

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ФАКТОРОВ НА ПАРАМЕТРЫ И ПОКАЗАТЕЛИ ДВС

ВЛИЯНИЕ ТИПА ДВИГАТЕЛЯ (ДИЗЕЛЬ/ДСИЗ)

ВЛИЯНИЕ ОТНОШЕНИЯ ХОДА ПОРШНЯ К ДИАМЕТРУ
ЦИЛИНДРА

ВЛИЯНИЕ ДЕЗАКСАЖА

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМНЫХ ФАКТОРОВ

Конструкция КШМ существенно образом влияет на характеристики ДВС такие как: степень его форсированности, габариты, массу, надежность и т.д.

Рассмотрим механизм влияния на параметры ДВС основных конструктивных соотношений в его КШМ: коэффициента $\lambda = r/l_{ш}$, коэффициента короткоходности $K=S/D$ и дезаксажа a .



Анализ влияния λ на параметры ДВС. Условия сравнения:
радиус кривошипа $r = \text{const}$; диаметр цилиндра $D = \text{const}$
 λ – критерий кинематического подобия КШМ

$$\lambda = \frac{r}{l_{\text{ш}}}$$

$l_{\text{ш}}$ – длина шатуна

$$\lambda = 0,24 \dots 0,31$$



Анализ влияния λ на параметры ДВС. Условия сравнения:
радиус кривошипа $r = \text{const}$; диаметр цилиндра $D = \text{const}$
 λ – критерий кинематического подобия КШМ

$$\lambda = \frac{r}{l_{\text{ш}}}$$

$l_{\text{ш}}$ – длина шатуна

$$\lambda = 0,24 \dots 0,31$$

Если $\lambda \downarrow$, то:

$l_{\text{ш}} \uparrow$
 $\hookrightarrow \beta_{\text{max}} \downarrow$



Анализ влияния λ на параметры ДВС. Условия сравнения:
радиус кривошипа $r = \text{const}$; диаметр цилиндра $D = \text{const}$
 λ – критерий кинематического подобия КШМ

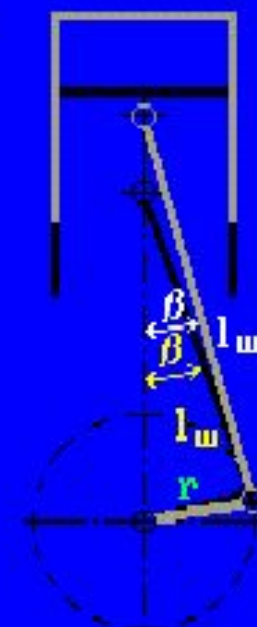
$$\lambda = \frac{r}{l_{\text{ш}}}$$

$l_{\text{ш}}$ – длина шатуна

$$\lambda = 0,24 \dots 0,31$$

Если $\lambda \downarrow$, то:

$l_{\text{ш}} \uparrow$
 $\rightarrow \beta_{\text{max}} \downarrow$



Анализ влияния λ на параметры ДВС. Условия сравнения:
 радиус кривошипа $r = \text{const}$; диаметр цилиндра $D = \text{const}$
 λ – критерий кинематического подобия КШМ

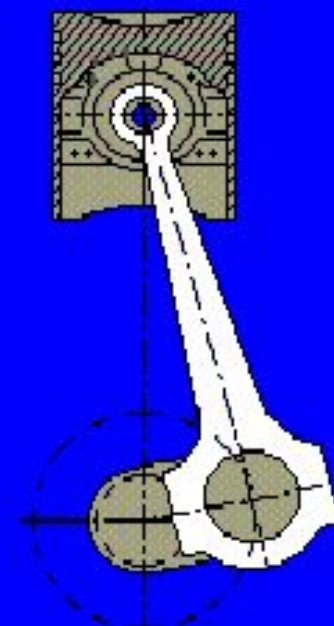
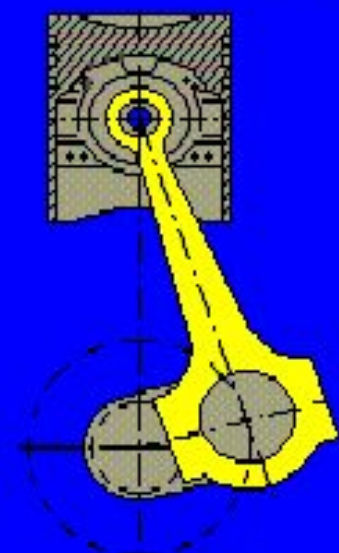
$$\lambda = \frac{r}{l_{\text{ш}}}$$

$l_{\text{ш}}$ – длина шатуна

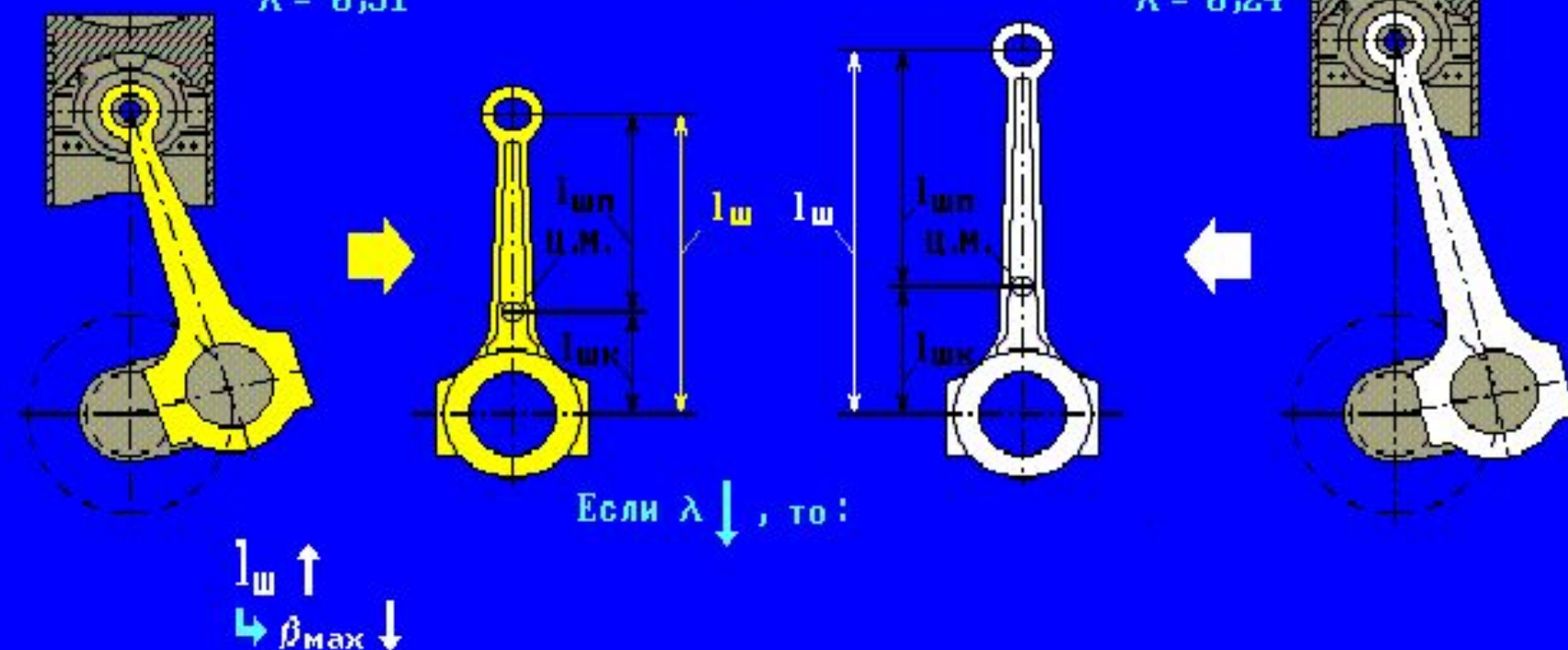
$$\lambda = 0,24 \dots 0,31$$

Если $\lambda \downarrow$, то:

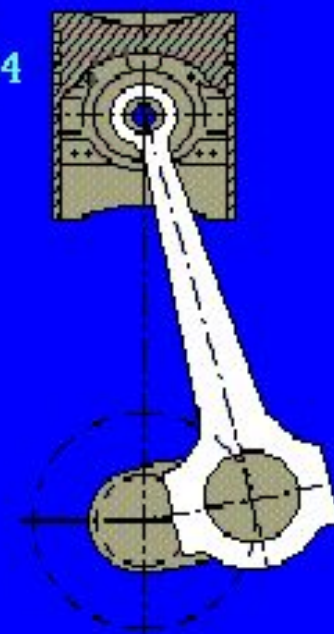
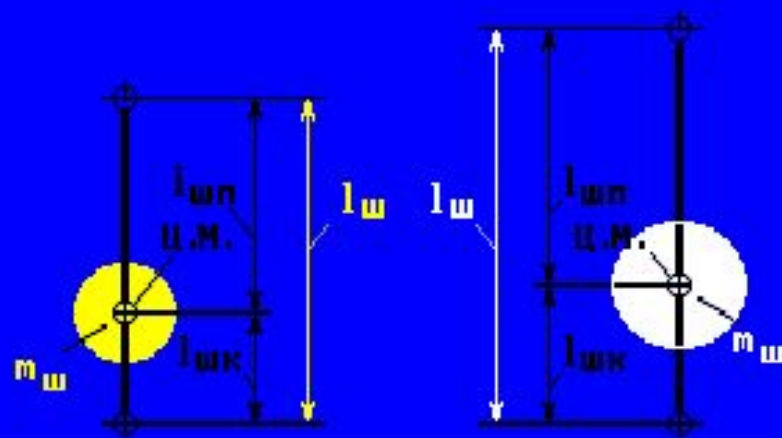
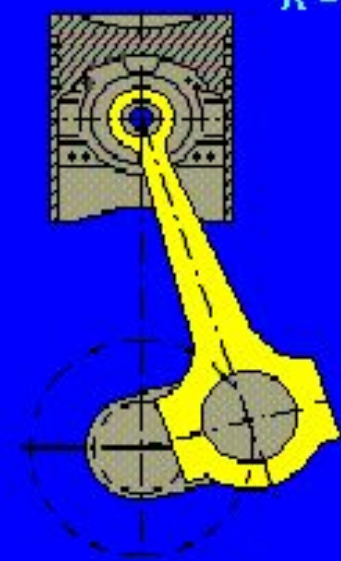
$l_{\text{ш}} \uparrow$
 $\rightarrow \beta_{\text{max}} \downarrow$



Анализ влияния λ на параметры ДВС. Условия сравнения:
 радиус кривошипа $r = \text{const}$; диаметр цилиндра $D = \text{const}$
 $\lambda = 0,31$ $\lambda = 0,24$



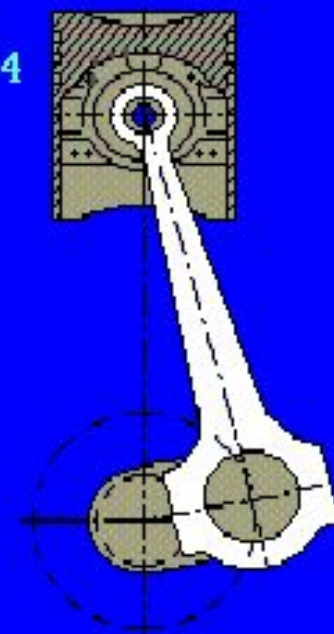
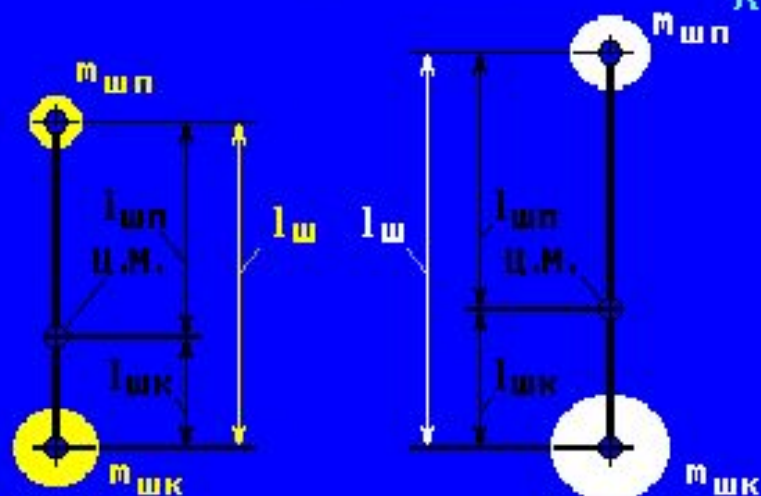
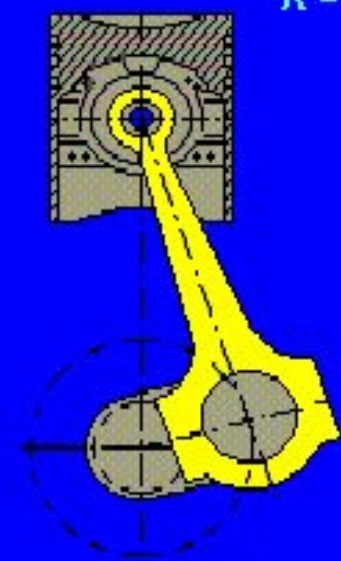
Анализ влияния λ на параметры ДВС. Условия сравнения:
 радиус кривошипа $r = \text{const}$; диаметр цилиндра $D = \text{const}$
 $\lambda = 0,31$ $\lambda = 0,24$



Если $\lambda \downarrow$, то:

$l_{\text{ш}} \uparrow \rightarrow m_{\text{ш}} \uparrow$
 $\rightarrow \beta_{\text{max}} \downarrow \rightarrow H_{\text{ДВС}} \uparrow, m_{\text{ДВС}} \uparrow$

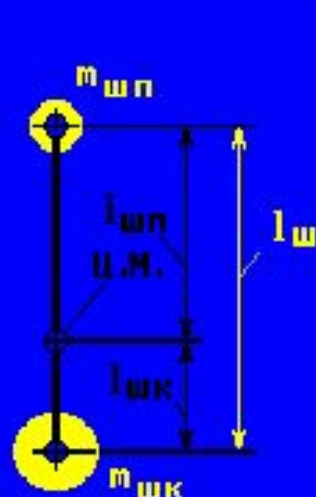
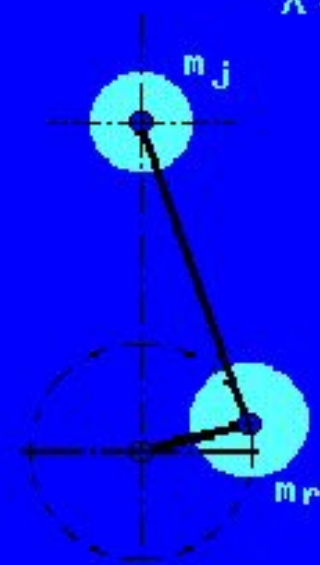
Анализ влияния λ на параметры ДВС. Условия сравнения:
 радиус кривошипа $r = \text{const}$; диаметр цилиндра $D = \text{const}$
 $\lambda = 0,31$ $\lambda = 0,24$



Если $\lambda \downarrow$, то:

$l_{sh} \uparrow \rightarrow m_{sh} \uparrow \rightarrow m_{shn} \uparrow, m_{shk} \uparrow$
 $\rightarrow \beta_{max} \downarrow \rightarrow H_{двс} \uparrow, m_{двс} \uparrow$

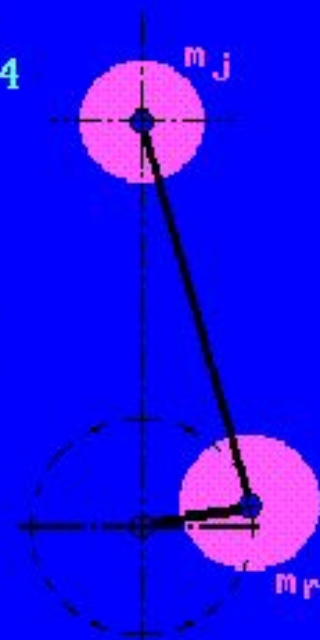
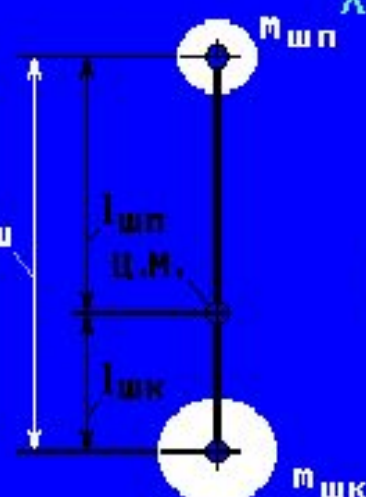
Анализ влияния λ на параметры ДВС. Условия сравнения:
 радиус кривошипа $r = \text{const}$; диаметр цилиндра $D = \text{const}$
 $\lambda = 0,31$ $\lambda = 0,24$



$l_{\text{ш}}$

$l_{\text{шп}}$
ц.м.

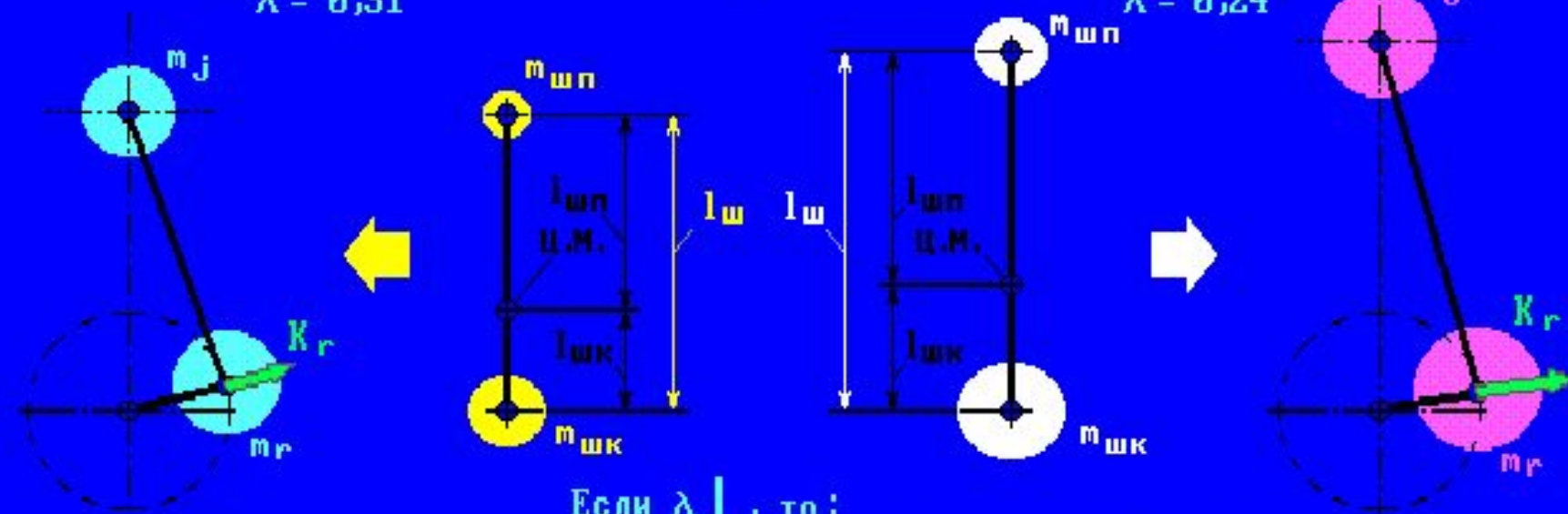
$l_{\text{шк}}$



Если $\lambda \downarrow$, то:

$l_{\text{ш}} \uparrow \rightarrow m_{\text{ш}} \uparrow \rightarrow m_{\text{шп}} \uparrow, m_{\text{шк}} \uparrow \rightarrow m_j \uparrow, m_r \uparrow$
 $\hookrightarrow \beta_{\text{max}} \downarrow \hookrightarrow H_{\text{ДВС}} \uparrow, m_{\text{ДВС}} \uparrow$

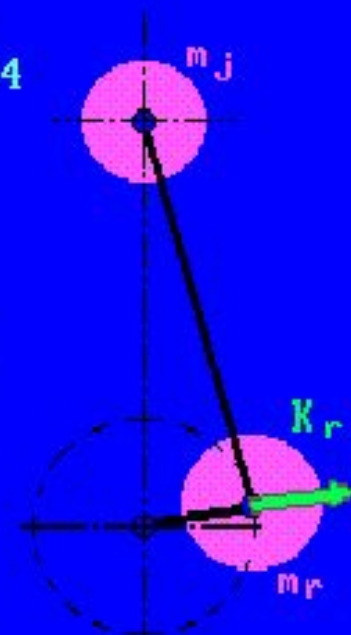
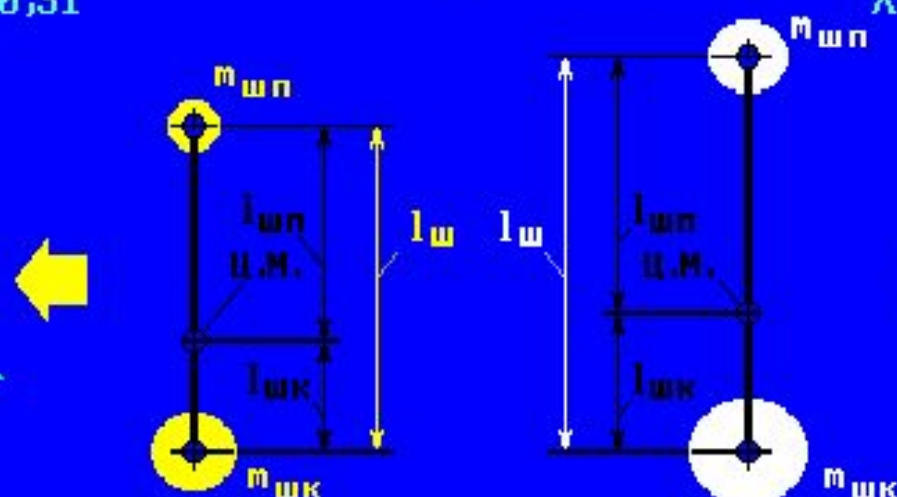
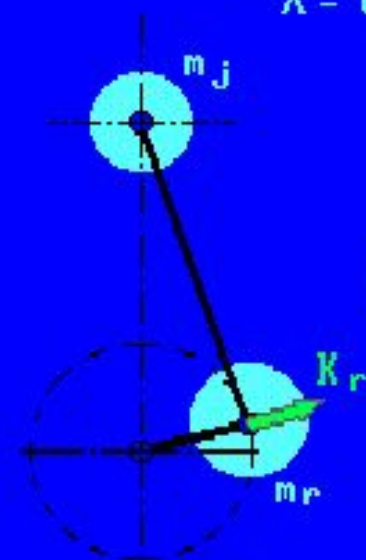
Анализ влияния λ на параметры ДВС. Условия сравнения:
 радиус кривошипа $r = \text{const}$; диаметр цилиндра $D = \text{const}$
 $\lambda = 0,31$ $\lambda = 0,24$



Если $\lambda \downarrow$, то:

$l_{sh} \uparrow \rightarrow m_{sh} \uparrow \rightarrow m_{shn} \uparrow$, $m_{shk} \uparrow \rightarrow m_j \uparrow, m_r \uparrow$
 $\hookrightarrow \beta_{\max} \downarrow \hookrightarrow H_{ДВС} \uparrow, m_{ДВС} \uparrow$

Анализ влияния λ на параметры ДВС. Условия сравнения:
радиус кривошипа $r = \text{const}$; диаметр цилиндра $D = \text{const}$
 $\lambda = 0,31$ $\lambda = 0,24$



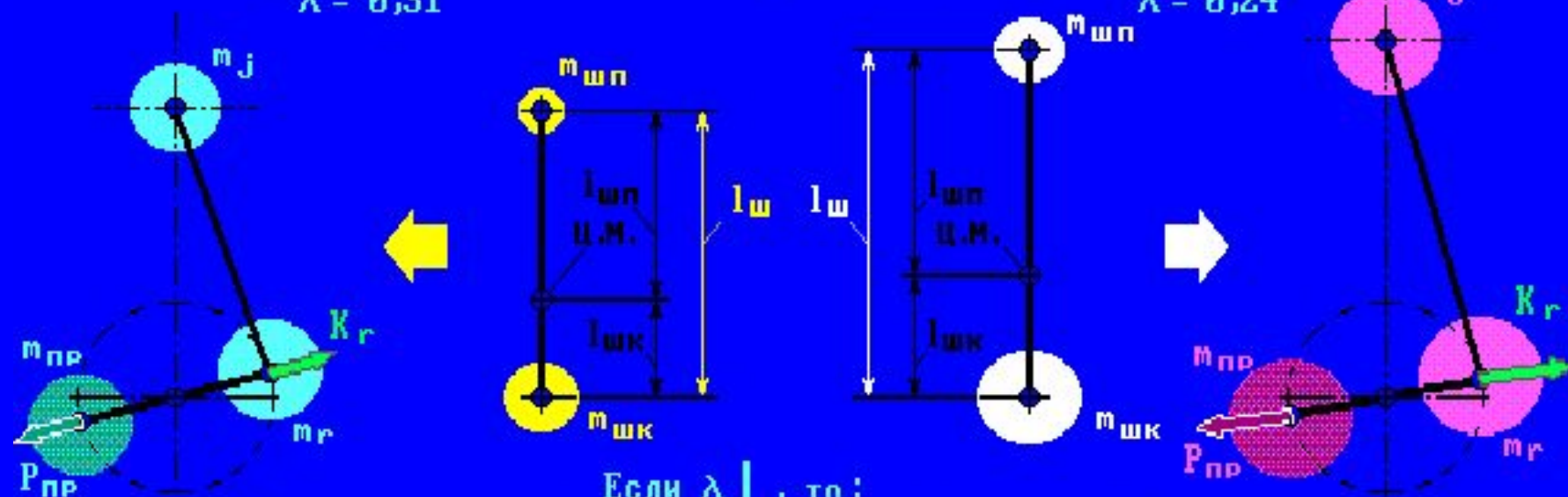
Если $\lambda \in \mathbb{C}$, то:

$$I_{\text{ш}} \uparrow \rightarrow m_{\text{ш}} \uparrow \rightarrow m_{\text{шп}} \uparrow, m_{\text{шк}} \uparrow \rightarrow m_{\text{ж}} \uparrow, m_{\text{г}} \uparrow$$

$$\beta_{\text{max}} \downarrow \rightarrow H_{\text{обс}} \uparrow, m_{\text{обс}} \uparrow$$

Центробежная сила инерции от вращающихся масс $K_r = -m_r \cdot r \cdot \omega^2$

Анализ влияния λ на параметры ДВС. Условия сравнения:
 радиус кривошипа $r = \text{const}$; диаметр цилиндра $D = \text{const}$
 $\lambda = 0,31$ $\lambda = 0,24$



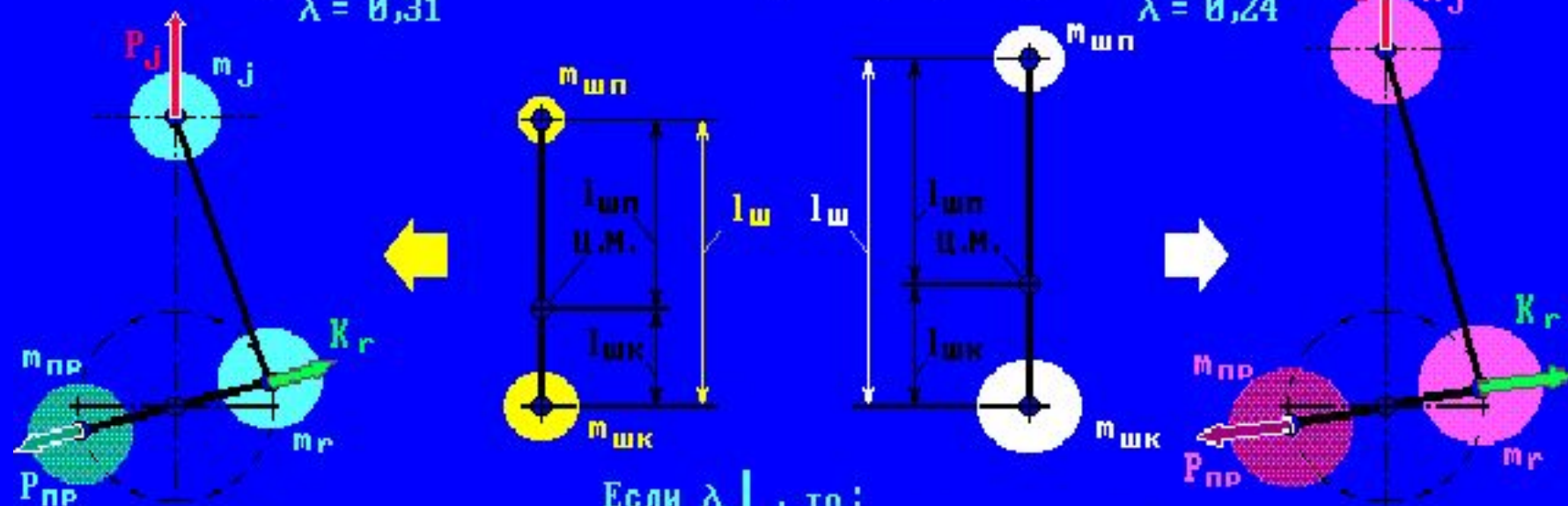
Если $\lambda \downarrow$, то:

$l_{sh} \uparrow \rightarrow m_{sh} \uparrow \rightarrow m_{shp} \uparrow, m_{shk} \uparrow \rightarrow m_j \uparrow, m_r \uparrow$
 $\hookrightarrow \beta_{\max} \downarrow \hookrightarrow H_{двс} \uparrow, m_{двс} \uparrow$

Центробежная сила инерции от вращающихся масс $K_r = -m_r \cdot r \cdot \omega^2 \uparrow$

Ее рост можно компенсировать увеличением массы противовесов.

