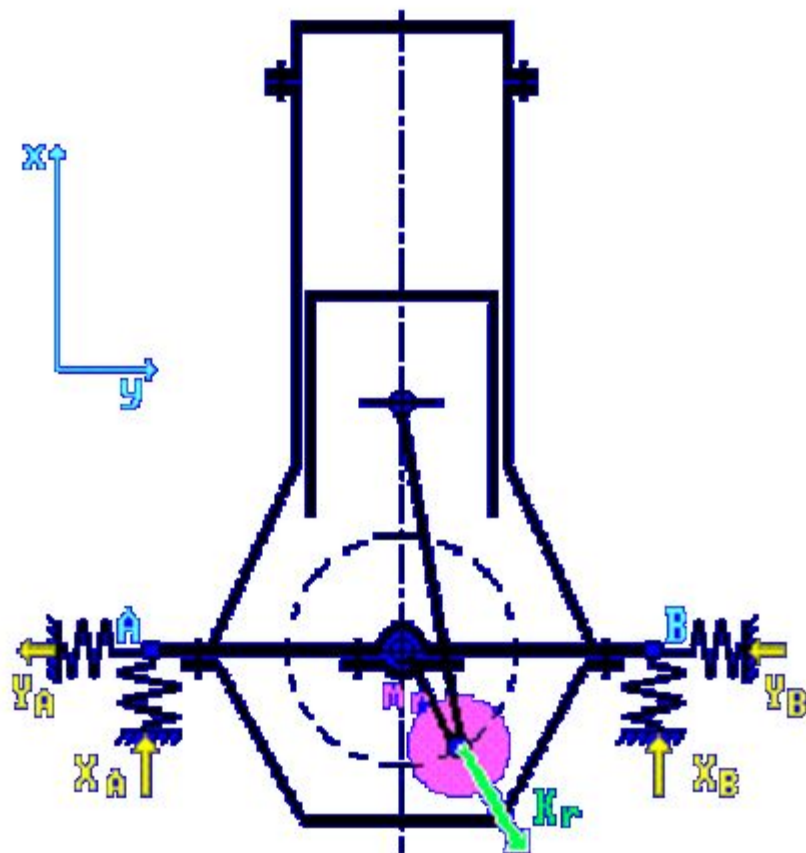


Центробежная сила инерции от вращающихся масс кривошипно-шатунного механизма **K_r** представляет собой постоянный по величине вектор, направленный по радиусу кривошипа и вращающийся с постоянной угловой частотой ω . Воздействуя на опоры двигателя через картер, сила **K_r** вызывает его неуравновешенность.