Анализ влияния λ на параметры ДВС. Условия сравнения:
 радиус кривошипа $r = \text{const}$; диаметр цилиндра $D = \text{const}$
 $\lambda = 0,31$ $\lambda = 0,24$



Если $\lambda \downarrow$, то:

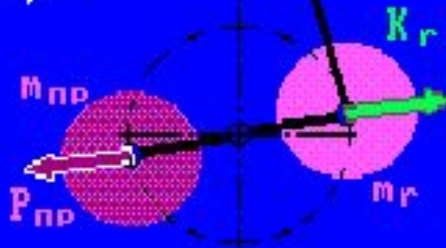
$$l_{ш} \uparrow \rightarrow m_{ш} \uparrow \rightarrow m_{шп} \uparrow, m_{шк} \uparrow \rightarrow m_j \uparrow, m_r \uparrow$$

$$\hookrightarrow \beta_{\max} \downarrow \hookrightarrow H_{ДВС} \uparrow, m_{ДВС} \uparrow$$

Центробежная сила инерции от вращающихся масс $K_r = -m_r \cdot r \cdot \omega^2 \uparrow$

Ее рост можно компенсировать увеличением массы противовесов.

! Влияние λ на P_j противоречиво:

$\lambda = 0,24$ 

| , TO:

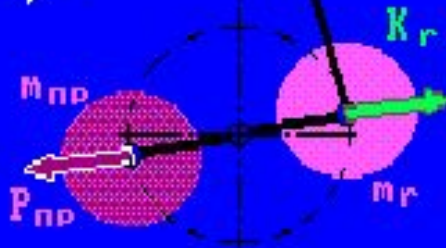
$$I_{\text{ш}} \uparrow \rightarrow m_{\text{ш}} \uparrow \rightarrow m_{\text{шп}} \uparrow, m_{\text{шк}} \uparrow \rightarrow m_{\text{ж}} \uparrow, m_{\text{г}} \uparrow$$

$$\beta_{\text{max}} \downarrow \rightarrow H_{\text{обс}} \uparrow, m_{\text{обс}} \uparrow$$

Центробежная сила инерции от вращающихся масс $K_F = -m_F \cdot r \cdot \omega^2$

Ее рост можно компенсировать увеличением массы противовесов.

! Влияние λ на P_j противоречиво: $P_j = -\uparrow m_j \cdot r \cdot \omega^2 (\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi) = P_{jI} \uparrow + P_{jII} \uparrow$

$\lambda = 0,24$ 

| , TO:

$$I_{\text{ш}} \uparrow \rightarrow m_{\text{ш}} \uparrow \rightarrow m_{\text{шп}} \uparrow, m_{\text{шк}} \uparrow \rightarrow m_{\text{ж}} \uparrow, m_{\text{г}} \uparrow$$

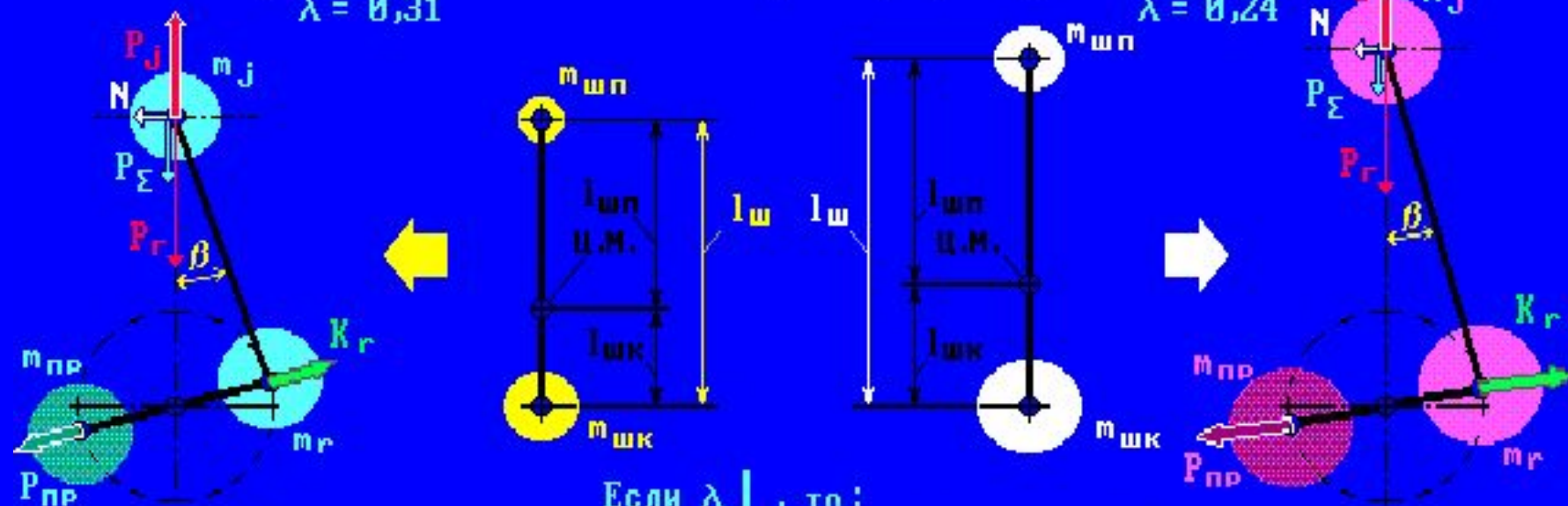
$$\beta_{\text{max}} \downarrow \rightarrow H_{\text{обс}} \uparrow, m_{\text{обс}} \uparrow$$

Центробежная сила инерции от вращающихся масс $K_F = -m_F \cdot r \cdot \omega^2$

Ее рост можно компенсировать увеличением массы противовесов.

! Влияние λ на P_j противоречиво: $P_j = -\uparrow m_j \cdot r \cdot \omega^2 (\cos \varphi + \downarrow \lambda \cos 2\varphi) = P_{jI} \uparrow + P_{jz} \uparrow \downarrow$

Анализ влияния λ на параметры ДВС. Условия сравнения:
 радиус кривошипа $r = \text{const}$; диаметр цилиндра $D = \text{const}$
 $\lambda = 0,31$ $\lambda = 0,24$



Если $\lambda \downarrow$, то:

$$l_{sh} \uparrow \rightarrow m_{sh} \uparrow \rightarrow m_{shn} \uparrow, m_{shk} \uparrow \rightarrow m_j \uparrow, m_r \uparrow$$

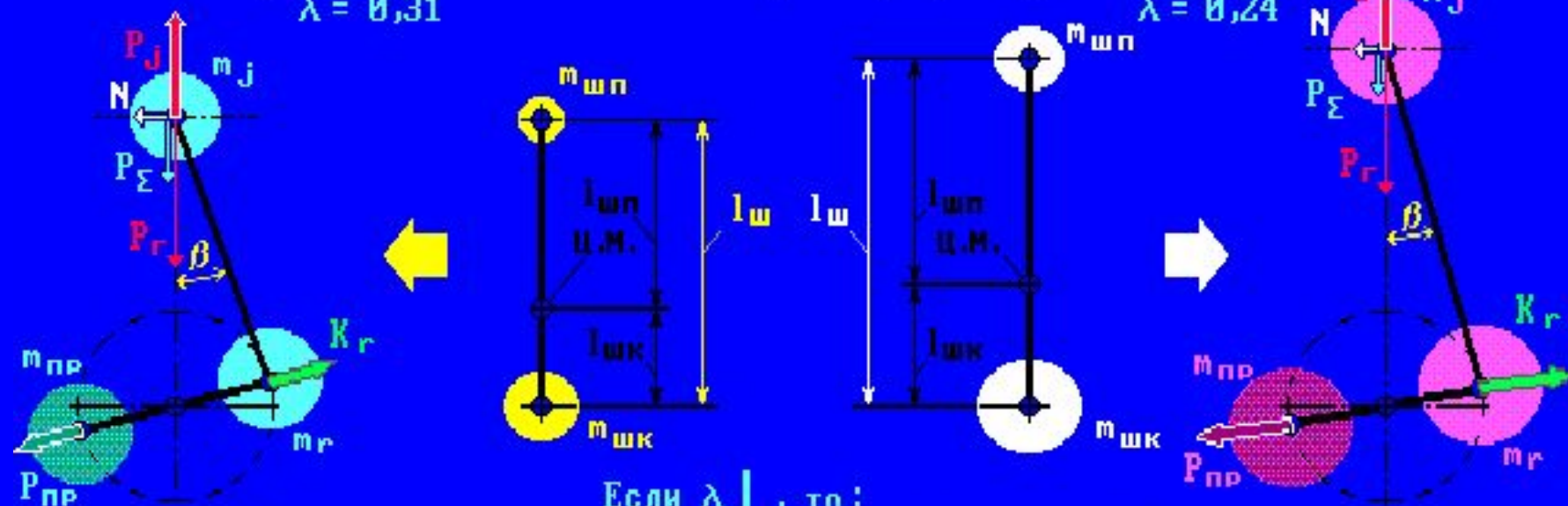
$$\hookrightarrow \beta_{\max} \downarrow \hookrightarrow H_{ДВС} \uparrow, m_{ДВС} \uparrow$$

Центробежная сила инерции от вращающихся масс $K_r = -m_r \cdot r \cdot \omega^2 \uparrow$

Ее рост можно компенсировать увеличением массы противовесов.

! Влияние λ на P_j противоречиво: $P_j = -\uparrow m_j \cdot r \cdot \omega^2 (\cos \varphi + \downarrow \lambda \cos 2 \varphi) = P_{ji} \uparrow + P_{jx} \uparrow \downarrow$

Анализ влияния λ на параметры ДВС. Условия сравнения:
 радиус кривошипа $r = \text{const}$; диаметр цилиндра $D = \text{const}$
 $\lambda = 0,31$ $\lambda = 0,24$



Если $\lambda \downarrow$, то:

$$l_{sh} \uparrow \rightarrow m_{sh} \uparrow \rightarrow m_{shn} \uparrow, m_{shk} \uparrow \rightarrow m_j \uparrow, m_r \uparrow$$

$$\hookrightarrow \beta_{\max} \downarrow \hookrightarrow H_{двс} \uparrow, m_{двс} \uparrow$$

Центробежная сила инерции от вращающихся масс $K_r = -m_r \cdot r \cdot \omega^2 \uparrow$

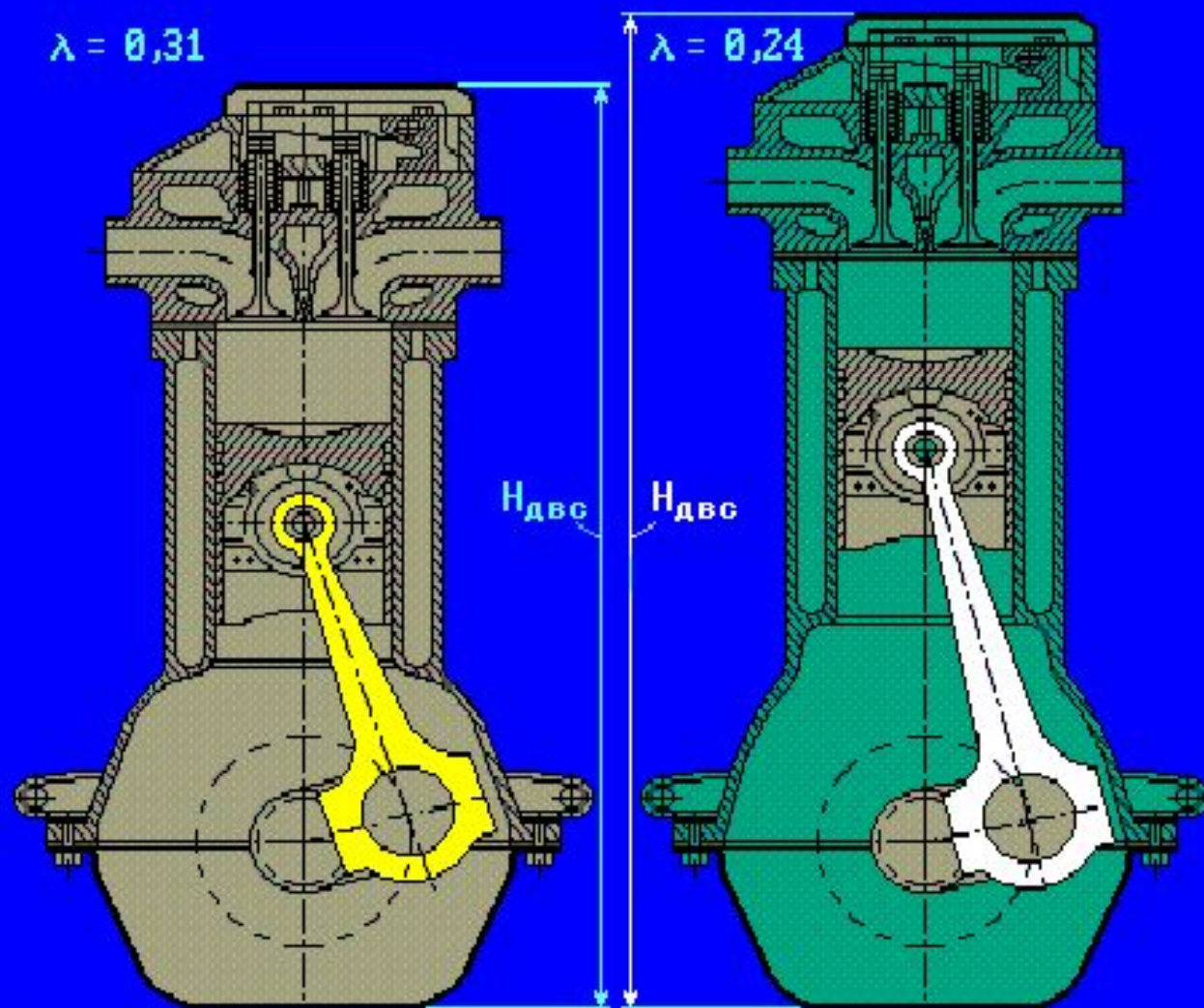
Ее рост можно компенсировать увеличением массы противовесов.

! Влияние λ на P_j противоречиво: $P_j = -\uparrow m_j \cdot r \cdot \omega^2 (\cos \varphi + \downarrow \lambda \cos 2 \varphi) = P_{ji} \uparrow + P_{jx} \uparrow \downarrow$

Боковая сила $\downarrow N = P_{\Sigma} \cdot \tan \beta \downarrow \rightarrow$ износ цилиндра уменьшается.

$$\lambda = 0,31$$

$$\lambda = 0,24$$



Влияние снижения λ

Условия сравнения:

$r = \text{const}$; $D = \text{const}$

1) $N \downarrow$, уменьшается
износ цилиндра;

2) $P_{jd} \downarrow$, улучшаются
условия работы
двигателя,

НО

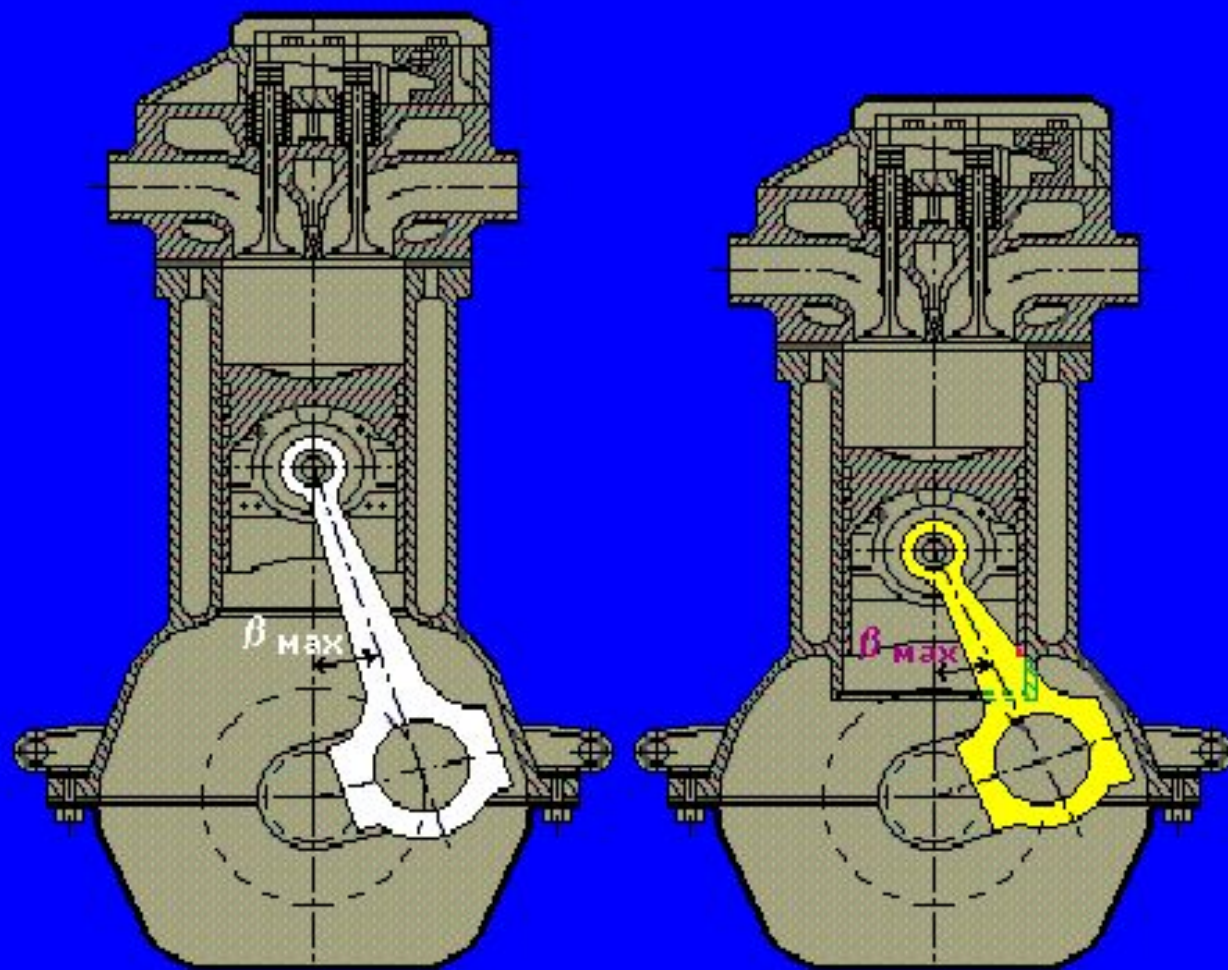
увеличиваются

$H_{двс} \uparrow$, $n_{двс} \uparrow$

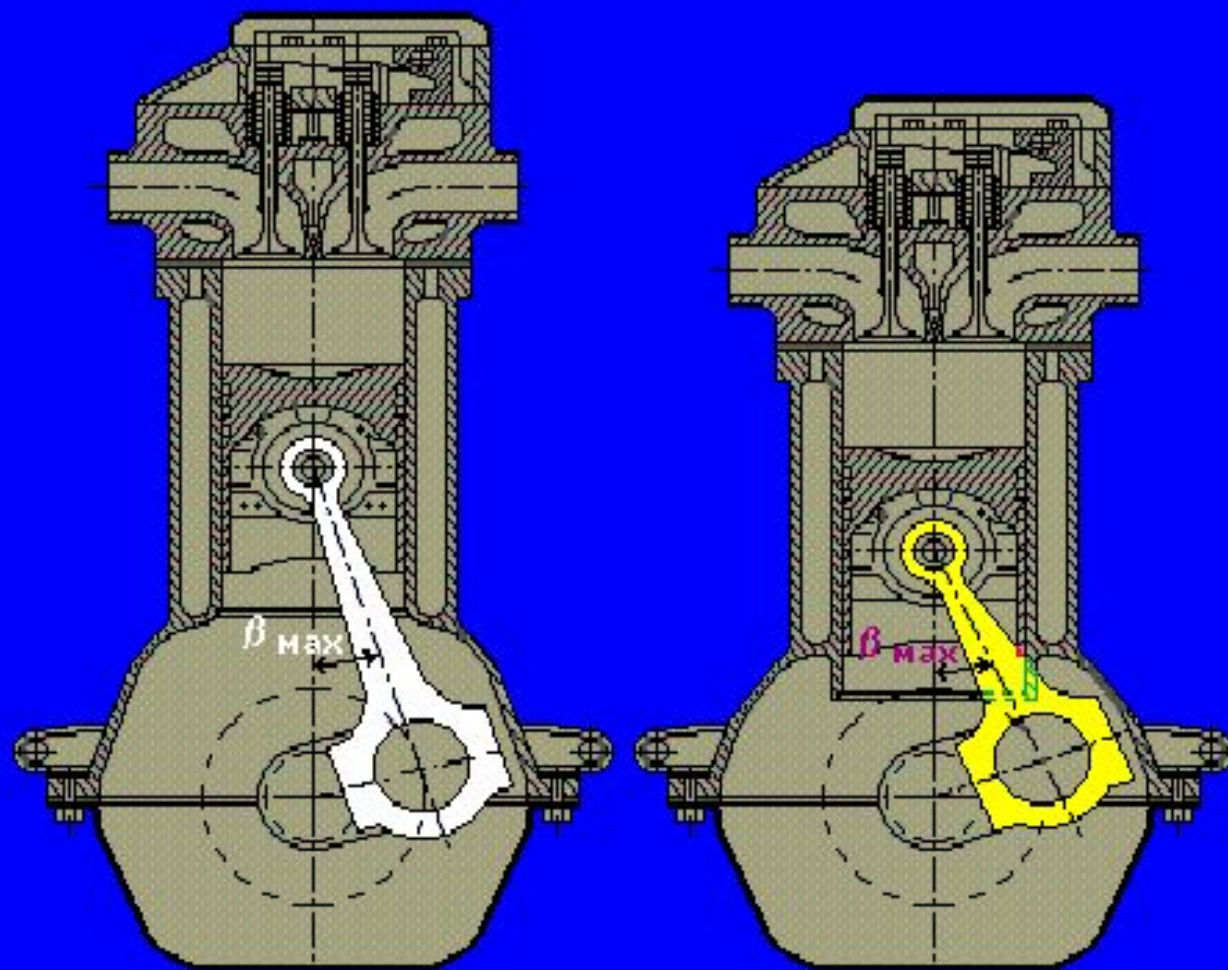
Эти три условия
определяют выбор λ .

В современных ДВС

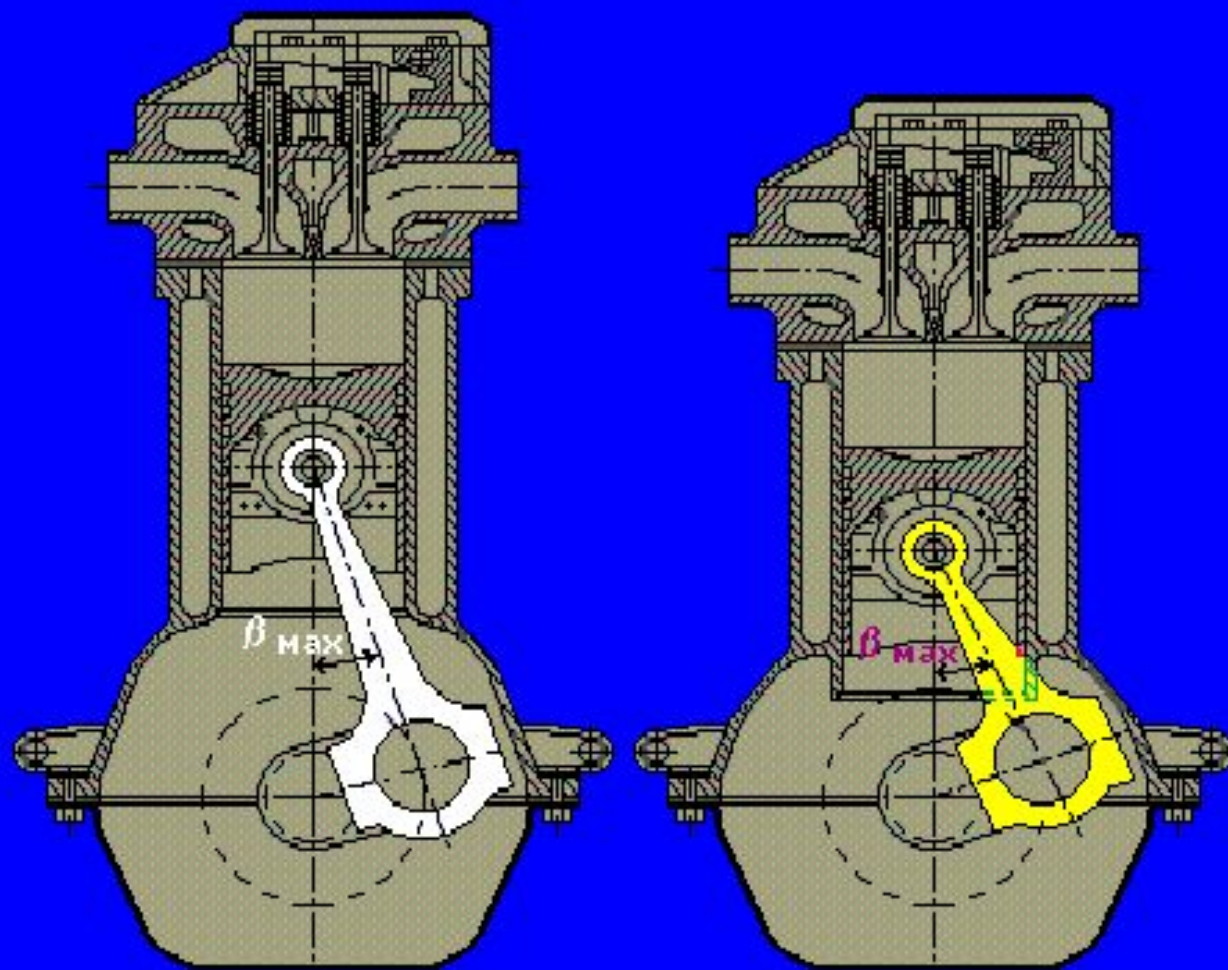
$$\lambda = 0,26 \dots 0,28$$



Необходимо отметить, что применение "коротких" шатунов в некоторых случаях может усложнять компоновку двигателя,



Необходимо отметить, что применение "коротких" шатунов в некоторых случаях может усложнять компоновку двигателя, так как из-за бóльших значений β_{max} ,

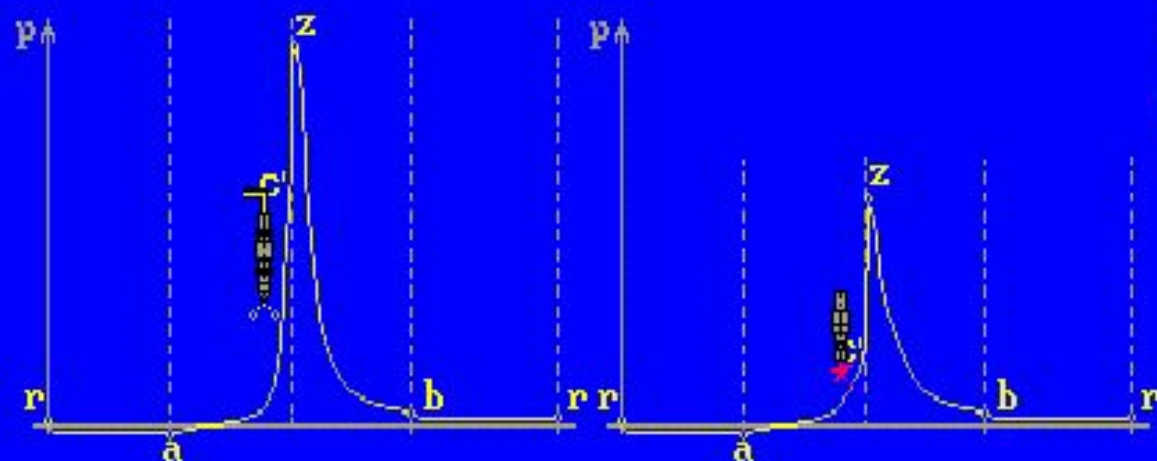


Необходимо отметить, что применение "коротких" шатунов в некоторых случаях может усложнять компоновку двигателя, так как из-за бóльших значений β_{max} , возможно задевание шатуном за нижнюю часть цилиндра или юбку поршня.