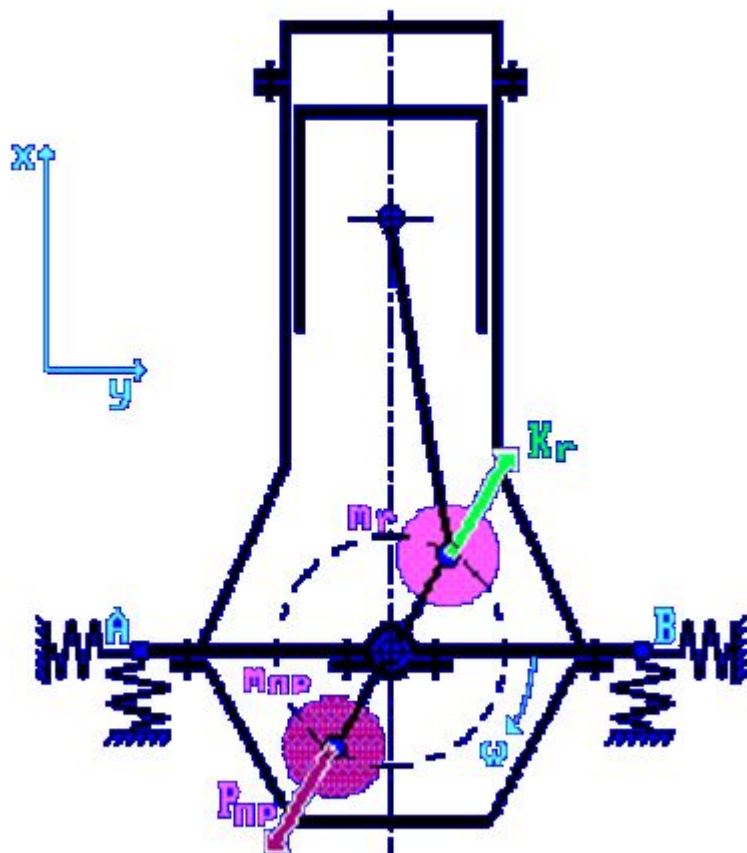
Анализ динамики центрального КШМ



Анализ динамики центрального КШМ



Анализ динамики центрального КШМ



Установка противовесов -
один из способов решения
проблемы
неуравновешенности КШМ
от силы K_r .

Суммарные силы и моменты, действующие в КШМ



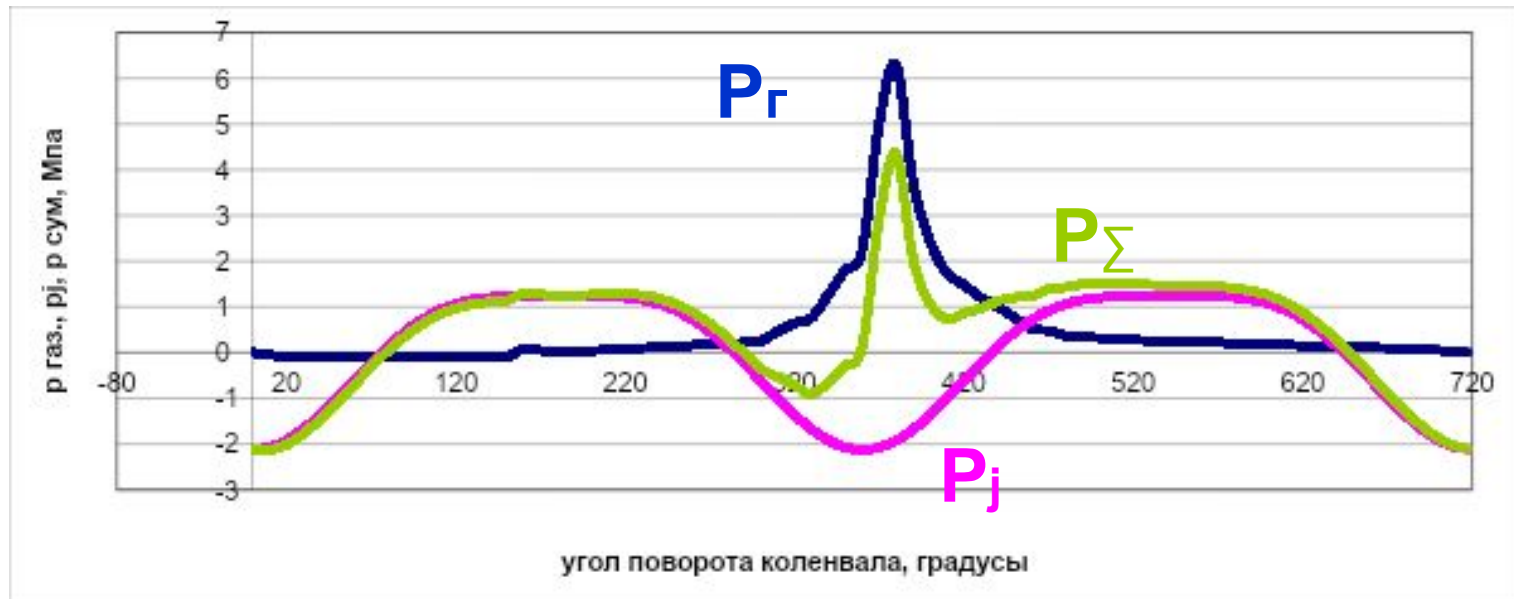
Анализ динамики КШМ

производят при совместном действии движущих газовых и инерционных сил.