Дизель

Двигатель с искровым зажиганием

Масса подвижных элементов кривошипно-шатунного механизма в дизеле сравнительно больше, чем в двигателе с искровым зажиганием.



! Причина:

$$p_{z \text{ диз}} > p_{z \text{ дсиз}}$$

Д и з е л ь



Д в и г а т е л ь
с и с к р о в ы м з а ж и г а н и е м



Масса подвижных элементов кривошипно-шатунного механизма в дизеле сравнительно больше, чем в двигателе с искровым зажиганием.

! Причина:

$$P_{zДиз} > P_{zДсИЗ}$$

Д и з е л ь



$$\lambda_{\text{диз}} = \lambda_{\text{дсиз}}$$

$$m_{\text{jdиз}} > m_{\text{jdсиз}}$$

Даже при
 $n_{\text{диз}} < n_{\text{дсиз}}$

$$\downarrow$$

$$P_{\text{jdиз}} > P_{\text{jdсиз}}$$



Д в и г а т е л ь
 с и с к р о в ы м з а ж и г а н и е м



Масса подвижных элементов кривошипно-шатунного механизма в дизеле сравнительно больше, чем в двигателе с искровым зажиганием.

! Причина:

$$P_{z\text{диз}} > P_{z\text{дсиз}}$$

$$P_j = -m_j \cdot r \cdot \omega^2 (\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi)$$

Д и з е л ь



$$\lambda_{\text{диз}} = \lambda_{\text{дсиз}}$$

$$m_{\text{jdиз}} > m_{\text{jdсиз}}$$

Даже при
 $n_{\text{диз}} < n_{\text{дсиз}}$

$$P_{\text{jdиз}} > P_{\text{jdсиз}}$$



Д в и г а т е л ь
с и с к р о в ы м з а ж и г а н и е м



Масса подвижных элементов кривошипно-шатунного механизма в дизеле сравнительно больше, чем в двигателе с искровым зажиганием.

! Причина:

$$P_{z\text{диз}} > P_{z\text{дсиз}}$$

$$P_j = -m_j \cdot r \cdot \omega^2 (\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi)$$

Если $\lambda_{\text{диз}} \uparrow \Rightarrow l_{\text{ш}} \Rightarrow m_{\text{ш}} \downarrow \Rightarrow (m_{\text{п}} + m_{\text{шп}} \downarrow) \Rightarrow m_{\text{jdиз}} \downarrow \Rightarrow P_{\text{jdсиз}} \downarrow$

Дизель

Двигатель
с искровым зажиганием

Масса подвижных элементов кривошипно-шатунного механизма в дизеле сравнительно больше, чем в двигателе с искровым зажиганием.



$$\begin{aligned} \lambda_{\text{диз}} &> \lambda_{\text{дсиз}} \\ m_{j\text{диз}} &> m_{j\text{дсиз}} \\ P_{j\text{диз}} &= P_{j\text{дсиз}} \end{aligned}$$



! Причина:
 $P_{z\text{диз}} > P_{z\text{дсиз}}$

$$P_j = -m_j \cdot r \cdot \omega^2 (\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi)$$

Если $\lambda_{\text{диз}} \uparrow \Rightarrow l_{\text{ш}} \Rightarrow m_{\text{ш}} \downarrow \Rightarrow (m_{\text{п}} + m_{\text{шп}} \downarrow) \Rightarrow m_{j\text{диз}} \downarrow \Rightarrow P_{j\text{дсиз}} \downarrow$

Дизель

Двигатель с искровым зажиганием

Масса подвижных элементов кривошипно-шатунного механизма в дизеле сравнительно больше, чем в двигателе с искровым зажиганием.

! Причина:

$$P_{zdиз} > P_{zdсиз}$$

В современных дизелях шатуны, как правило, короче, чем в двигателях с искровым зажиганием.



$$\begin{aligned} \lambda_{диз} &> \lambda_{дсиз} \\ m_{jdиз} &> m_{jdсиз} \\ P_{jdиз} &= P_{jdсиз} \end{aligned}$$



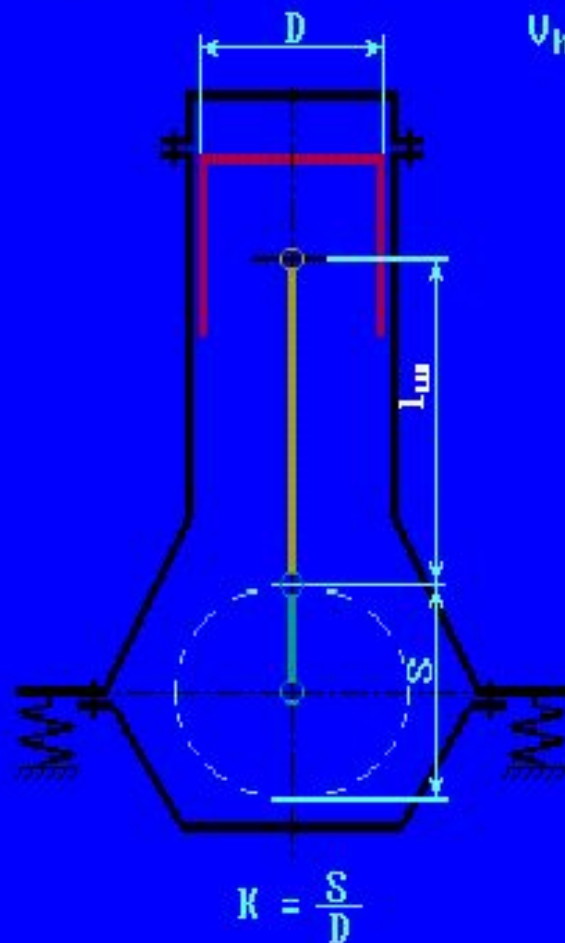
$$P_j = -m_j \cdot r \cdot \omega^2 (\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi)$$

Если $\lambda_{диз} \uparrow \Rightarrow l_{ш} \Rightarrow m_{ш} \downarrow \Rightarrow (m_{п} + m_{шп} \downarrow) \Rightarrow m_{jdиз} \downarrow \Rightarrow P_{jdсиз} \downarrow$

Влияние отношения хода поршня к диаметру цилиндра ($K = S/D$) на параметры ДВС

Условия сравнения:

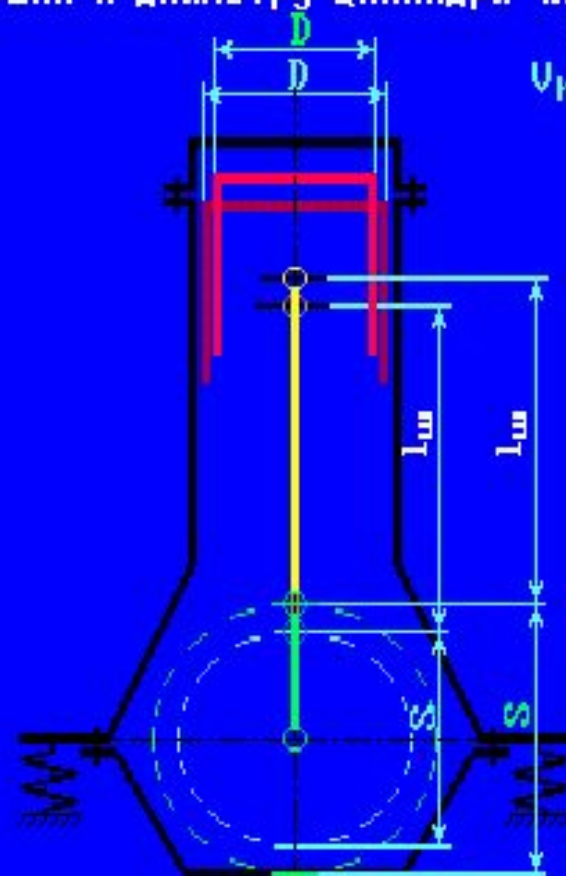
$V_h = \text{const}$; $l_{ш} = \text{const}$;



Влияние отношения хода поршня к диаметру цилиндра ($K = S/D$) на параметры ДВС

Условия сравнения:

$V_h = \text{const}$; $l_{ш} = \text{const}$;

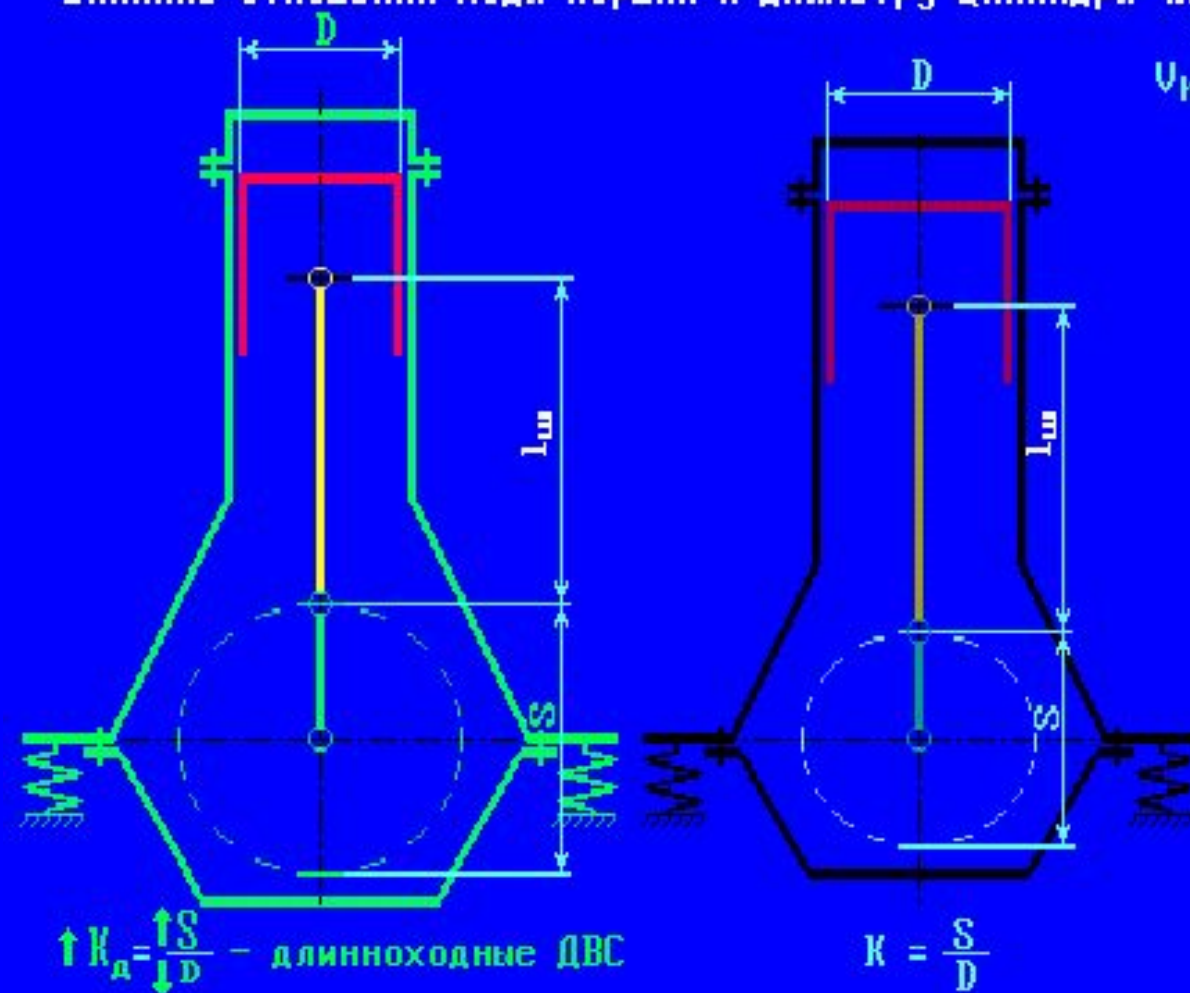


$\uparrow K_d = \frac{\uparrow S}{\downarrow D}$ — длинноходные ДВС

Влияние отношения хода поршня к диаметру цилиндра ($K = S/D$) на параметры ДВС

Условия сравнения:

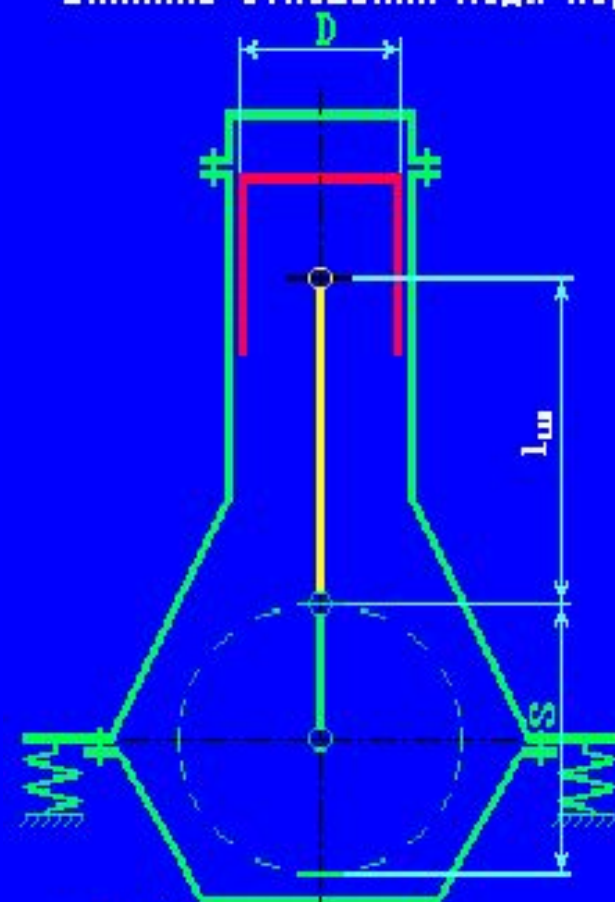
$V_h = \text{const}$; $l_{ш} = \text{const}$;



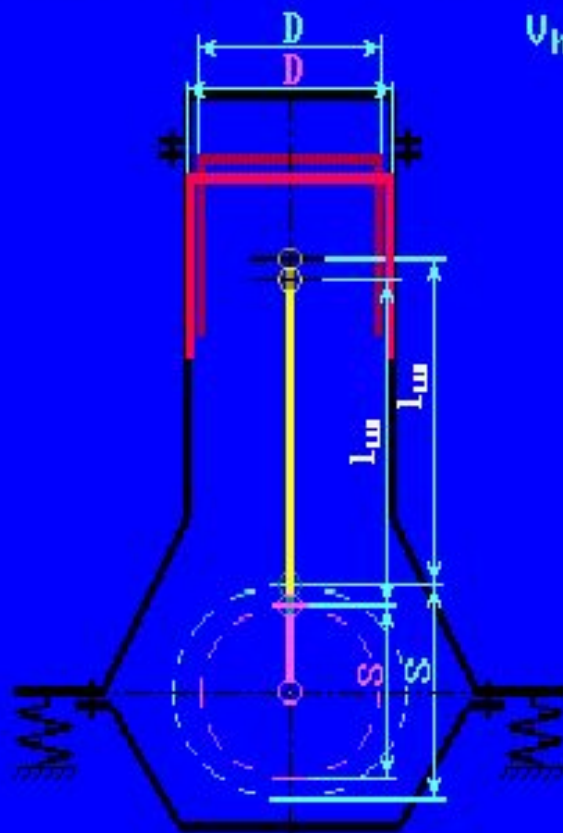
Влияние отношения хода поршня к диаметру цилиндра ($K = S/D$) на параметры ДВС

Условия сравнения:

$V_h = \text{const}$; $l_{ш} = \text{const}$;



$\uparrow K_d = \frac{\uparrow S}{D}$ - длинноходные ДВС

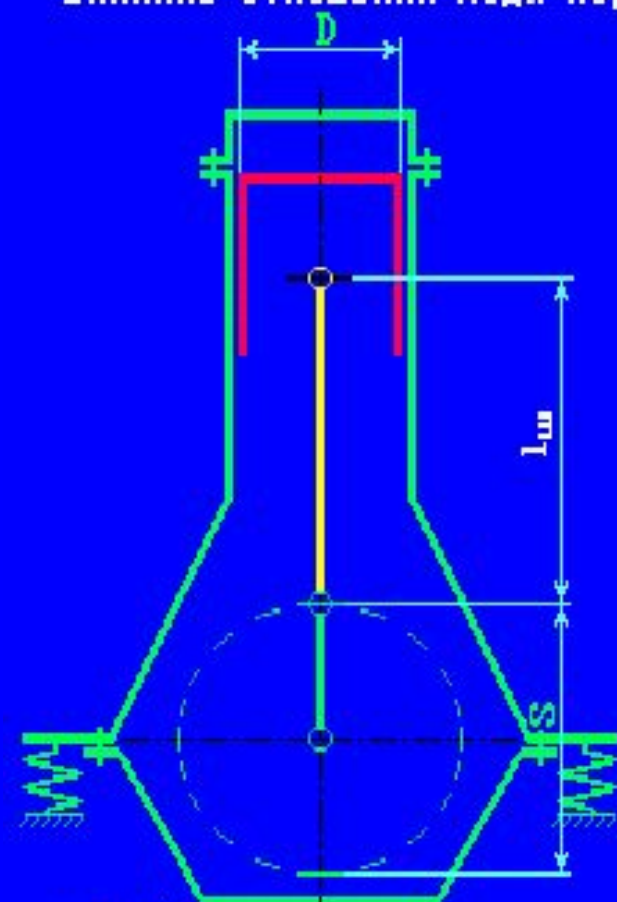


$\downarrow K_k = \frac{\downarrow S}{D}$ - короткоходные ДВС

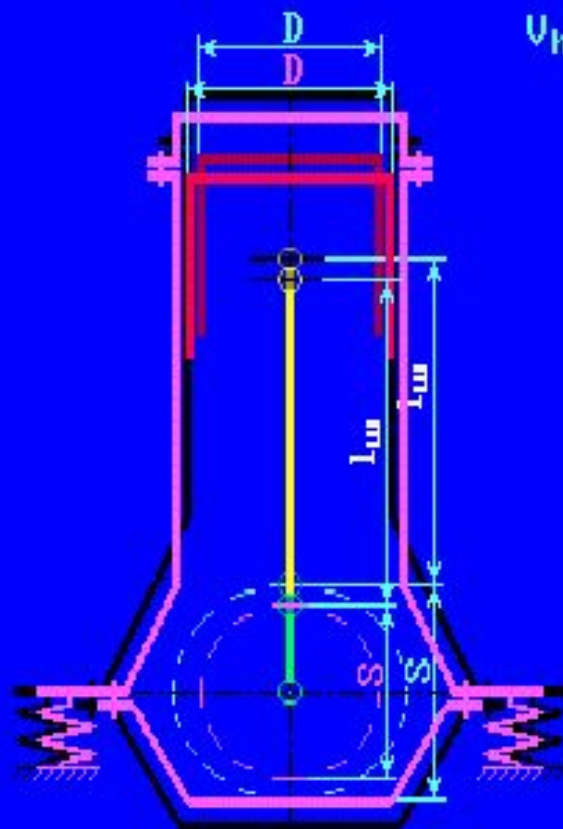
Влияние отношения хода поршня к диаметру цилиндра ($K = S/D$) на параметры ДВС

Условия сравнения:

$V_h = \text{const}$; $l_{ш} = \text{const}$;



$\uparrow K_d = \frac{\uparrow S}{\downarrow D}$ — длинноходные ДВС

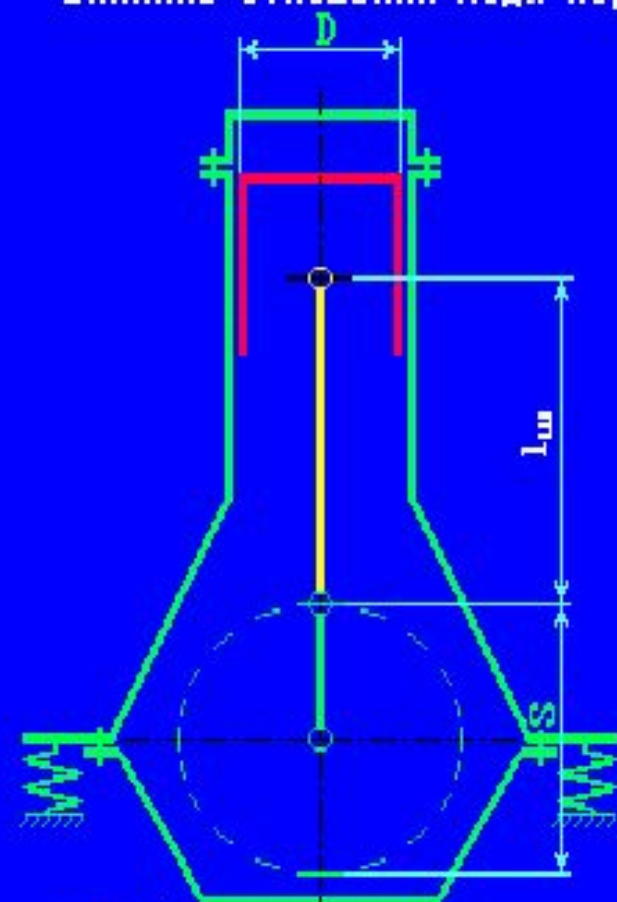


$\downarrow K_k = \frac{\downarrow S}{\uparrow D}$ — короткоходные ДВС

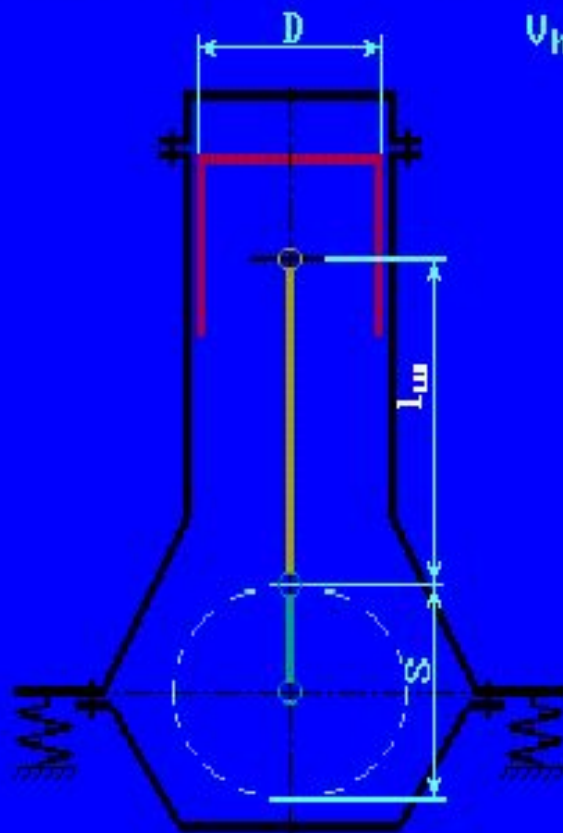
Влияние отношения хода поршня к диаметру цилиндра ($K = S/D$) на параметры ДВС

Условия сравнения:

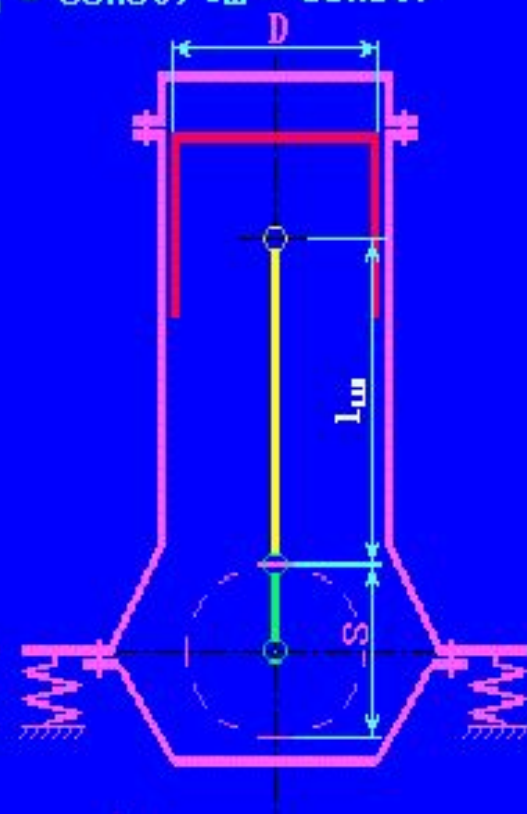
$V_h = \text{const}$; $l_{ш} = \text{const}$;



$\uparrow K_d = \frac{\uparrow S}{\downarrow D}$ - длинноходные ДВС

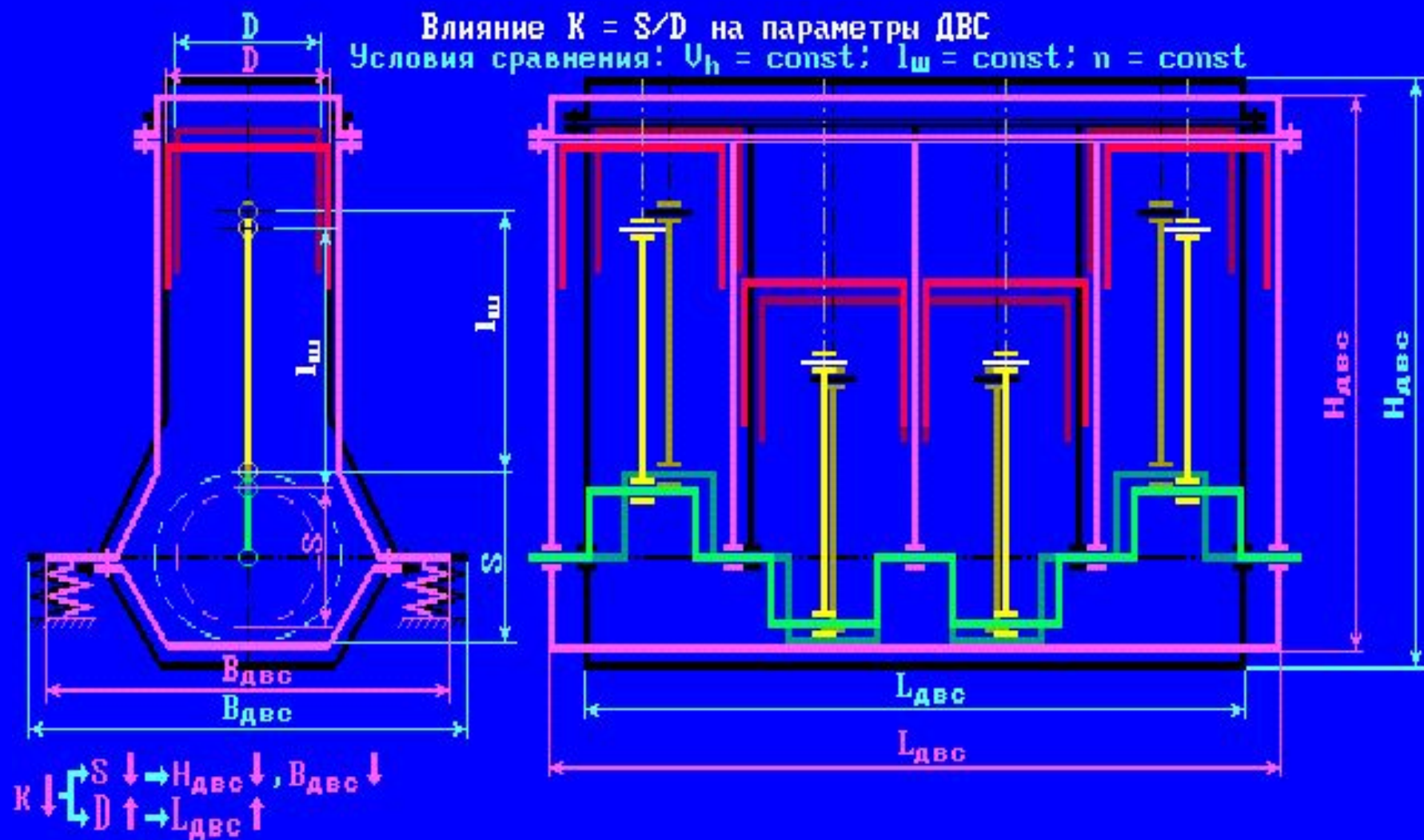


$K = \frac{S}{D}$

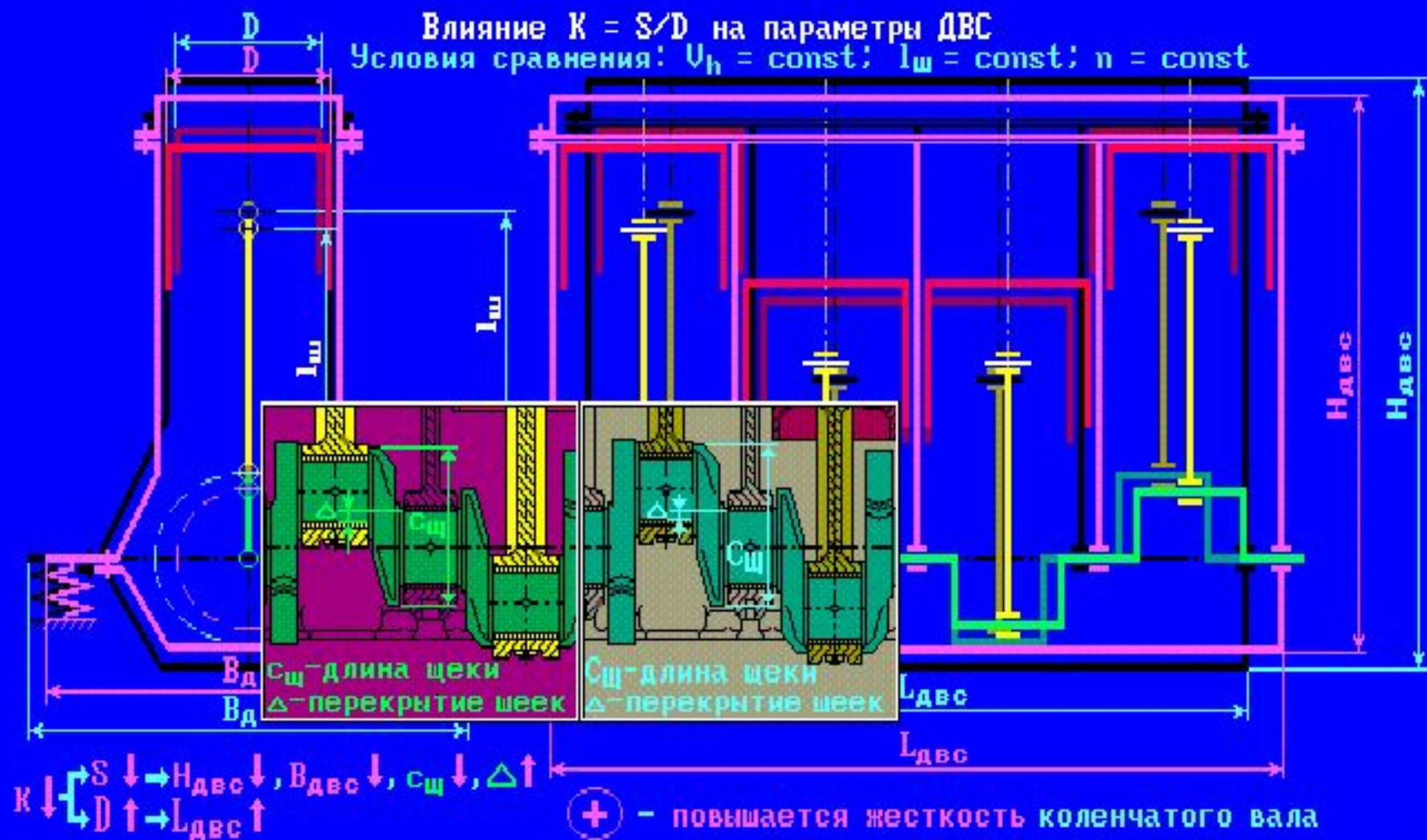


$\downarrow K_k = \frac{\downarrow S}{\uparrow D}$ - короткоходные ДВС

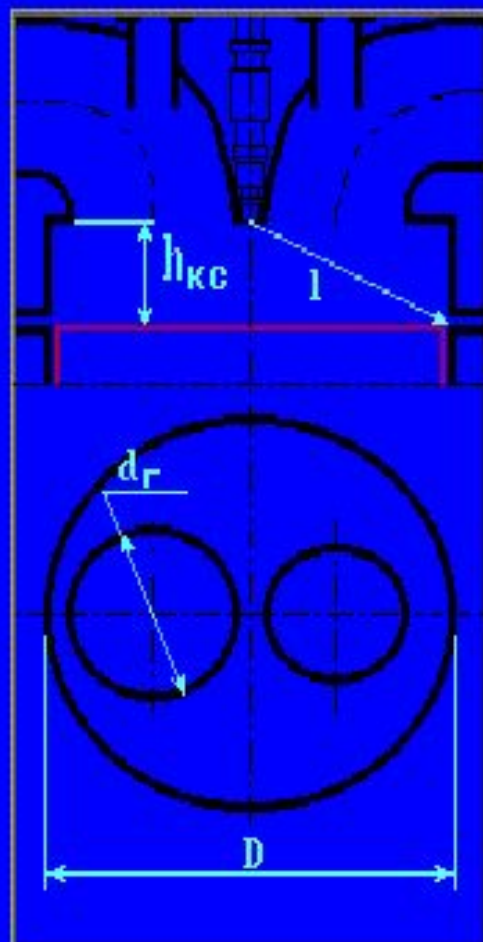
Влияние $K = S/D$ на параметры ДВС
 Условия сравнения: $v_h = \text{const}$; $l_{ш} = \text{const}$; $n = \text{const}$



Влияние $K = S/D$ на параметры ДВС
 Условия сравнения: $v_h = \text{const}$; $l_{ш} = \text{const}$; $n = \text{const}$

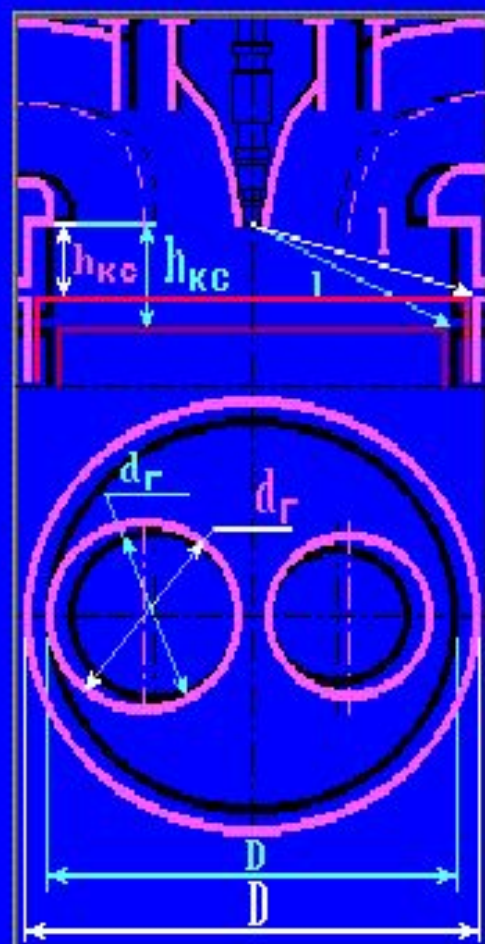


Влияние $K = S/D$ на параметры ДВС



Условия сравнения: $V_h = \text{const}$;
 $l_{ш} = \text{const}$; $V_{кc} = \text{const}$; $n = \text{const}$
Для цилиндрической камеры
сгорания: $V_{кc} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_{кc}$

Влияние $K = S/D$ на параметры ДВС

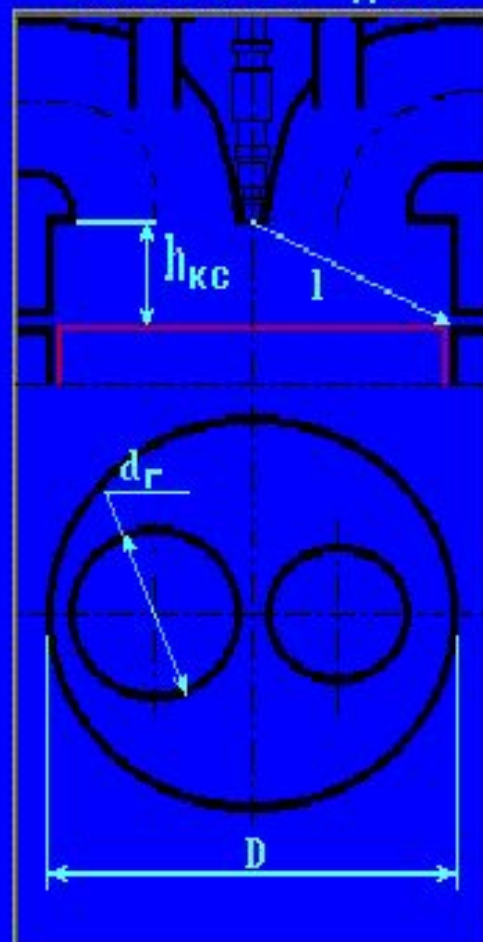


Условия сравнения: $V_h = \text{const}$;
 $l_{ш} = \text{const}$; $V_{кc} = \text{const}$; $n = \text{const}$
 Для цилиндрической камеры
 сгорания: $V_{кc} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_{кc}$

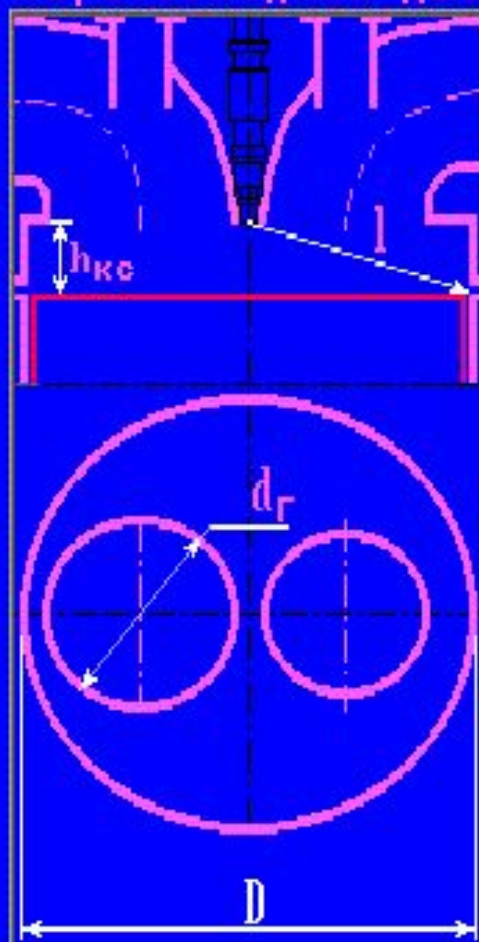
$$K \downarrow \rightarrow \frac{S}{D} \downarrow$$

Влияние $K = S/D$ на параметры ДВС

Базовый ДВС



Короткоходный ДВС



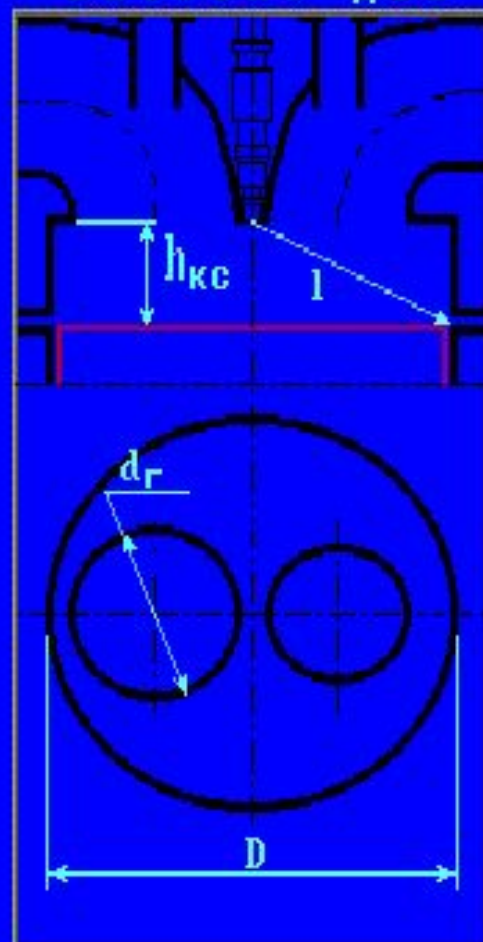
Условия сравнения: $V_h = \text{const}$;
 $l_{ш} = \text{const}$; $V_{кc} = \text{const}$; $n = \text{const}$
 Для цилиндрической камеры
 сгорания: $V_{кc} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_{кc}$

$$K \downarrow \rightarrow \frac{S}{D} \downarrow \rightarrow d_r \uparrow$$

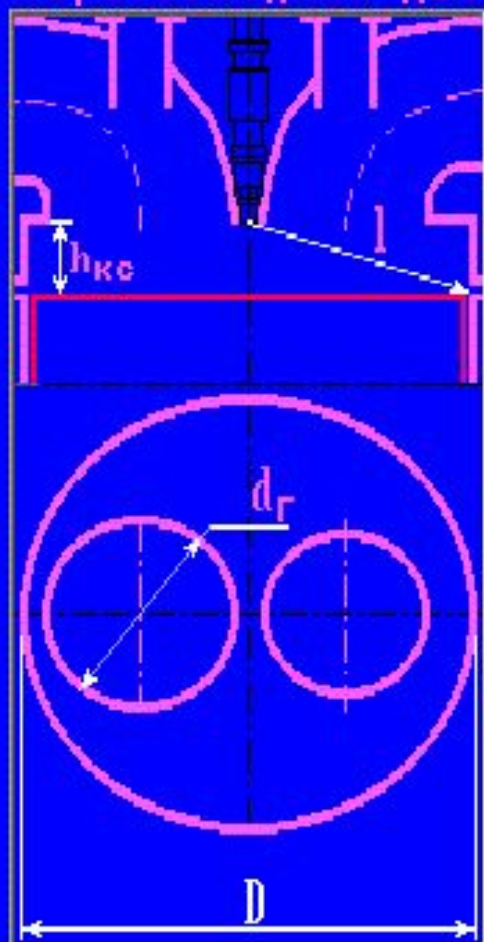
⊕ – появляется возможность
 улучшить наполнение
 цилиндра свежим зарядом
 за счет увеличения d_r

Влияние $K = S/D$ на параметры ДВС

Базовый ДВС



Короткоходный ДВС



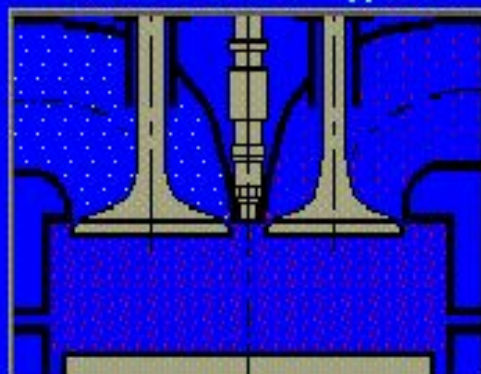
Условия сравнения: $V_h = \text{const}$;
 $l_{ш} = \text{const}$; $V_{кc} = \text{const}$; $n = \text{const}$
 Для цилиндрической камеры
 сгорания: $V_{кc} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_{кc}$

$$K \downarrow \rightarrow \begin{cases} S \downarrow \\ D \uparrow \end{cases} \rightarrow \begin{cases} h_{кc} \downarrow, l \uparrow \\ d_r \uparrow \end{cases}$$

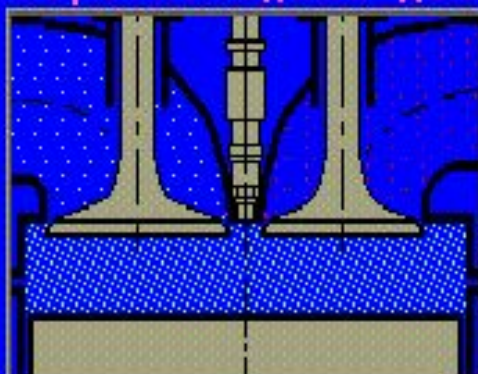
- ⊕ – появляется возможность улучшить наполнение цилиндра свежим зарядом за счет увеличения d_r
- ⊖ – возможна детонация

Влияние $K = S/D$ на параметры ДВС

Базовый ДВС



Короткоходный ДВС



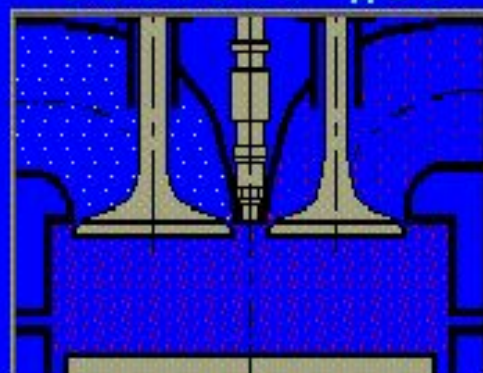
Условия сравнения: $V_h = \text{const}$;
 $l_{ш} = \text{const}$; $V_{кс} = \text{const}$; $n = \text{const}$
 Для цилиндрической камеры
 сгорания: $V_{кс} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_{кс}$

$$K \downarrow \begin{cases} \frac{S}{D} \downarrow \Rightarrow h_{кс} \downarrow, l \uparrow \\ \frac{S}{D} \uparrow \Rightarrow d_r \uparrow \end{cases}$$

- ⊕ – появляется возможность улучшить наполнение цилиндра свежим зарядом за счет увеличения d_r
- ⊖ – возможна детонация

Влияние $K = S/D$ на параметры ДВС

Базовый ДВС



Короткоходный ДВС



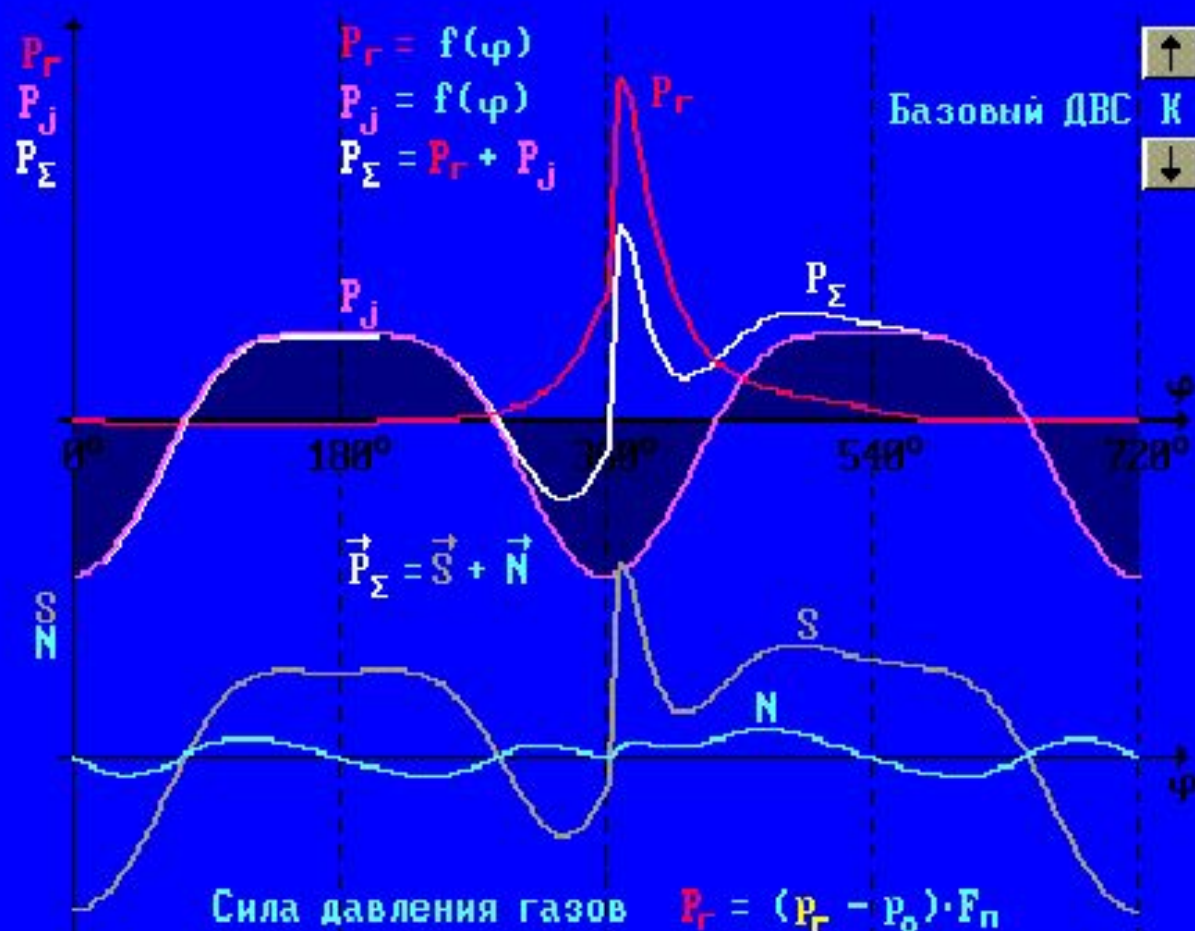
Условия сравнения: $V_h = \text{const}$;
 $l_{ш} = \text{const}$; $V_{кс} = \text{const}$; $n = \text{const}$
 Для цилиндрической камеры
 сгорания: $V_{кс} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot h_{кс}$

$$K \downarrow \begin{cases} \frac{S}{D} \downarrow \Rightarrow h_{кс} \downarrow, l \uparrow \\ \frac{S}{D} \uparrow \Rightarrow d_r \uparrow \end{cases}$$

- ⊕ – появляется возможность улучшить наполнение цилиндра свежим зарядом за счет увеличения d_r
- ⊖ – возможна детонация

Условия сравнения:
 $V_h = \text{const}$; $l_{ш} = \text{const}$;
 $V_{кв} = \text{const}$; $n = \text{const}$

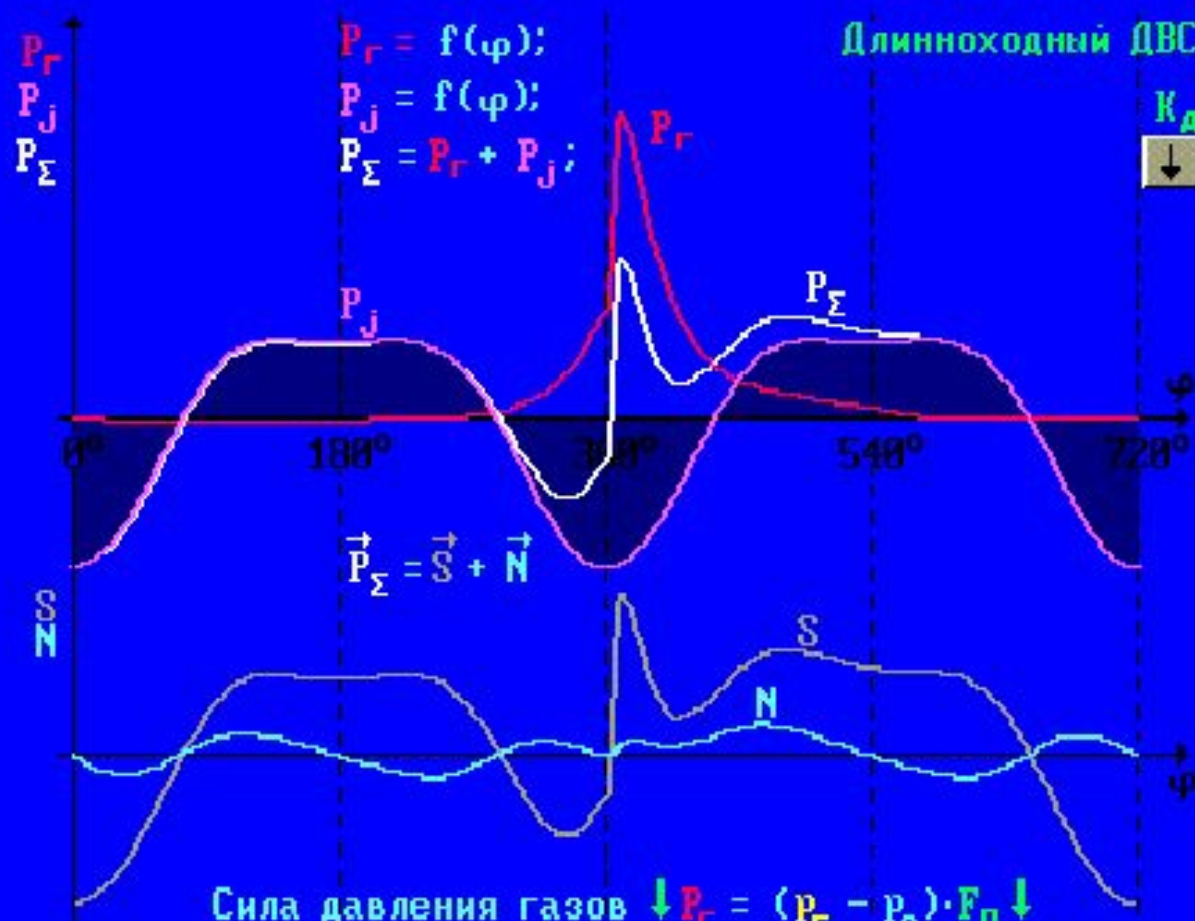
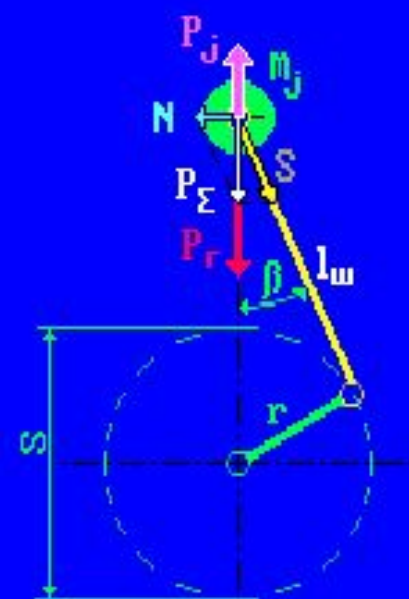
К $\begin{cases} \vec{S} \rightarrow r, \lambda, \beta \\ \vec{D} \rightarrow m_j, F_n \end{cases}$



Сила инерции $P_J = -m_j \cdot r \cdot \omega^2 (\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi) = P_{J1} + P_{J2}$

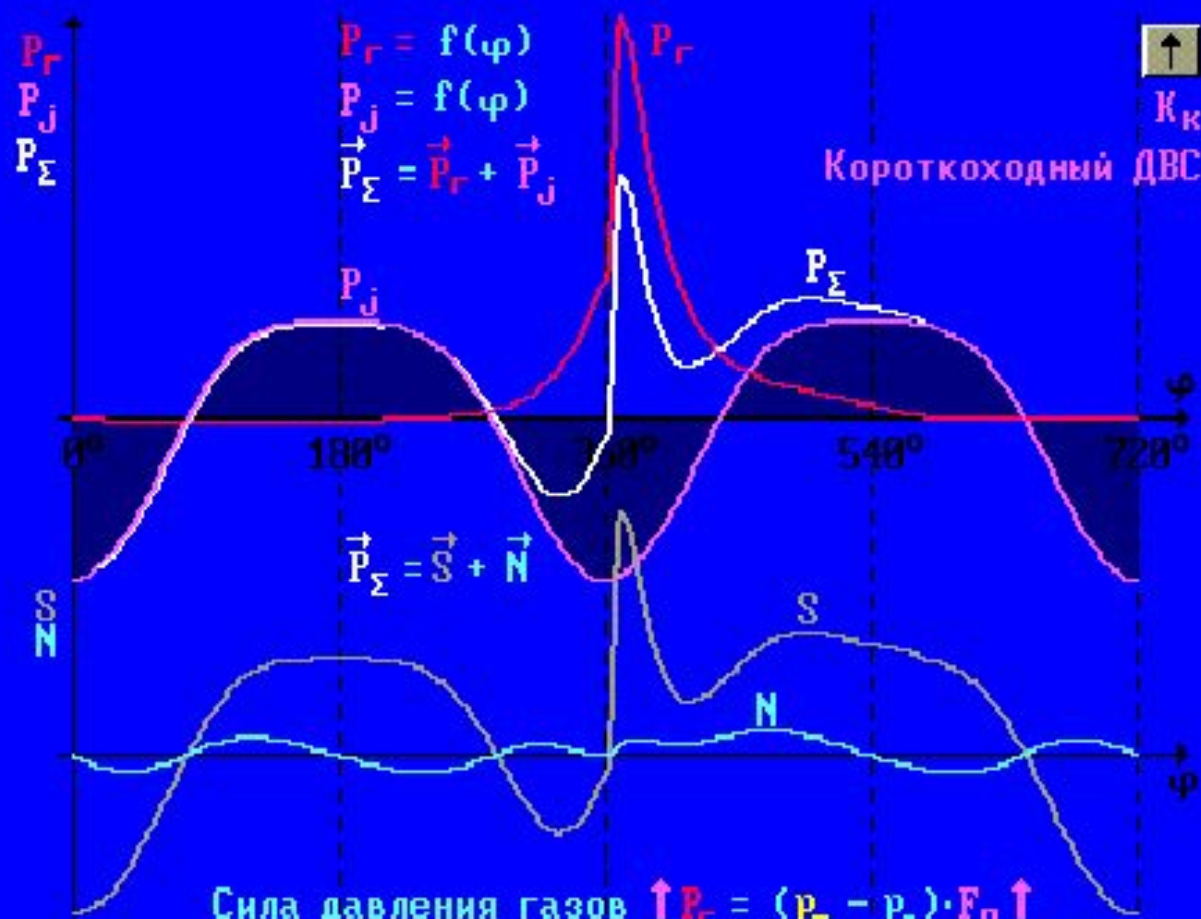
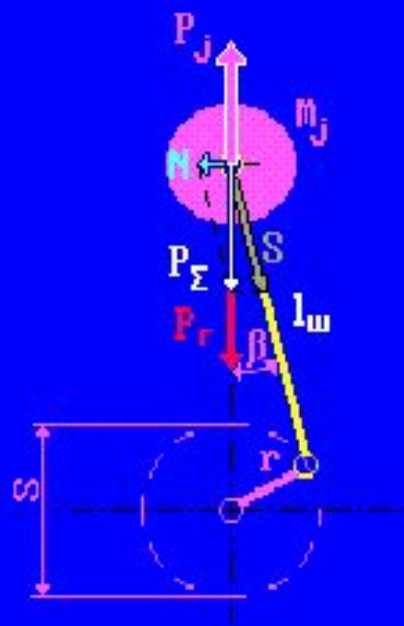
Средняя скорость поршня $C_n = S n / 30$, боковая сила $N = P_\Sigma \cdot \tan \beta \rightarrow$ износ цилиндра