$P_\Sigma = P_r + P_j$ - суммарная сила.

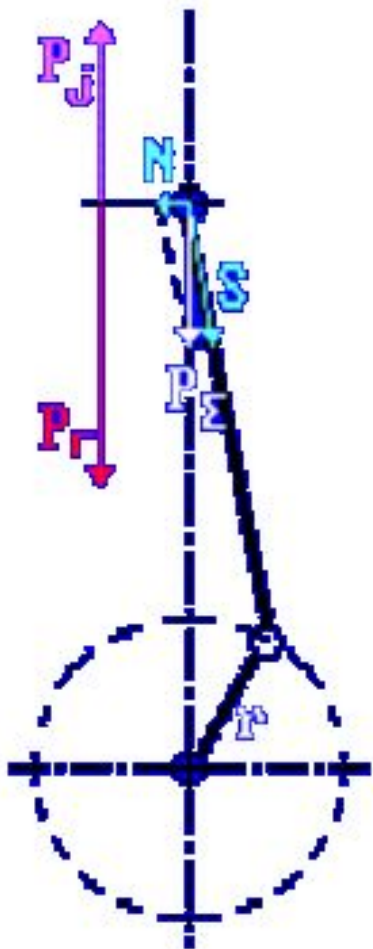
Силы P_Σ, P_r, P_j изменяются в зависимости от угла поворота коленчатого вала и определяются режимом работы ДВС.

Суммарные силы и моменты, действующие в КШМ



Зависимость газовой силы, силы инерции от возвратно-поступательного движения масс и их суммарной силы от угла поворота коленчатого вала.

Суммарные силы и моменты, действующие в КШМ



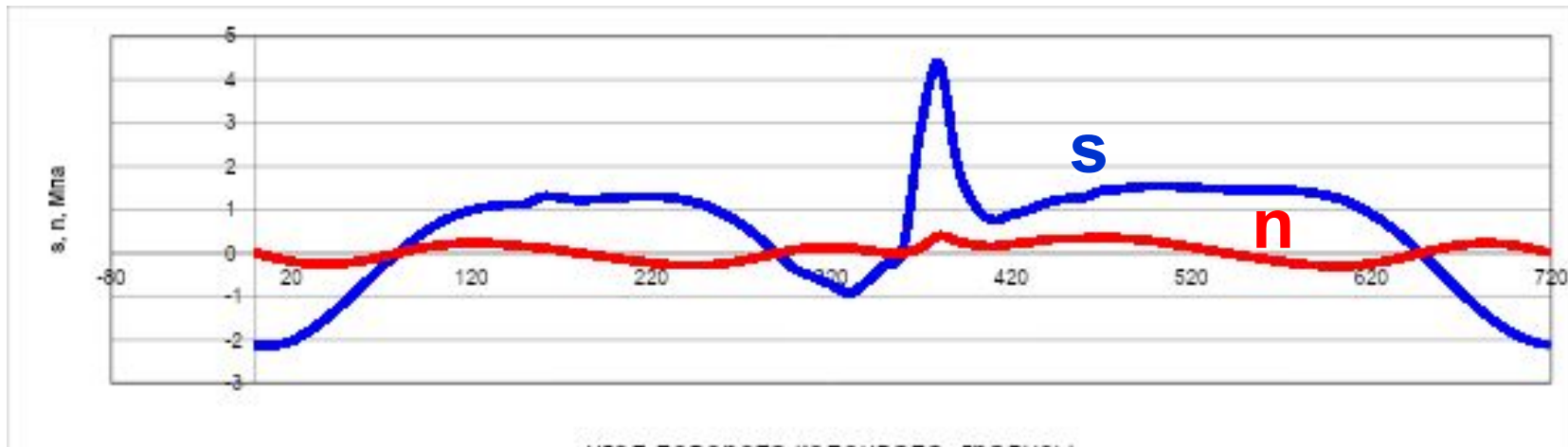
Воздействие силы P_Σ на элементы КШМ можно рассмотреть, разложив её на две составляющие: сила S действует вдоль шатуна и сжимает или растягивает его, а сила N перпендикулярна к оси цилиндра и прижимает поршень к зеркалу цилиндра.