Условия сравнения:
 $V_h = \text{const}; l_{ш} = \text{const};$
 $V_{ко} = \text{const}; n = \text{const}$
 $K \uparrow \rightarrow S \uparrow \rightarrow r \uparrow, \lambda \downarrow, \beta \uparrow$
 $K \uparrow \rightarrow D \downarrow \rightarrow m_j \downarrow, F_n \downarrow$



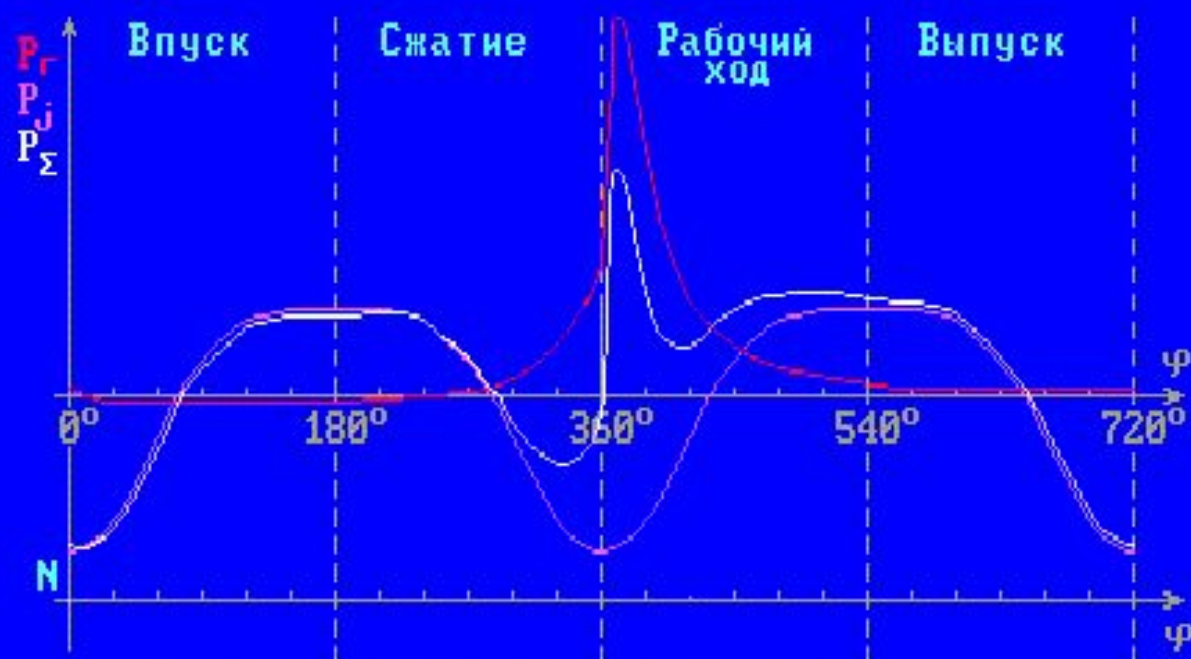
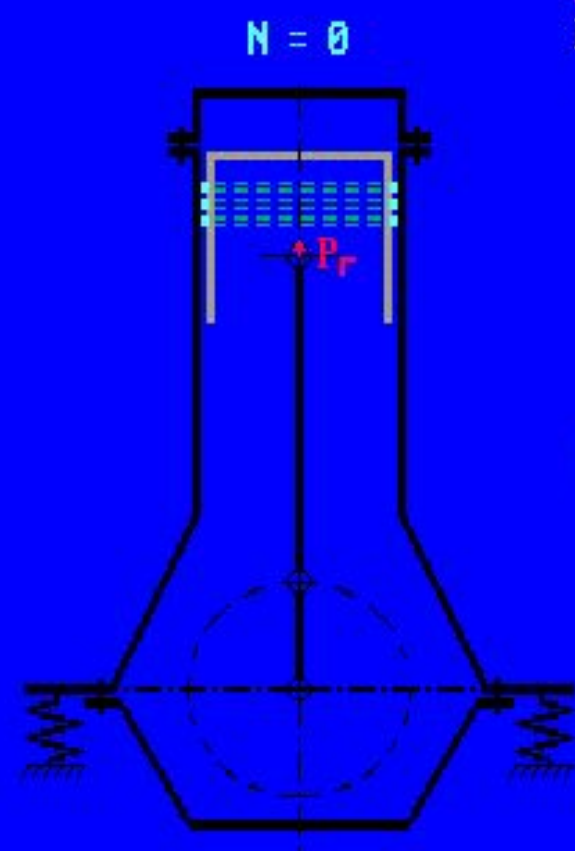
Сила давления газов $\downarrow P_r = (p_r - p_o) \cdot F_n \downarrow$
 Сила инерции $\downarrow P_j = -\downarrow m_j \cdot \uparrow r \cdot \omega^2 (\cos \varphi + \uparrow \lambda \cos 2\varphi) = P_{ji} \downarrow + P_{jii} \downarrow \uparrow$
 Средняя скорость поршня $C_n \uparrow = S n / 30$, боковая сила $N \uparrow = \downarrow P_\Sigma \cdot \text{tg } \beta \uparrow \rightarrow \text{износ цилиндра} \uparrow$

Условия сравнения:
 $V_h = \text{const}; l_{ш} = \text{const};$
 $V_{кв} = \text{const}; n = \text{const}$
 $K \downarrow \rightarrow S \downarrow \rightarrow r \downarrow, \lambda \uparrow, \beta \downarrow$
 $K \downarrow \rightarrow D \uparrow \rightarrow m_j \uparrow, F_n \uparrow$



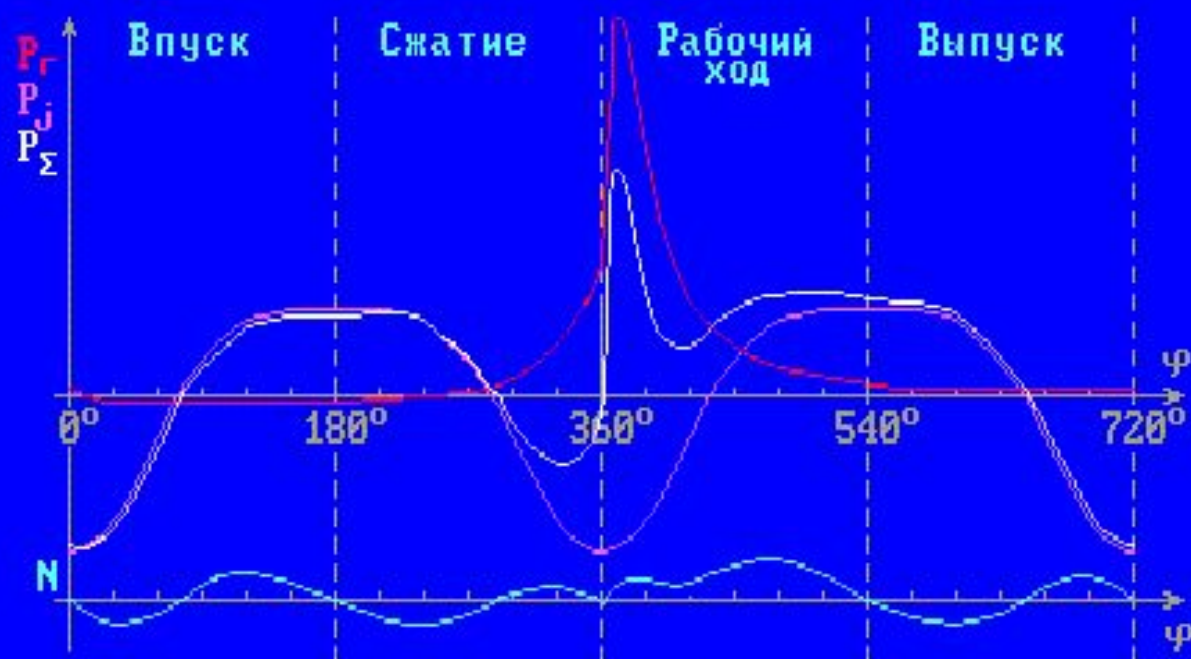
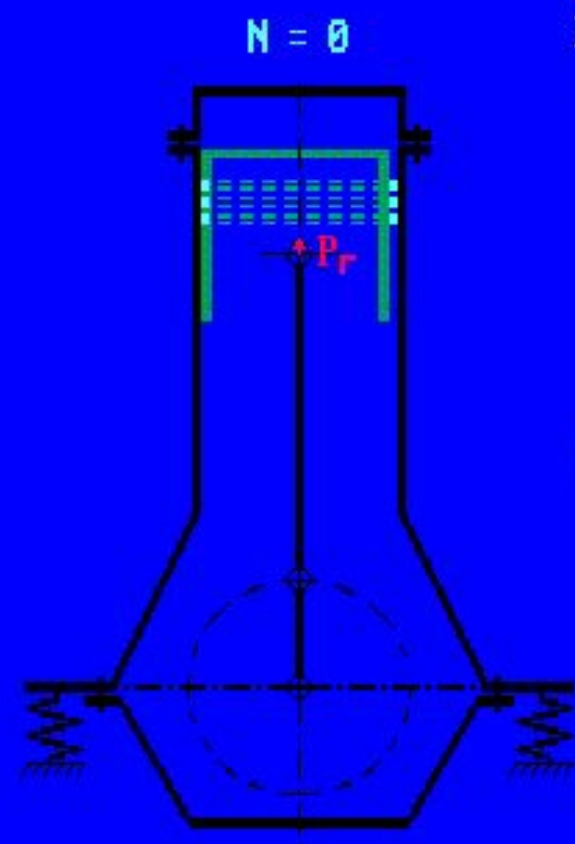
Сила давления газов $\uparrow P_r = (p_r - p_o) \cdot F_n \uparrow$
 Сила инерции $\uparrow P_j = -\uparrow m_j \cdot \downarrow r \cdot \omega^2 (\cos \varphi + \downarrow \lambda \cos 2 \varphi) = P_{ji} \uparrow + P_{jII} \uparrow \downarrow$
 Средняя скорость поршня $C_n \downarrow = S n / 30$, боковая сила $N \downarrow = \uparrow P_\Sigma \cdot \text{tg } \beta \downarrow \rightarrow \oplus$ износ цилиндра $\downarrow$

Влияние дезаксажа



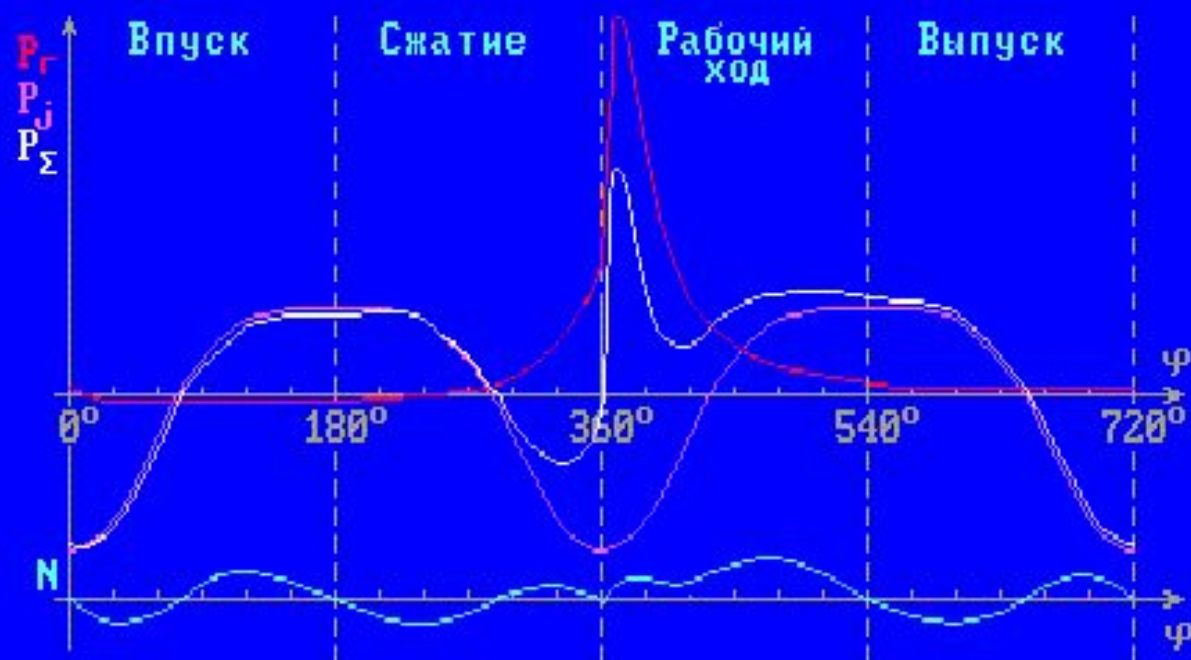
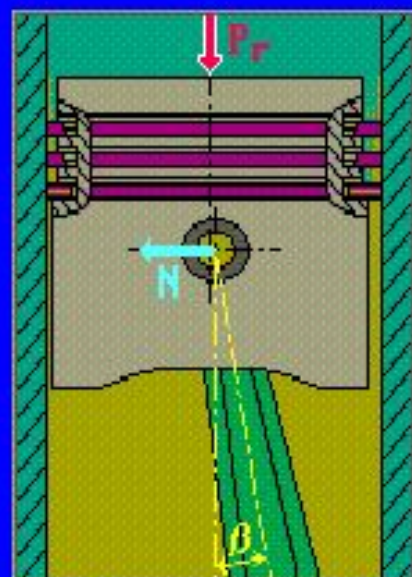
Износ цилиндра неравномерен – больше изнашивается его сторона, к которой прижимается поршень при рабочем ходе, что связано с ростом P_r и связанной с ней силой N , достигающих максимального значения вблизи ВМТ в начале такта расширения.

Влияние дезаксажа



Износ цилиндра неравномерен – больше изнашивается его сторона, к которой прижимается поршень при рабочем ходе, что связано с ростом P_r и связанной с ней силой N , достигающих максимального значения вблизи ВМТ в начале такта расширения.

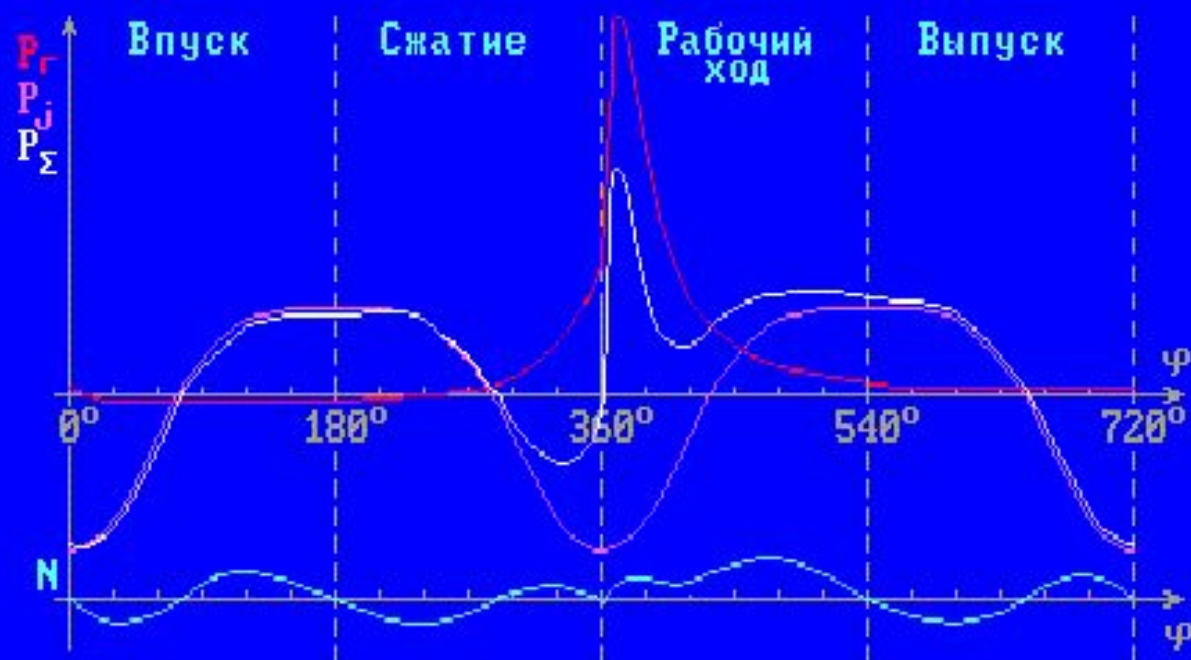
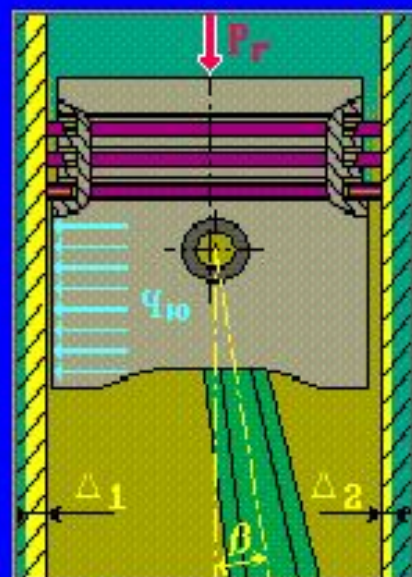
Влияние дезаксажа



Рабочий ход $\rightarrow P_r \uparrow \rightarrow N \uparrow$



Влияние дезаксажа



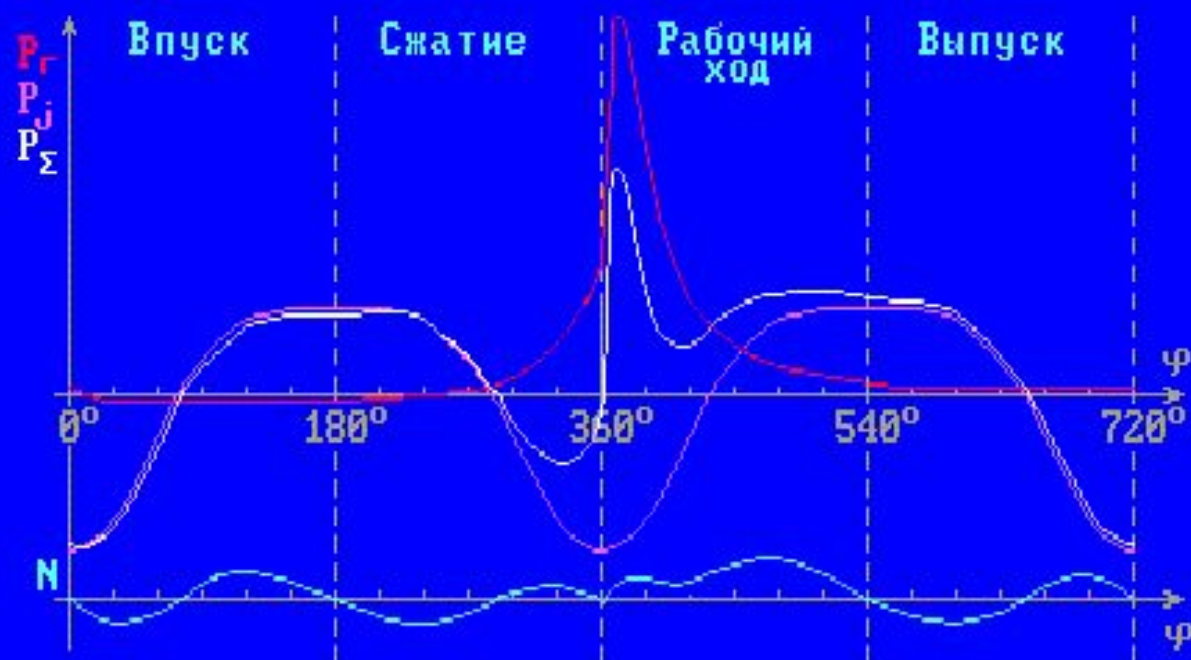
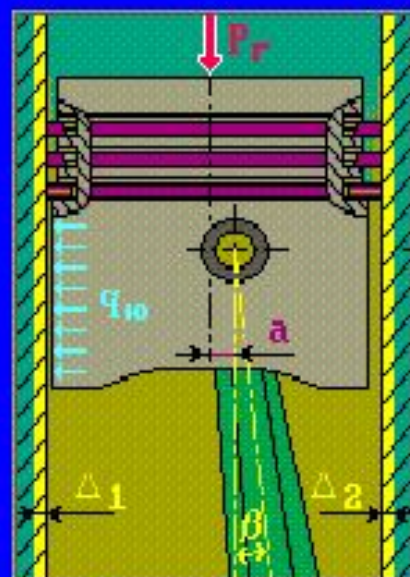
Рабочий ход $\rightarrow P_r \uparrow \rightarrow N \uparrow \rightarrow q_{ю} \uparrow \rightarrow \Delta_1 > \Delta_2$

Δ – износ цилиндра

Износ цилиндра неравномерен.



Влияние дезаксажа



Рабочий ход $\rightarrow P_r \uparrow \rightarrow N \uparrow \rightarrow q_{ю} \uparrow \rightarrow \Delta_1 > \Delta_2$

Δ – износ цилиндра

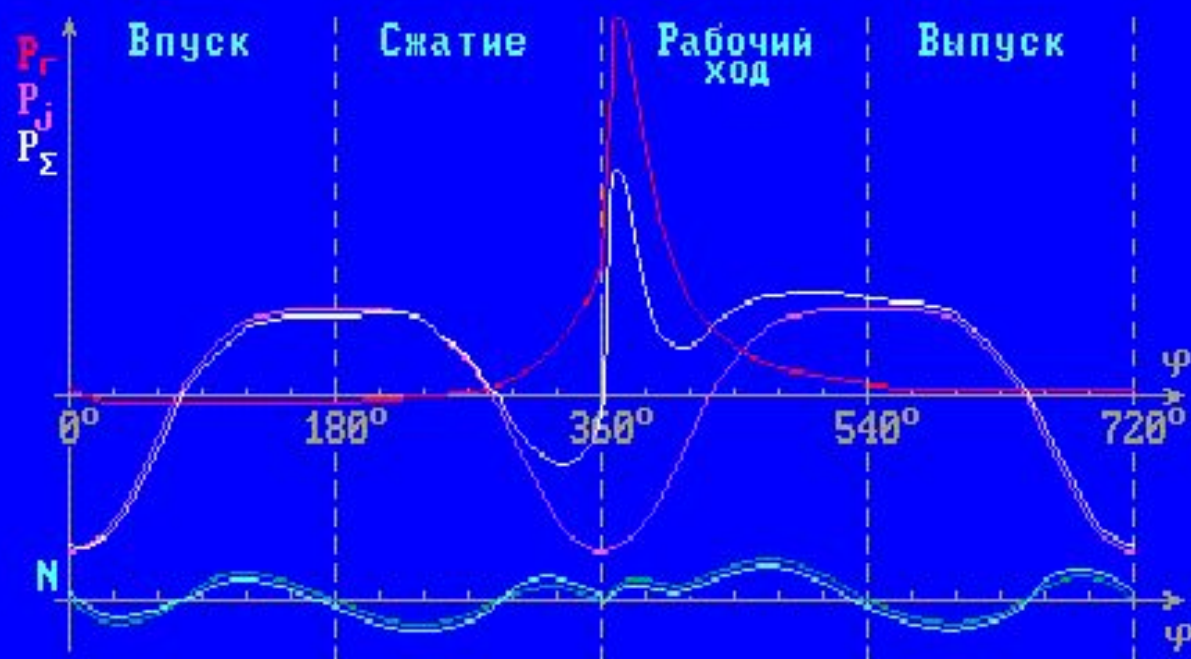
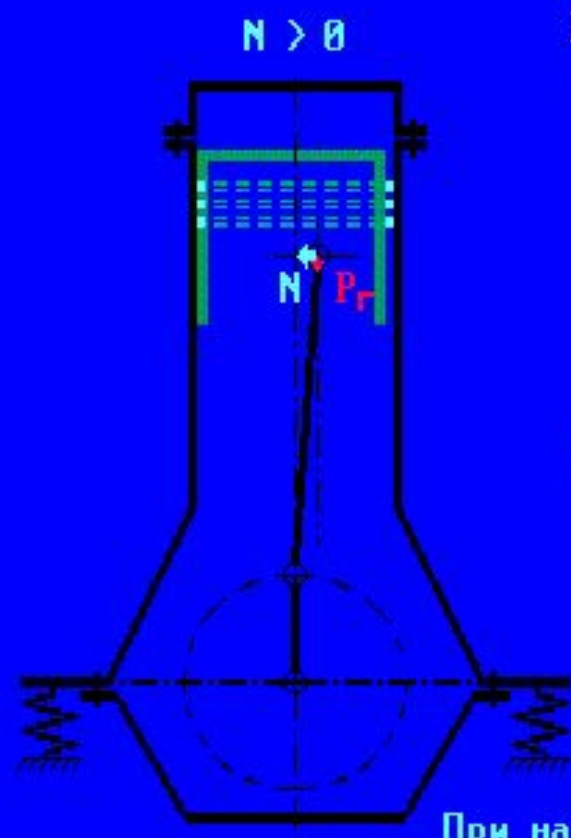
Износ цилиндра неравномерен.

При наличии дезаксажа $- \alpha \rightarrow \beta \downarrow \rightarrow N \downarrow \rightarrow q_{ю} \downarrow \rightarrow \Delta_1 \downarrow \Delta_2 \uparrow$

Это позволяет выровнять износ цилиндра по его периметру.



Влияние дезаксажа



Рабочий ход $\rightarrow P_g \uparrow \rightarrow N \uparrow \rightarrow q_{ю} \uparrow \rightarrow \Delta_1 > \Delta_2$

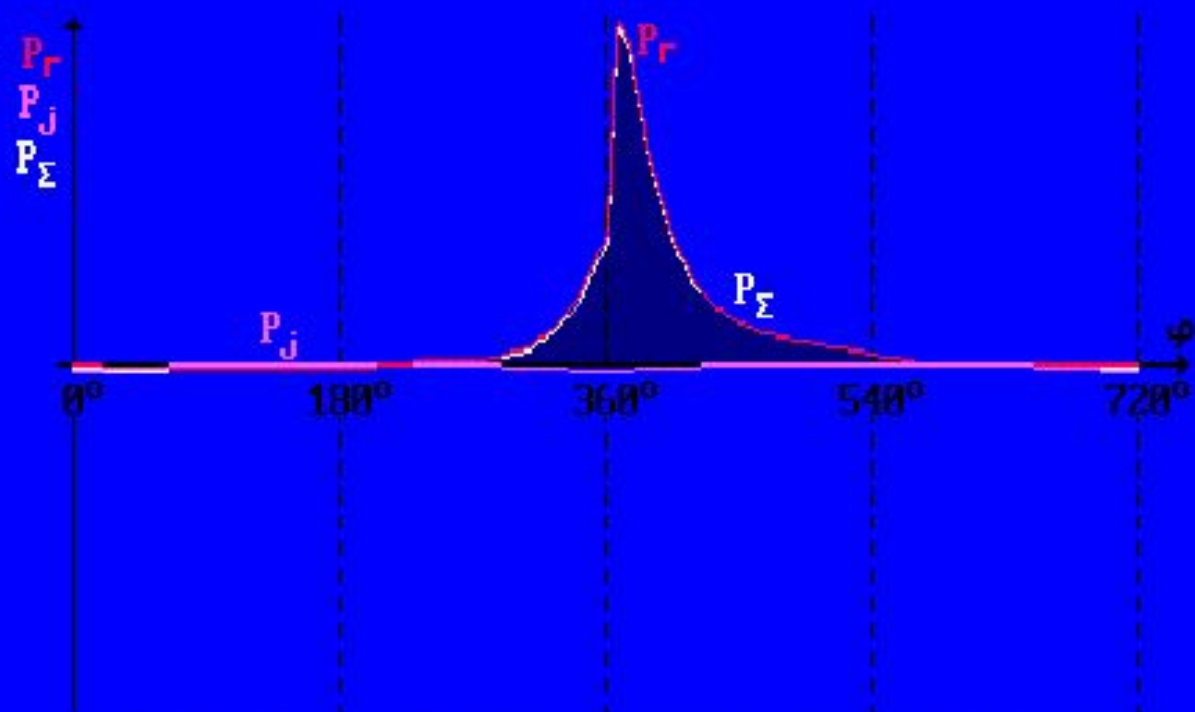
Δ – износ цилиндра

Износ цилиндра неравномерен.

При наличии дезаксажа – $a \rightarrow \rho \downarrow \rightarrow N \downarrow \rightarrow q_{ю} \downarrow \rightarrow \Delta_1 \downarrow \Delta_2 \uparrow$

Это позволяет выравнивать износ цилиндра по его периметру.

Влияние режимных факторов на динамические нагрузки в КШМ



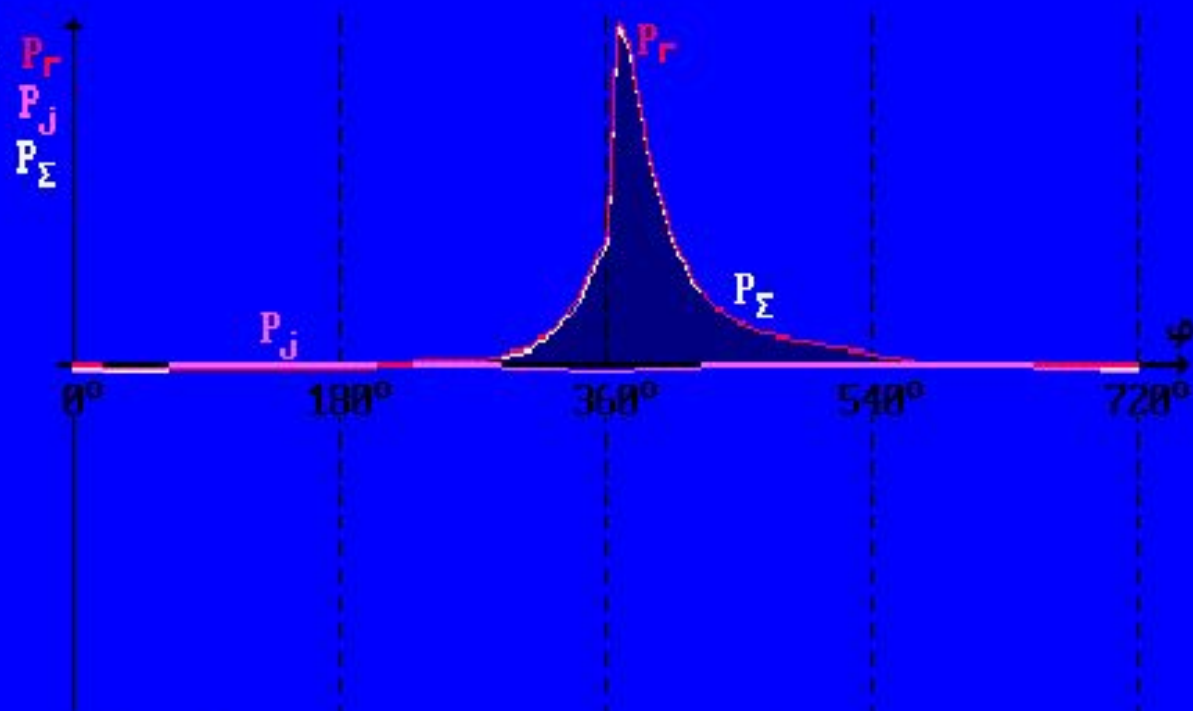
$$\omega = \frac{\pi n}{30}$$



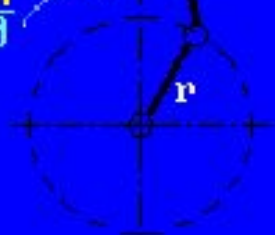
Силы P_r , P_j и P_Σ изменяются по углу поворота коленчатого вала и определяются режимом работы ДВС. Режим работы ДВС существенным образом влияет на динамические нагрузки в КШМ.

Рассмотрим влияние частоты вращения коленчатого вала и нагрузки на динамические факторы, возникающие в КШМ.

Влияние режимных факторов
на динамические нагрузки
в КШМ



$$\omega = \frac{\pi n}{30}$$



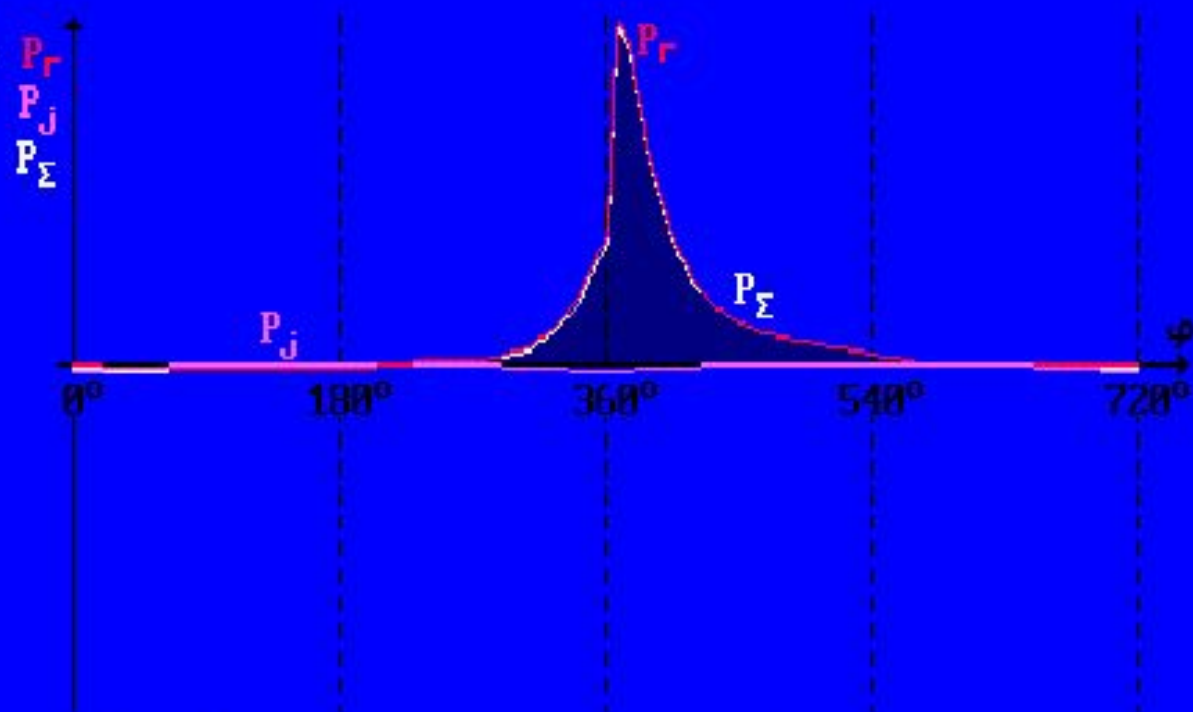
$P_r = f(\varphi)$ – сила давления газов;

Сила инерции от возвратно-поступательно движущихся масс (P_j):

$$P_j = -m_j \cdot r \cdot \omega^2 (\cos \varphi + \lambda \cos 2\varphi) = f(\omega^2, \varphi) = f(n^2, \varphi);$$

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

Влияние режимных факторов
на динамические нагрузки
в КШМ



$P_r = f(\varphi)$ – сила давления газов;

Сила инерции от возвратно-поступательно движущихся масс (P_j):

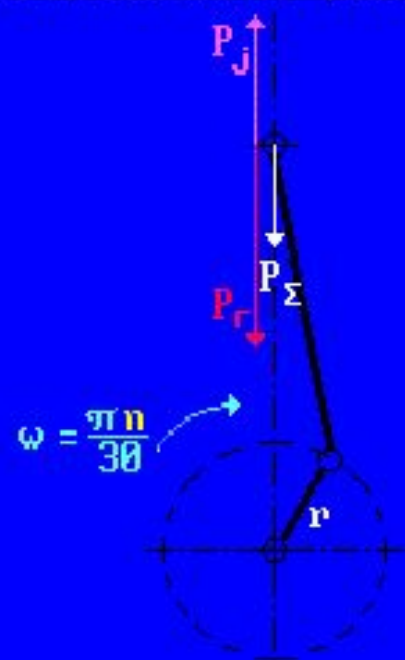
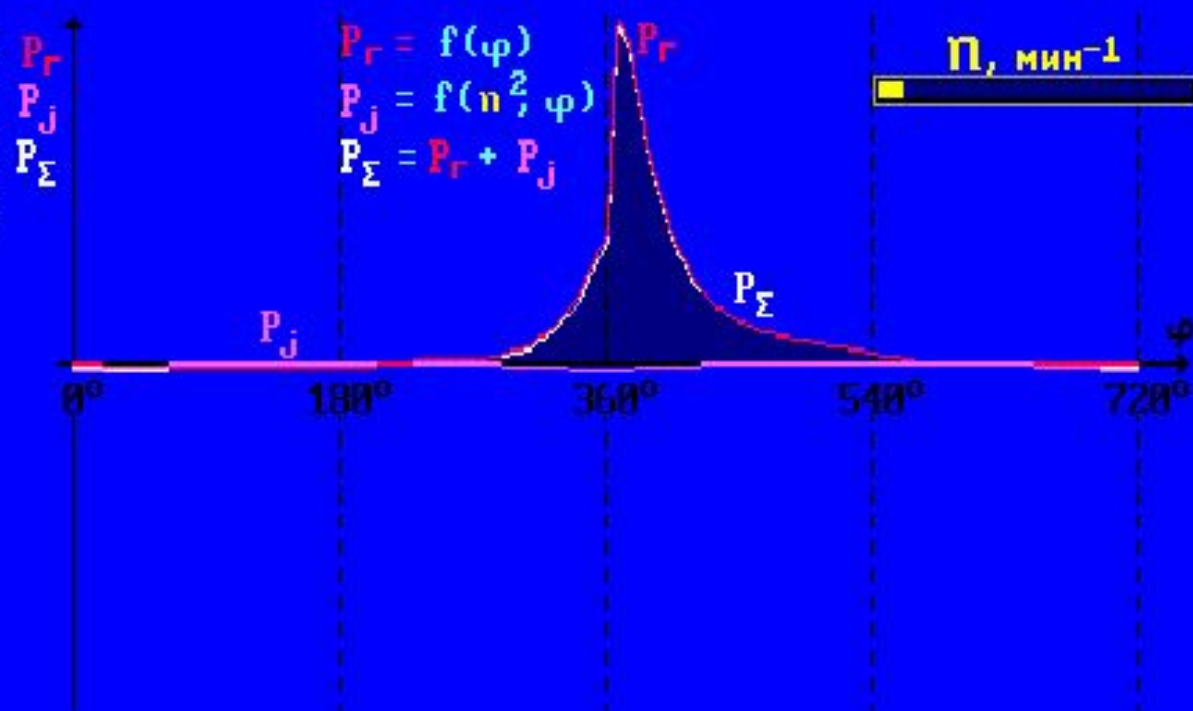
$$P_j = f(n^2, \varphi);$$

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

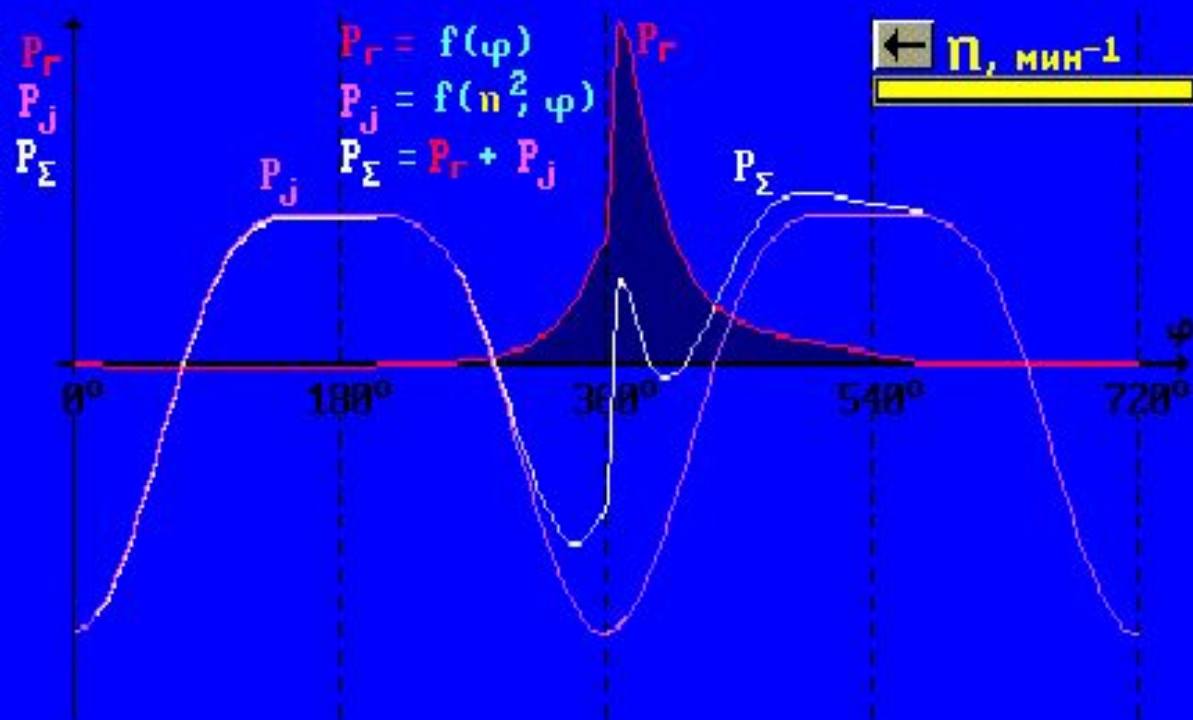
$$\omega = \frac{\pi n}{30}$$



Влияние изменения частоты вращения коленчатого вала на динамические нагрузки в КШМ при неизменной индикаторной диаграмме



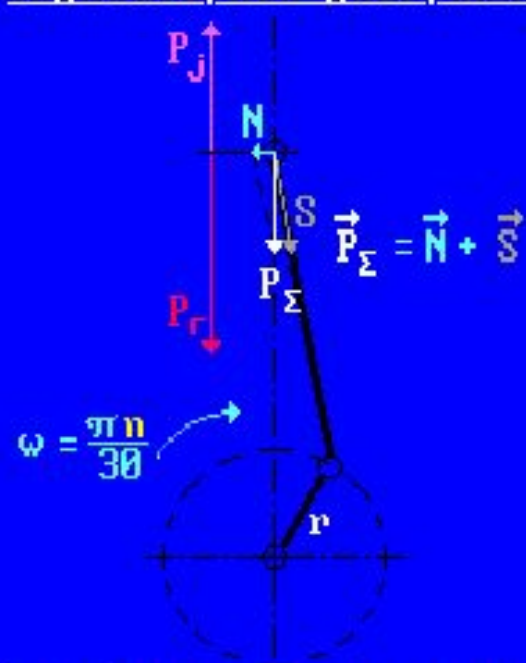
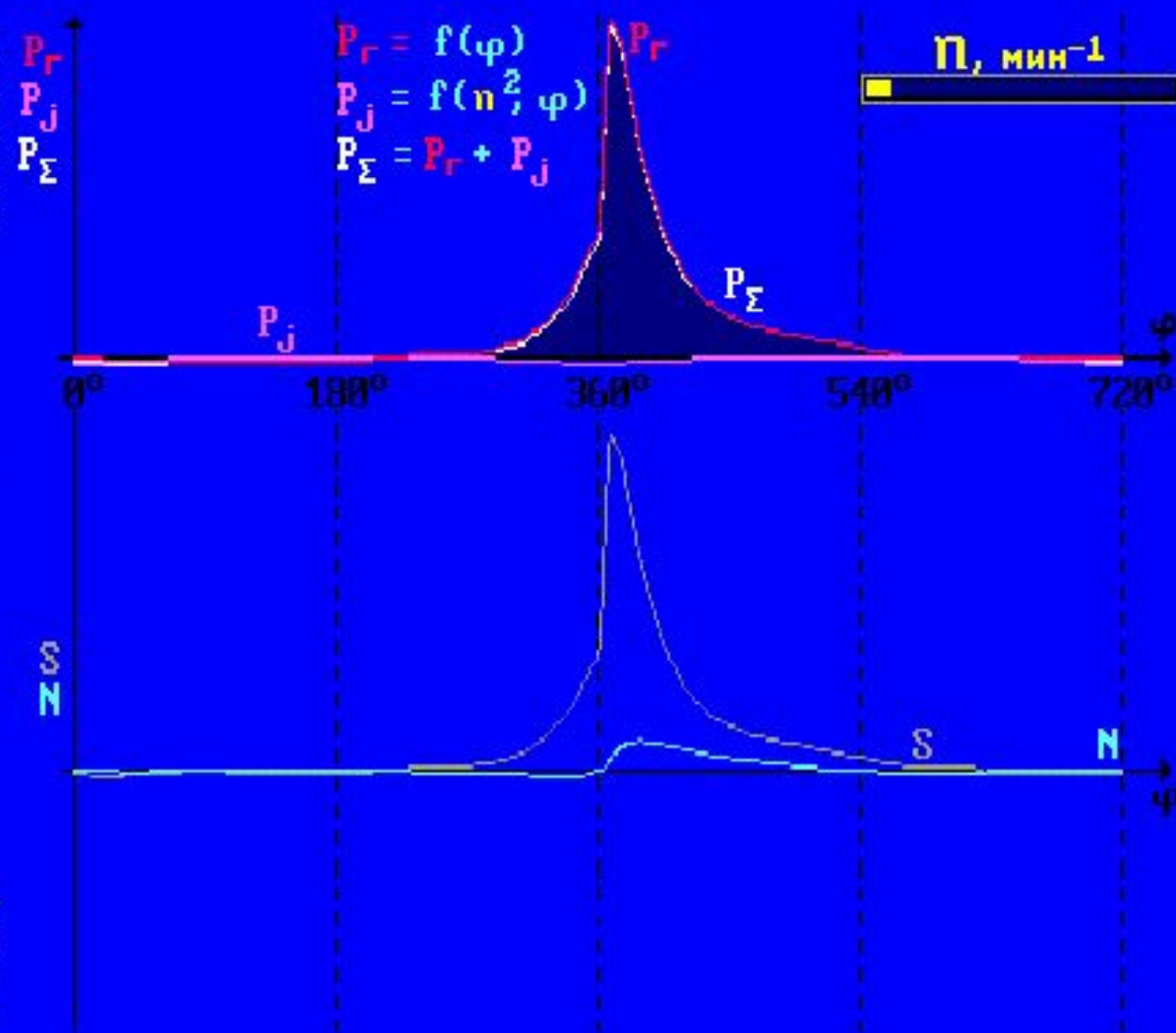
Влияние изменения частоты вращения коленчатого вала на динамические нагрузки в КШМ при неизменной индикаторной диаграмме



$$\omega = \frac{\pi n}{30}$$

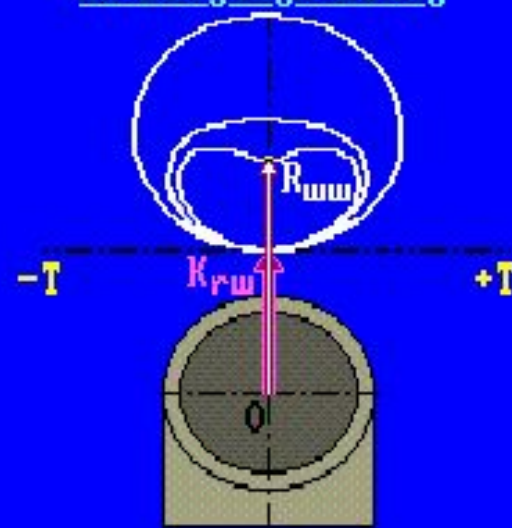


Влияние изменения частоты вращения коленчатого вала на динамические нагрузки в КШМ при неизменной индикаторной диаграмме



Сила S сжимает-растягивает шатун, а сила N прижимает поршень к стенке цилиндра.

Полярная диаграмма нагрузки
на шатунную шейку



$$\vec{R}_{шш} = \vec{K}_{рш} + \vec{S}$$

+K

P_r
 P_j
 P_Σ

$$P_r = f(\varphi)$$

$$P_j = f(\varphi)$$

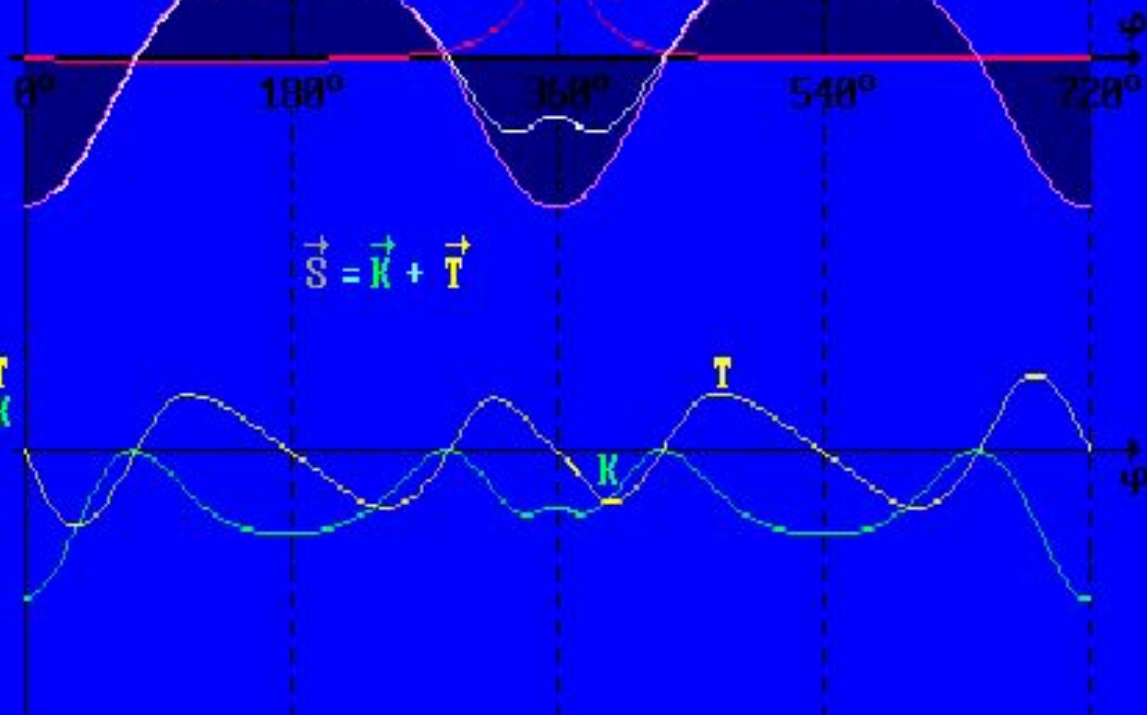
$$P_\Sigma = P_r + P_j$$

ПРОПУСК ЗАЖИГАНИЯ

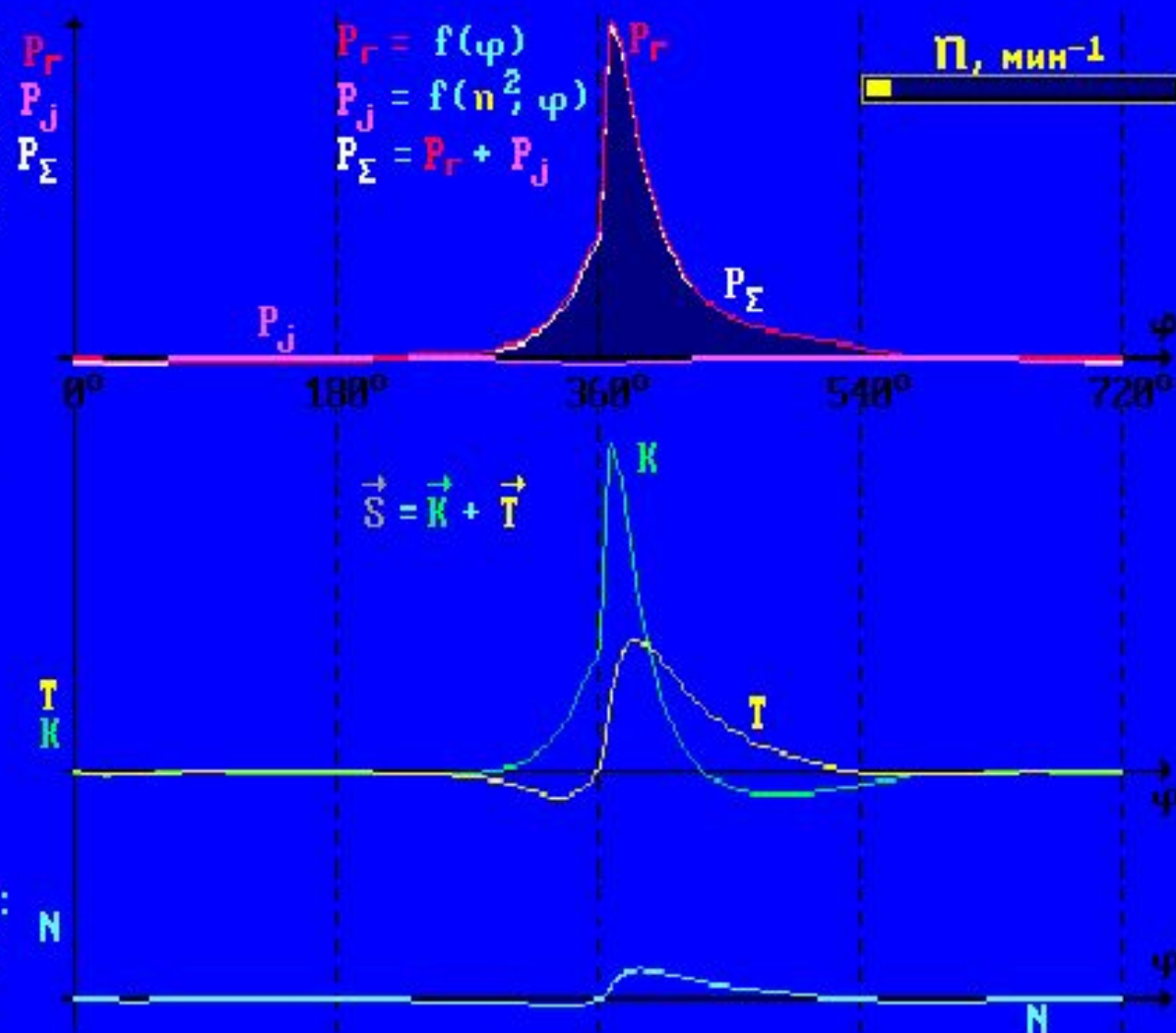
НАГРУЗКА →

0%

100%

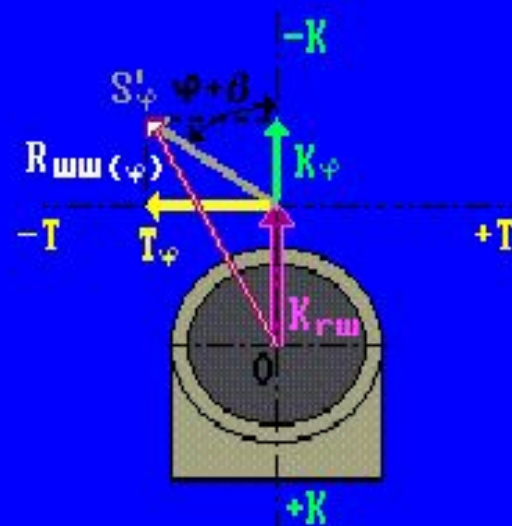


Влияние изменения частоты вращения коленчатого вала на динамические нагрузки в КШМ при неизменной индикаторной диаграмме

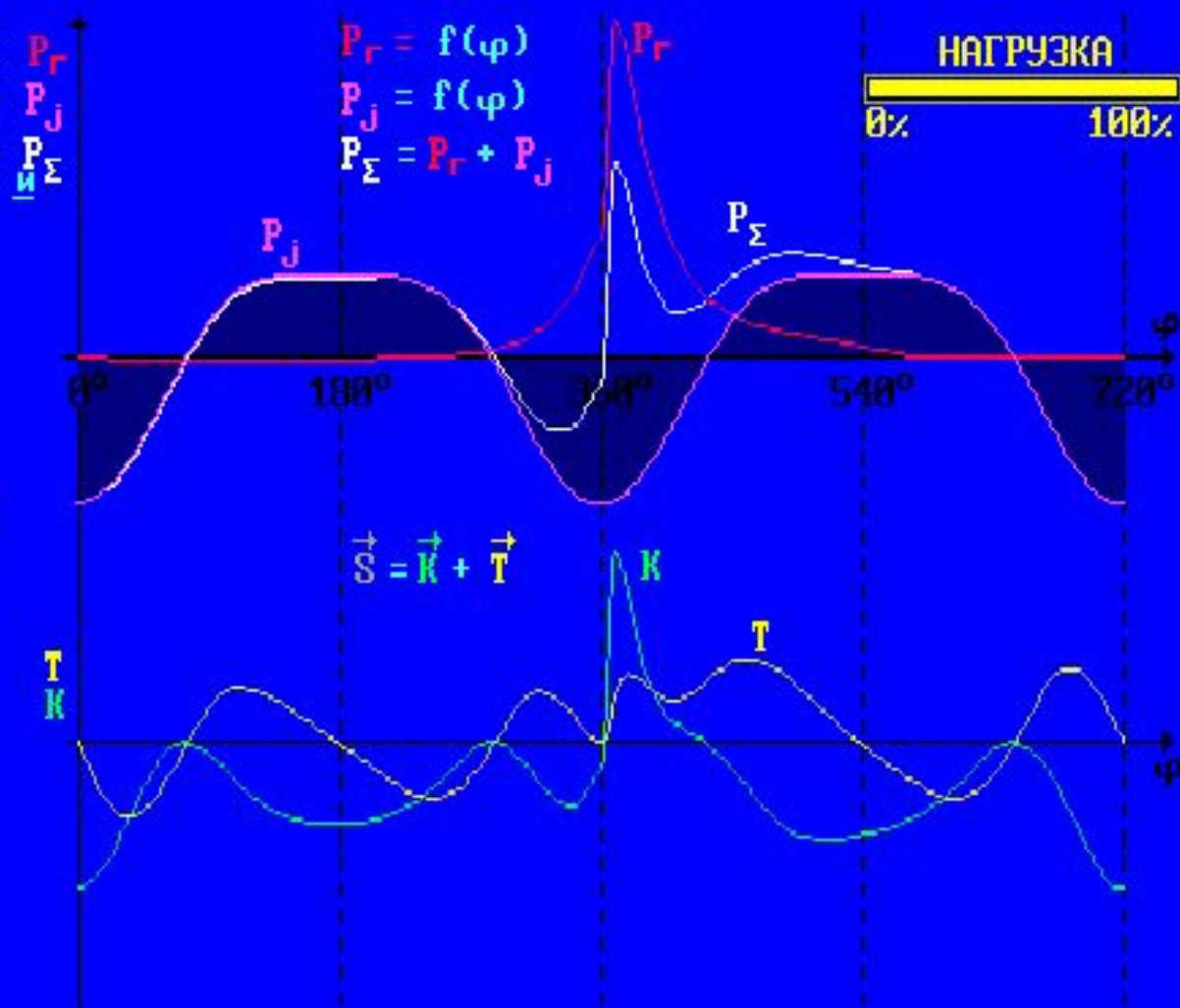


Действие силы S на кривошип: сила K сжимает-растягивает кривошип, а сила T создает крутящий момент $M_{кр} = T \cdot r$.