Суммарные силы и моменты, действующие в КШМ



Действие силы S на кривошип можно представить, перенеся её вдоль оси шатуна к оси шатунной шейки и разложив её на две составляющие. Нормальная сила K направлена по оси кривошипа и сжимает или растягивает его, а тангенциальная сила T на плече r воздействует на кривошип и создает крутящий момент $M_{кр} = T \cdot r$, который воспринимается потребителем.

Суммарные силы и моменты, действующие в КШМ



Основные соотношения для рассмотренных сил и моментов

$$K = P_{\Sigma} \frac{\cos(\varphi + \beta)}{\cos \beta}$$

$$T = P_{\Sigma} \frac{\sin(\varphi + \beta)}{\cos \beta}$$

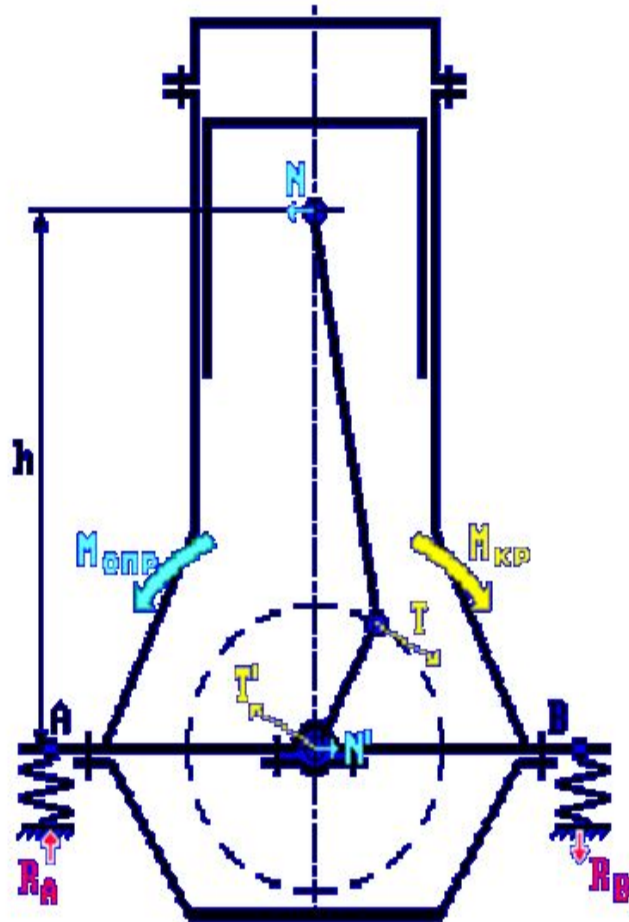
$$N = P_{\Sigma} \operatorname{tg} \beta$$

$$S = P_{\Sigma} \frac{1}{\cos \beta}$$

$$M_{\text{опр}} = -Nh = -P_{\Sigma} \operatorname{tg} \beta (l_{\text{ш}} \cos \beta + r \cos \varphi) =$$

$$= -P_{\Sigma} r \frac{\sin(\varphi + \beta)}{\cos \beta} = -T r = -M_{\text{кр}}$$

Суммарные силы и моменты, действующие в КШМ



$M_{кр}$ передается потребителю

$M_{опр}$ через картер и подвеску
воздействует на подвеску.

В результате появляются
реакции опор, которые как и
воздействующий момент,
переменны во времени.

Это является одной из причин
неуравновешенности
двигателя.

Моменты $M_{кр}$ и $M_{опр}$ не
уравновешивают друг друга, так
как приложены к разным
элементам конструкции.