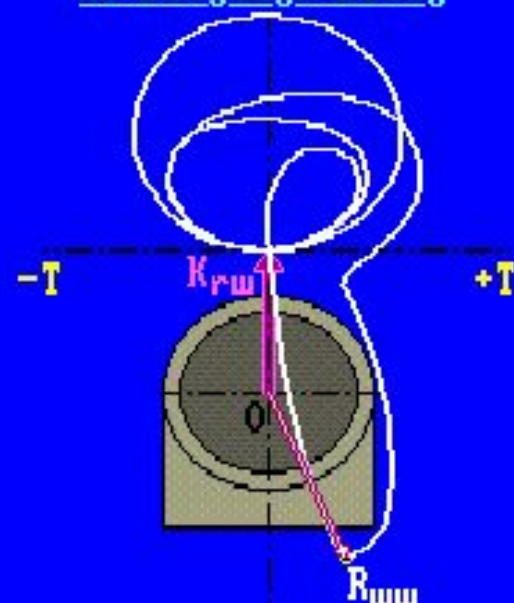
Влияние изменения индикаторной диаграммы на динамические нагрузки в КШМ при заданной частоте вращения коленчатого вала



$$\vec{R}_{\text{шш}} = \vec{K}_{\text{rw}} + \vec{S}'$$

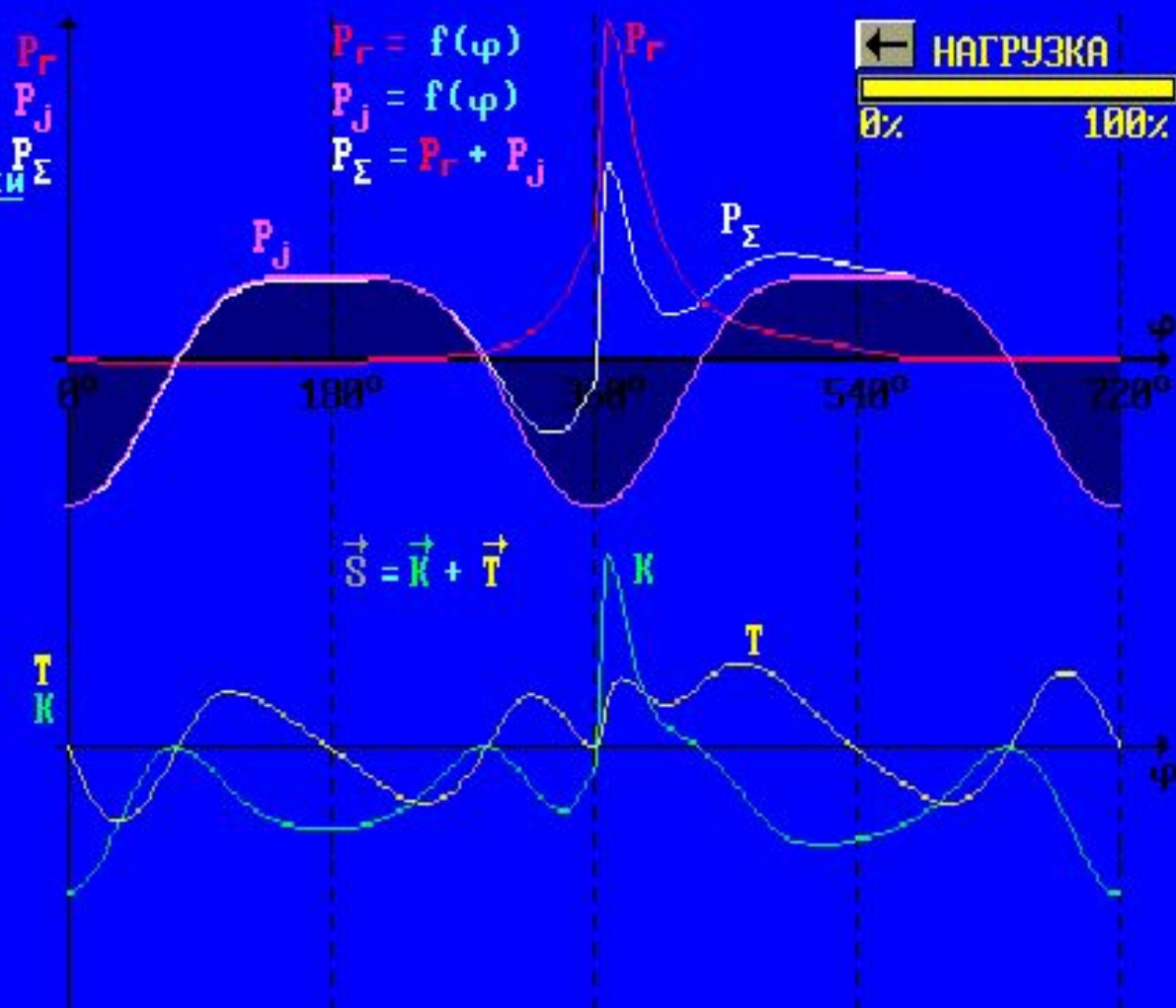


Полярная диаграмма нагрузки
на шатунную шейку

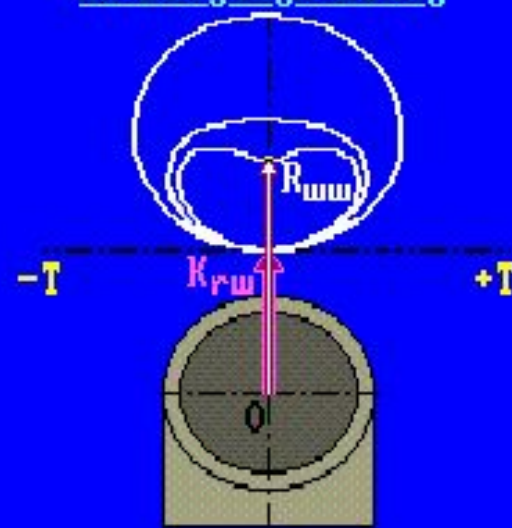


$$\vec{R}_{ww} = \vec{K}_{rw} + \vec{S}$$

+K



Полярная диаграмма нагрузки
на шатунную шейку



$$\vec{R}_{шш} = \vec{K}_{рш} + \vec{S}$$

+K

P_r
 P_j
 P_Σ

$$P_r = f(\varphi)$$

$$P_j = f(\varphi)$$

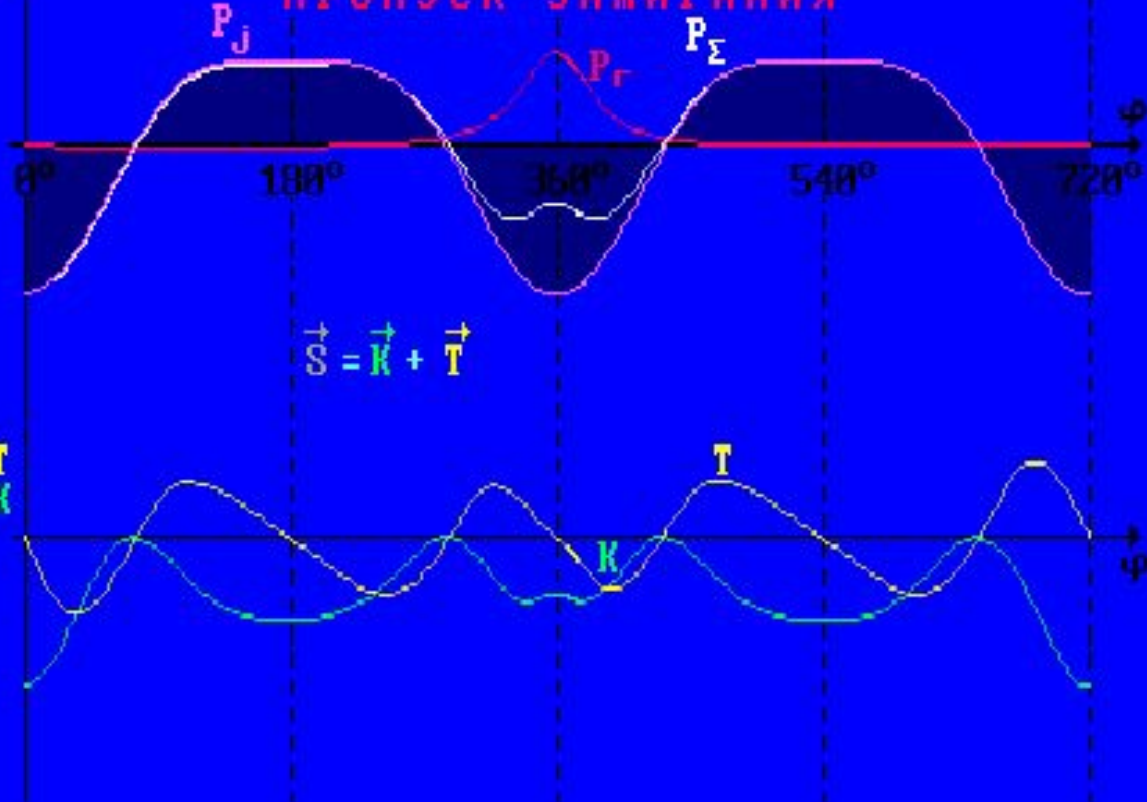
$$P_\Sigma = P_r + P_j$$

ПРОПУСК ЗАЖИГАНИЯ

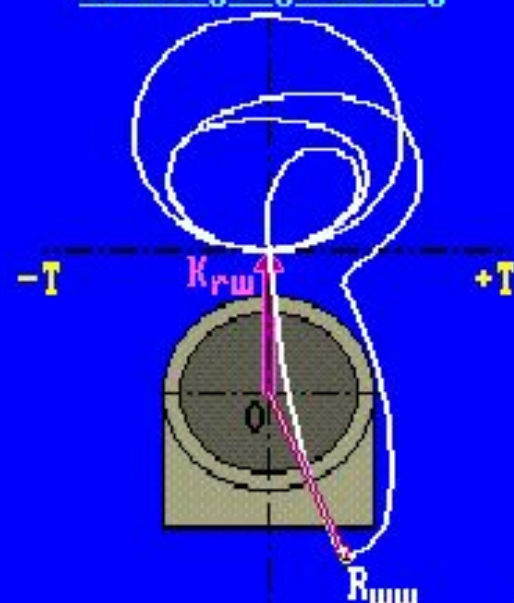
НАГРУЗКА →

0%

100%

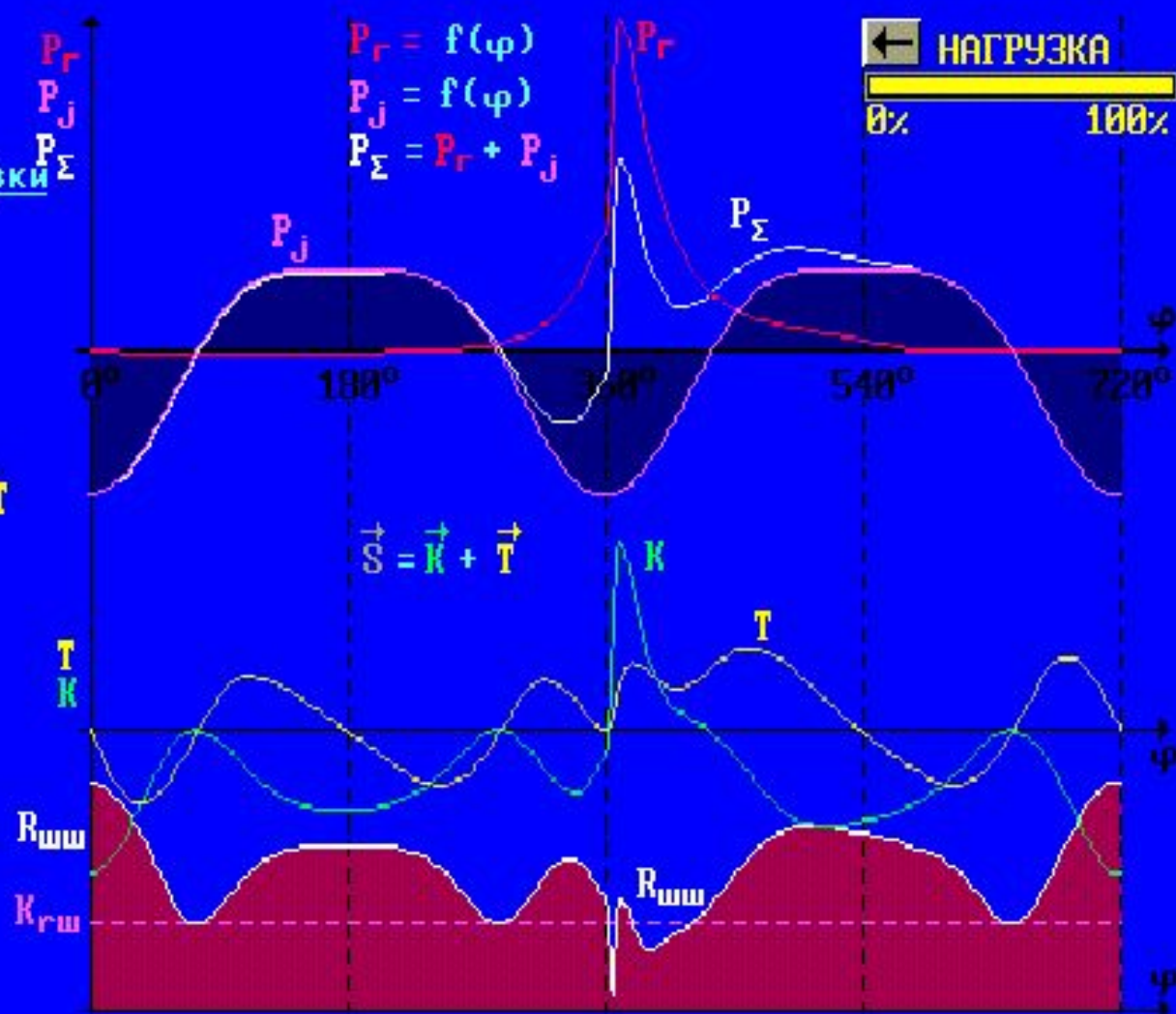


Полярная диаграмма нагрузки
на шатунную шейку

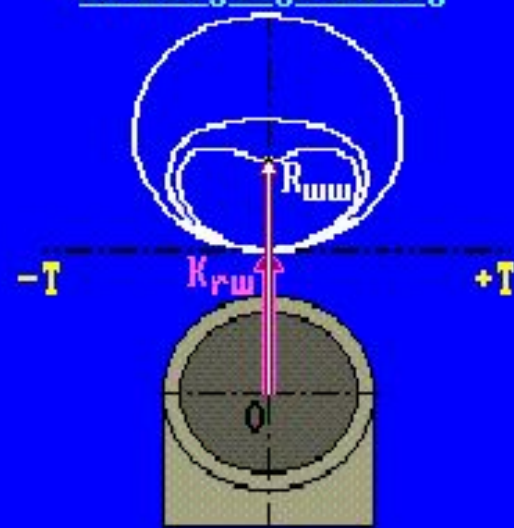


$$\vec{R}_{ww} = \vec{K}_{rw} + \vec{S}$$

+K

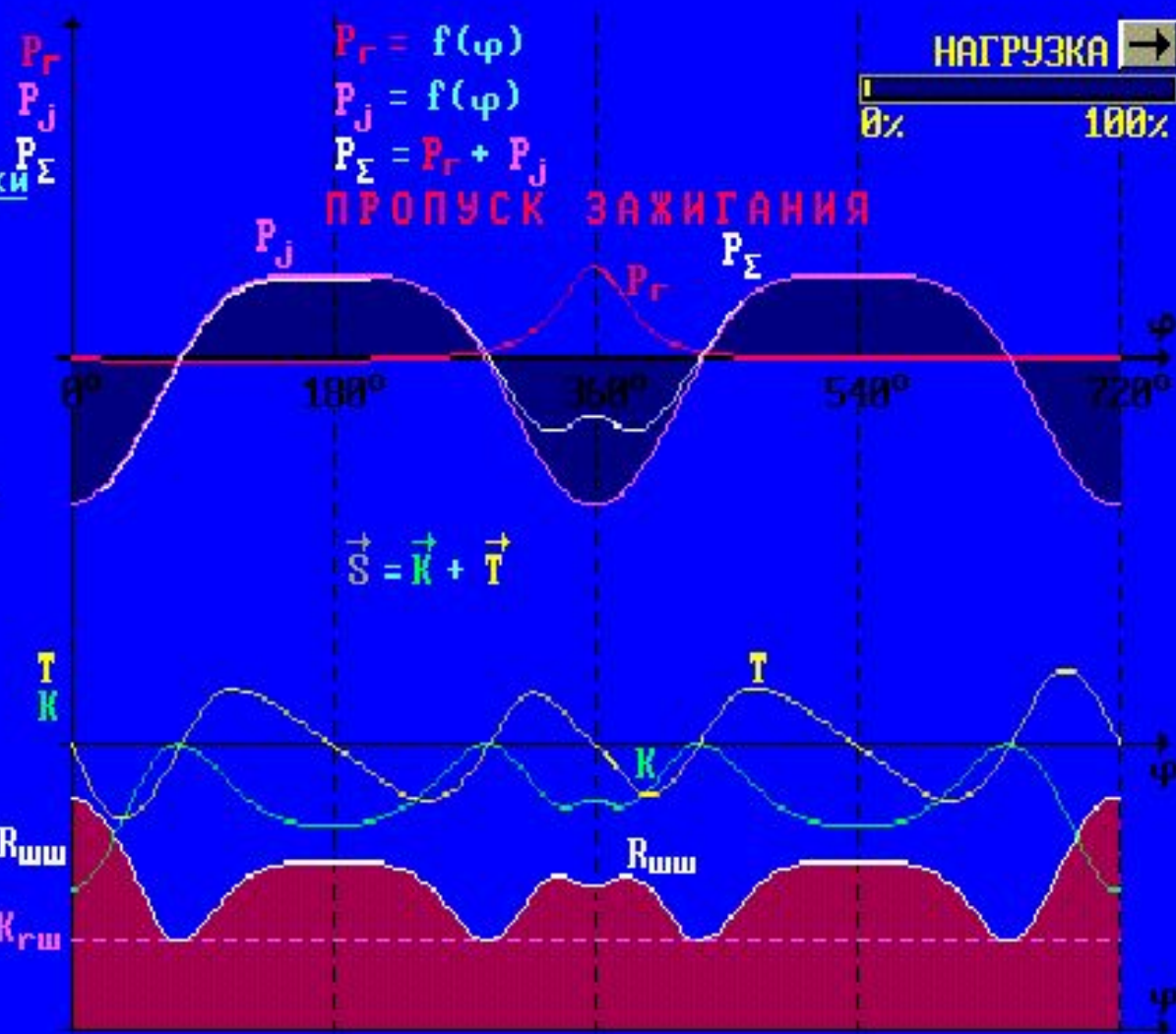


Полярная диаграмма нагрузки
на шатунную шейку

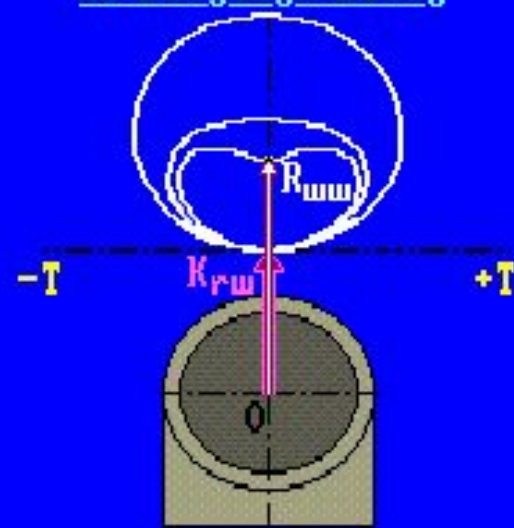


$$\vec{R}_{\text{шш}} = \vec{K}_{\text{рш}} + \vec{S}$$

+K



Полярная диаграмма нагрузки
на шатунную шейку



$$\vec{R}_{\text{шш}} = \vec{K}_{\text{рш}} + \vec{S}$$

+K

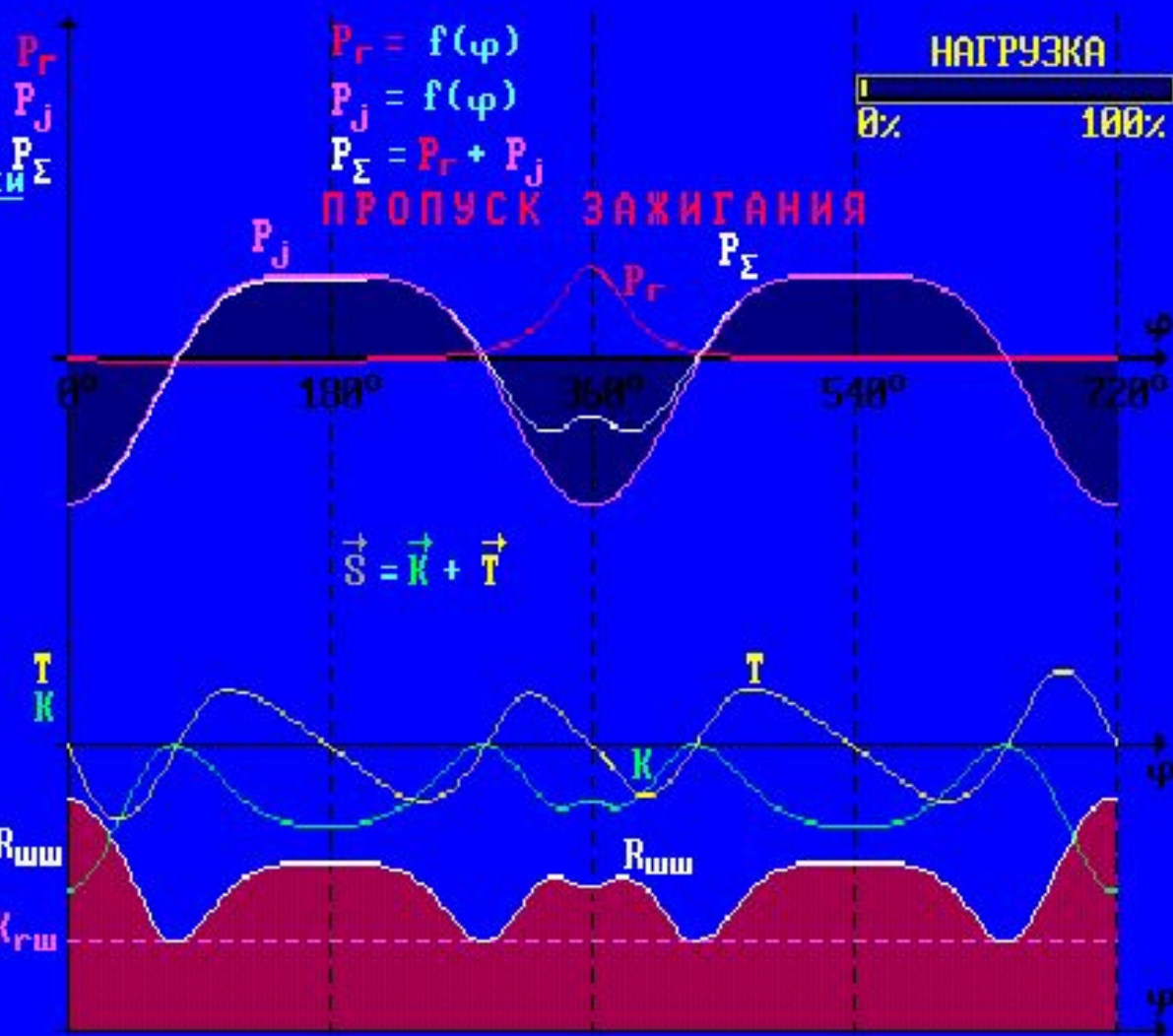
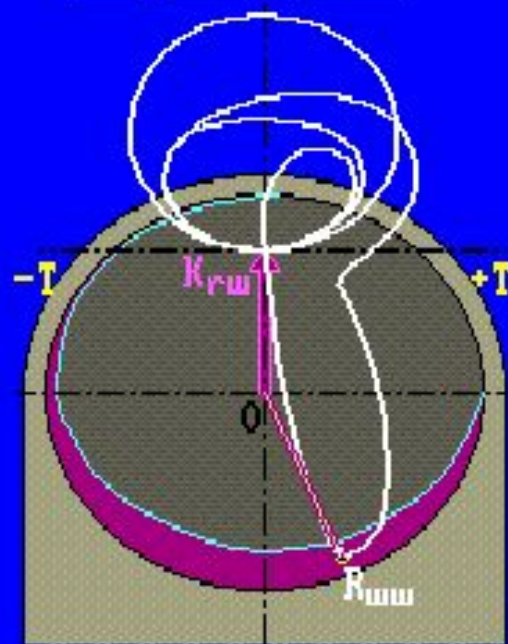


Диаграмма износа шатунной шейки



$$\vec{R}_{шш} = \vec{K}_{rш} + \vec{S} \quad +K$$

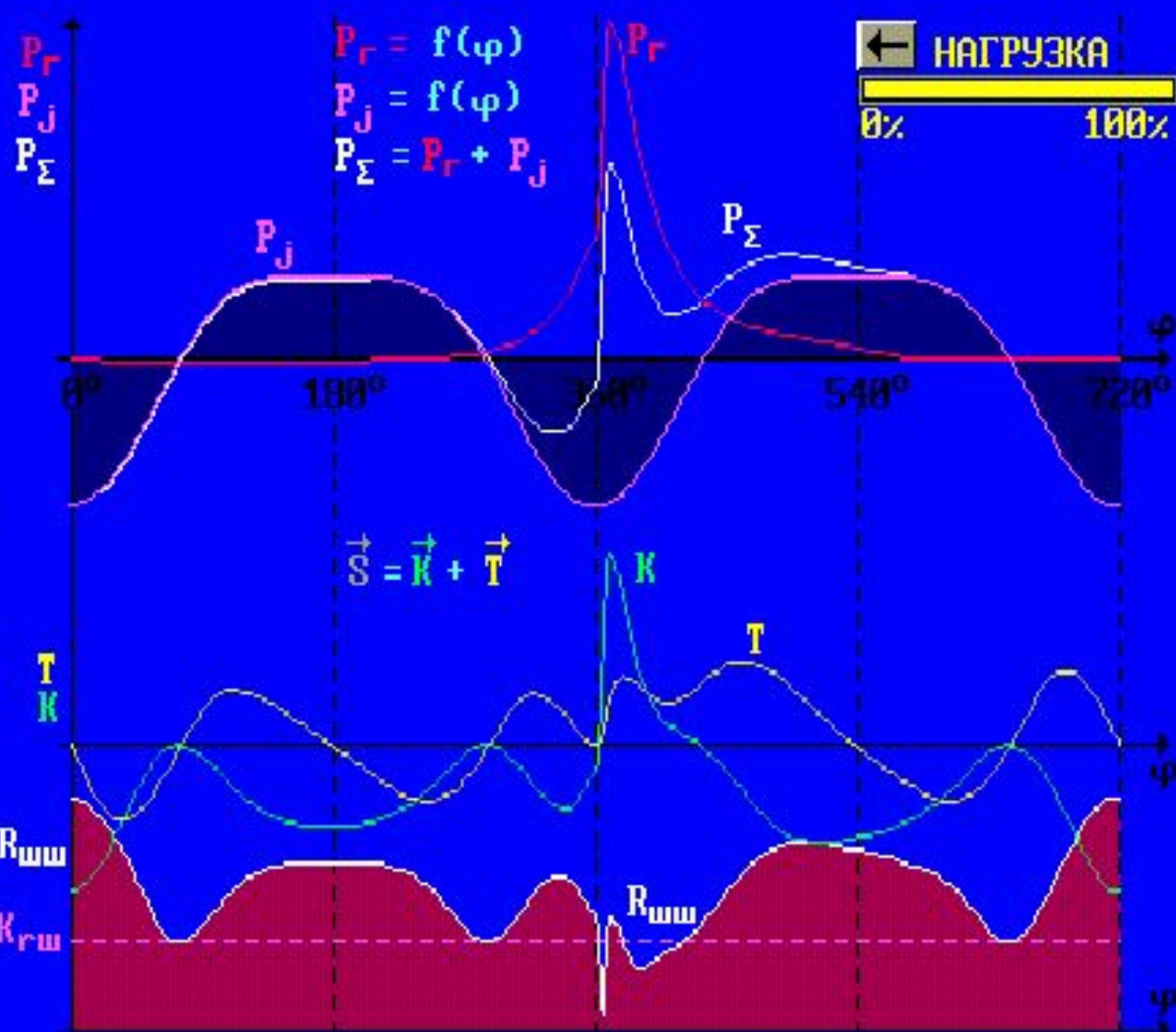
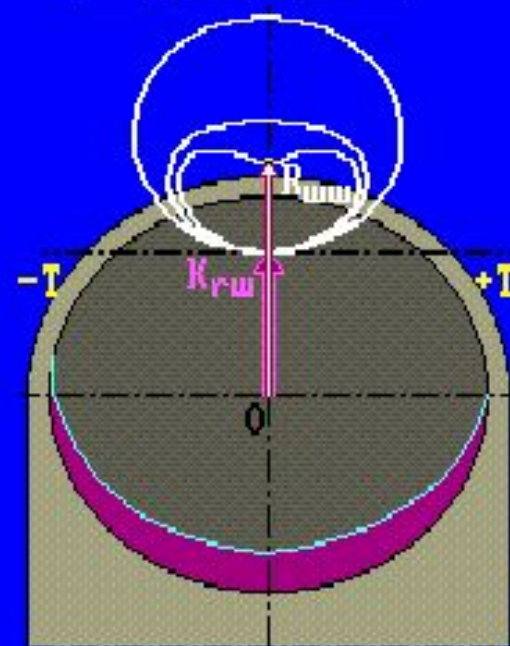


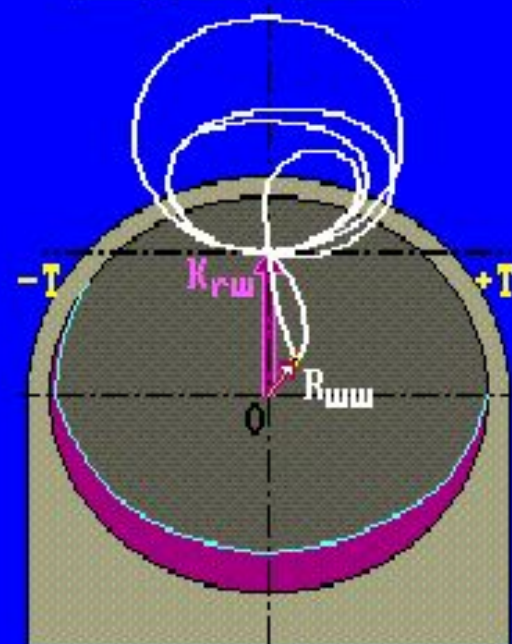
Диаграмма износа шатунной шейки



$$\vec{R}_{шш} = \vec{K}_{рш} + \vec{S} \quad +K$$

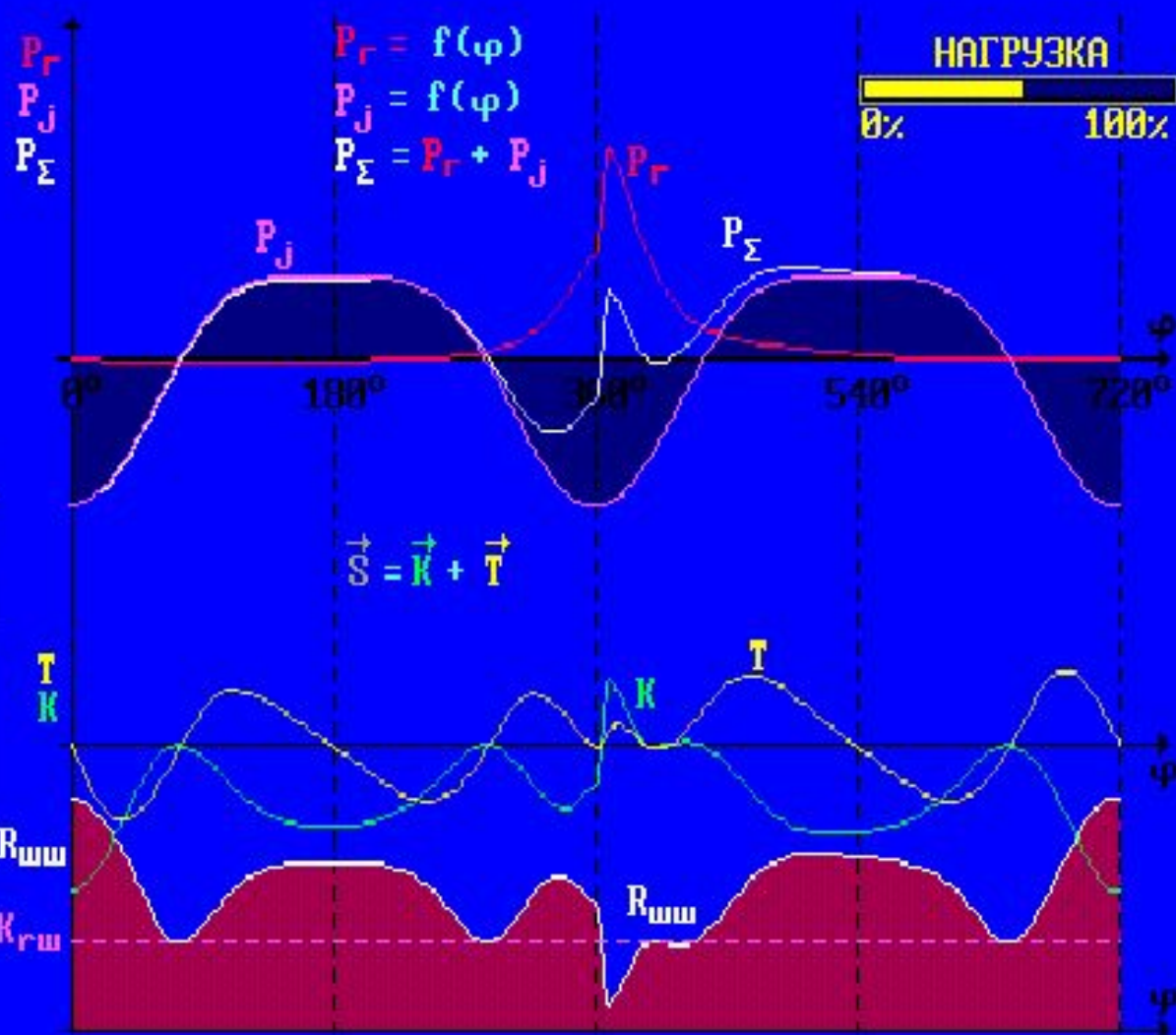


Диаграмма износа шатунной шейки

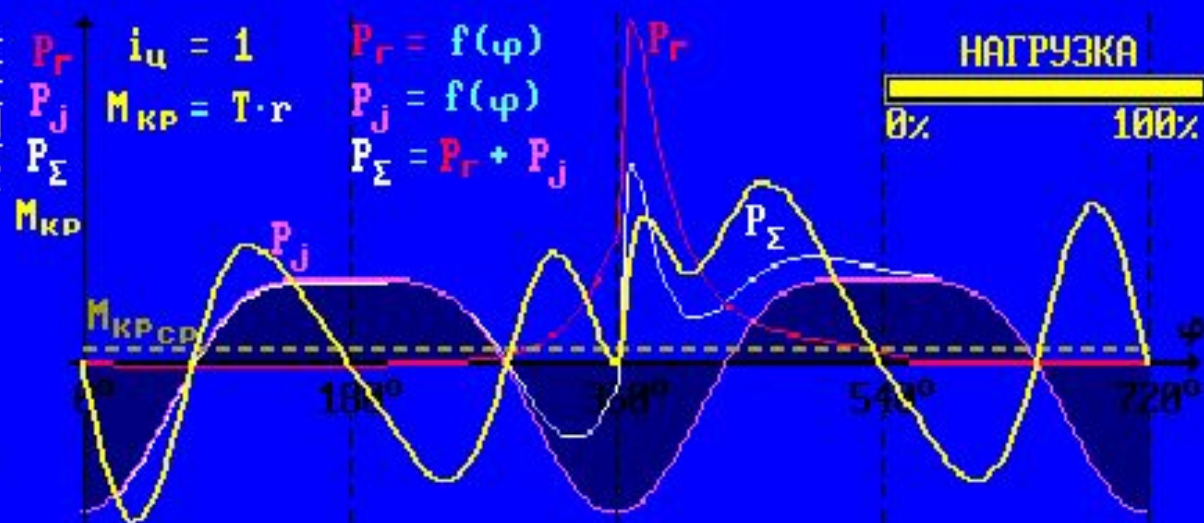


$$\vec{R}_{shsh} = \vec{K}_{rsh} + \vec{S}$$

+K

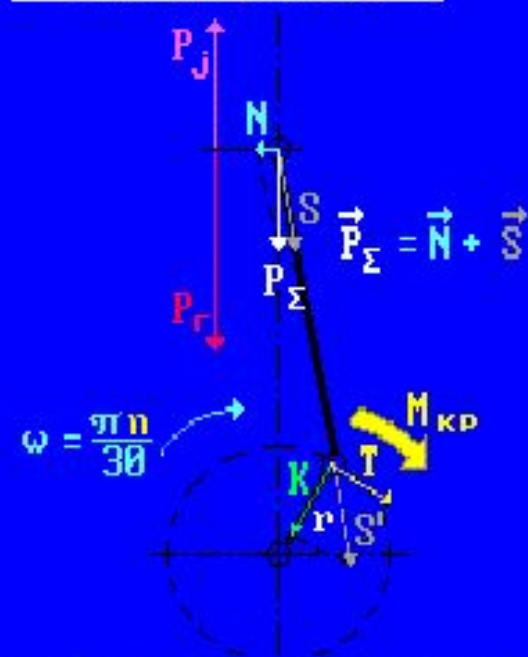
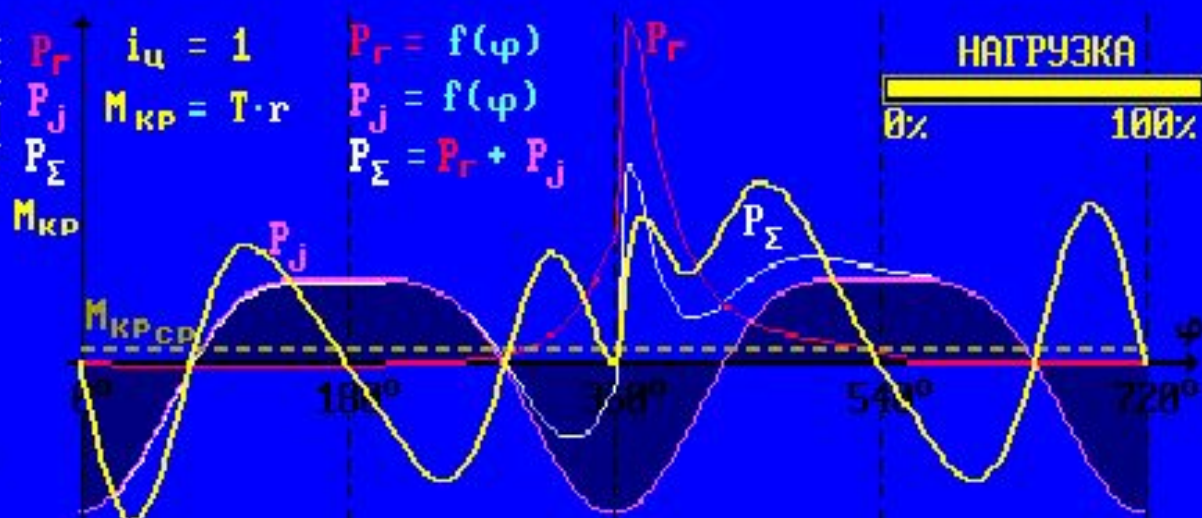


Влияние изменения индикаторной диаграммы на динамические нагрузки в КШМ при заданной частоте вращения коленчатого вала



Действие силы S на кривошип: сила K сжимает-растягивает кривошип, а сила T создает крутящий момент $M_{кр} = T \cdot r$.

Влияние изменения индикаторной диаграммы на динамические нагрузки в КШМ при заданной частоте вращения коленчатого вала



Действие силы S на кривошип: сила K сжимает-растягивает кривошип, а сила T создает крутящий момент $M_{кр} = T \cdot r$.

Суммарный момент, передаваемый двигателем потребителю для любого угла поворота кривошипа коленчатого вала φ равен

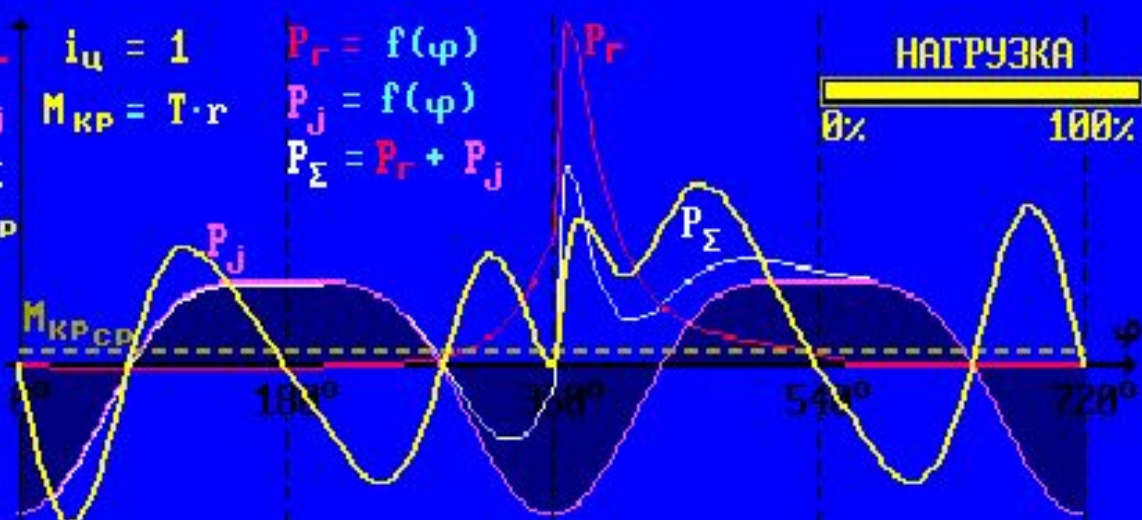
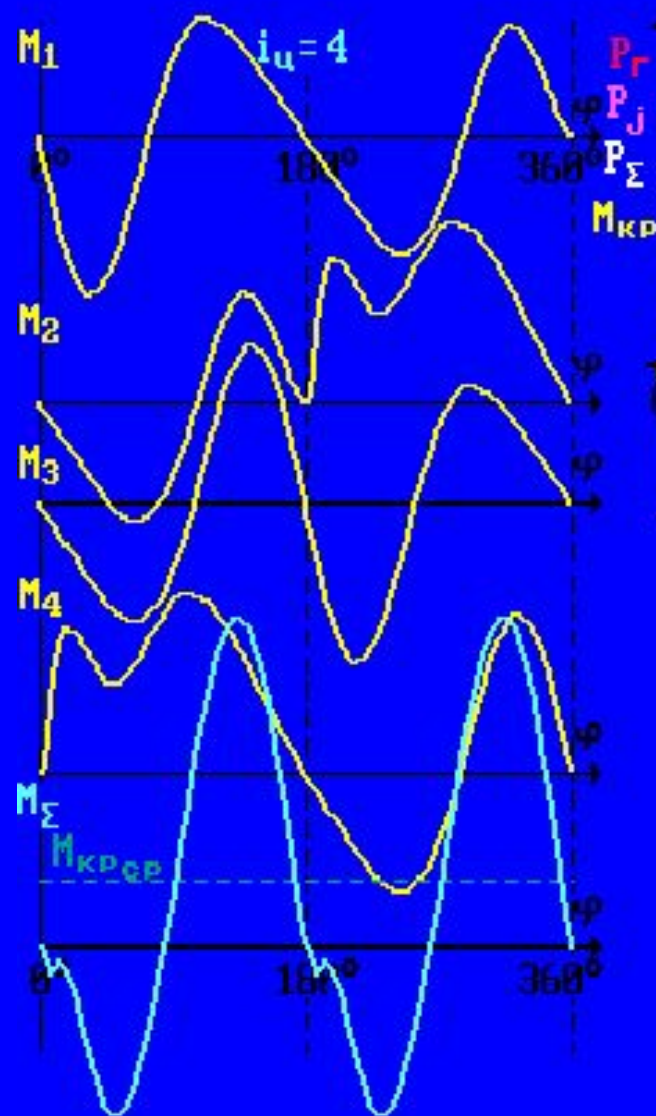
$$M_{\Sigma}(\varphi) = \sum_{k=1}^{k=i_{ц}} M_k(\varphi)$$

$i_{ц}$ – число цилиндров;

M_k – крутящий момент k -го цилиндра.

Для четырехцилиндрового двигателя с порядком работы 1 – 3 – 4 – 2:

$$M_{\Sigma}(\varphi) = \sum_{k=1}^{k=4} M_k(\varphi)$$



Суммарный момент, передаваемый двигателем потребителю для любого угла поворота кривошипа коленчатого вала φ равен

$$M_\Sigma(\varphi) = \sum_{k=1}^{k=i_u} M_k(\varphi)$$

i_u – число цилиндров;

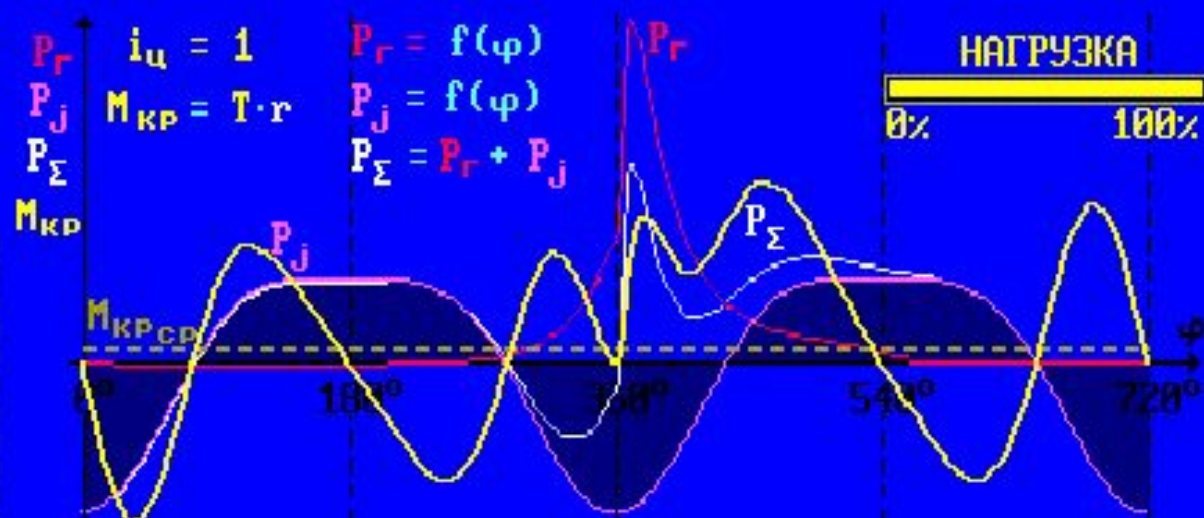
M_k – крутящий момент k -го цилиндра.

Для четырехцилиндрового двигателя с порядком работы 1 – 3 – 4 – 2:

$$M_\Sigma(\varphi) = \sum_{k=1}^{k=4} M_k(\varphi)$$

Крутящий момент (M_{Σ}) на двигателях с различным числом цилиндров ($i_{\text{ц}}$)

$$M_{\Sigma}(\varphi) = \sum_{k=1}^{k=i_{\text{ц}}} M_k(\varphi)$$



Суммарный момент, передаваемый двигателем потребителю для любого угла поворота кривошипа коленчатого вала φ равен

$$M_{\Sigma}(\varphi) = \sum_{k=1}^{k=i_{\text{ц}}} M_k(\varphi)$$

$i_{\text{ц}}$ – число цилиндров;

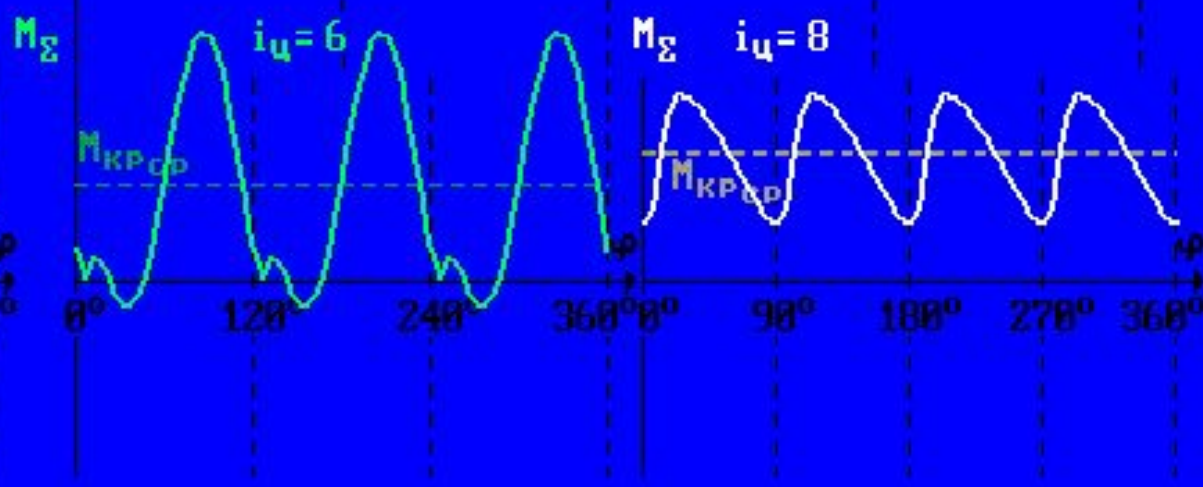
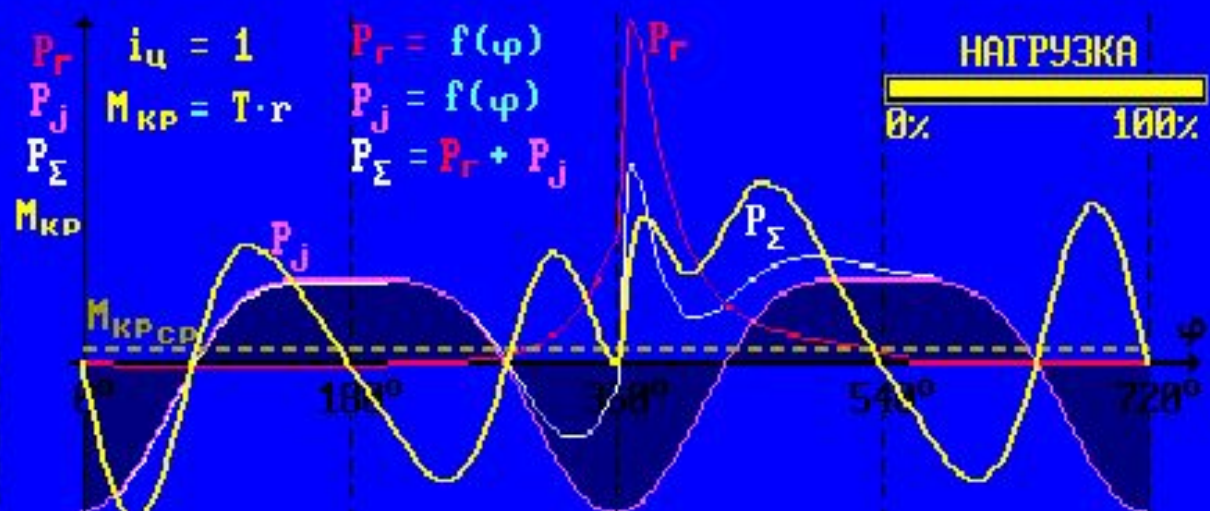
M_k – крутящий момент k -го цилиндра.

Для четырехцилиндрового двигателя с порядком работы 1 – 3 – 4 – 2:

$$M_{\Sigma}(\varphi) = \sum_{k=1}^{k=4} M_k(\varphi)$$

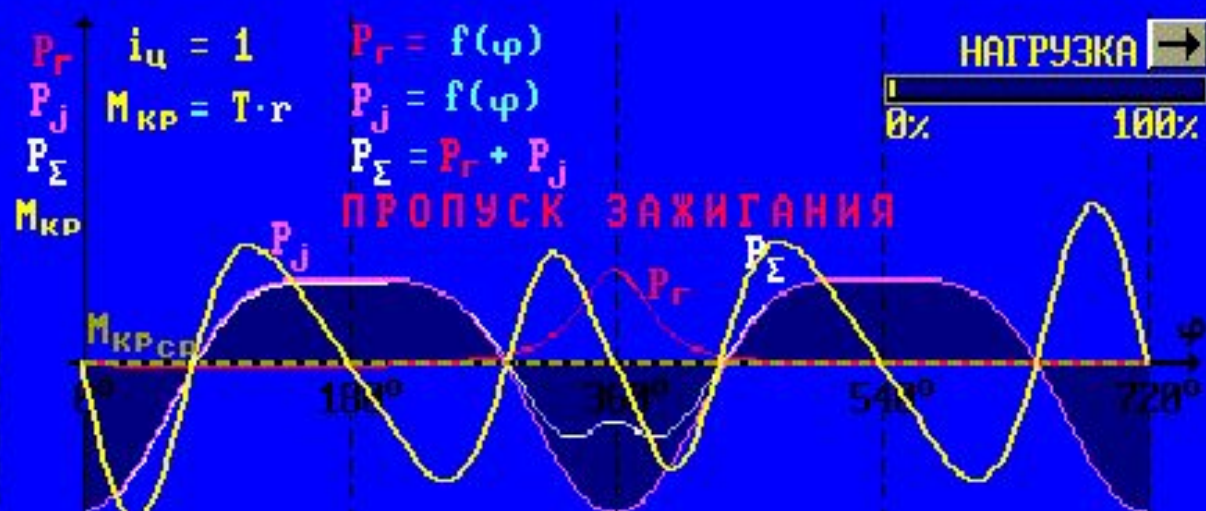
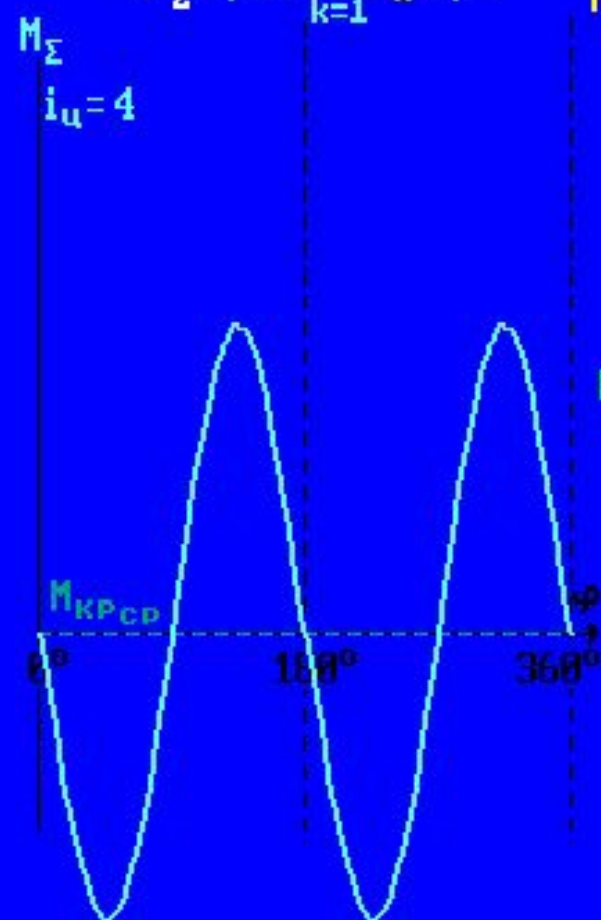
Крутящий момент (M_Σ) на двигателях с различным числом цилиндров (i_u)

$$M_\Sigma(\varphi) = \sum_{k=1}^{k=i_u} M_k(\varphi)$$



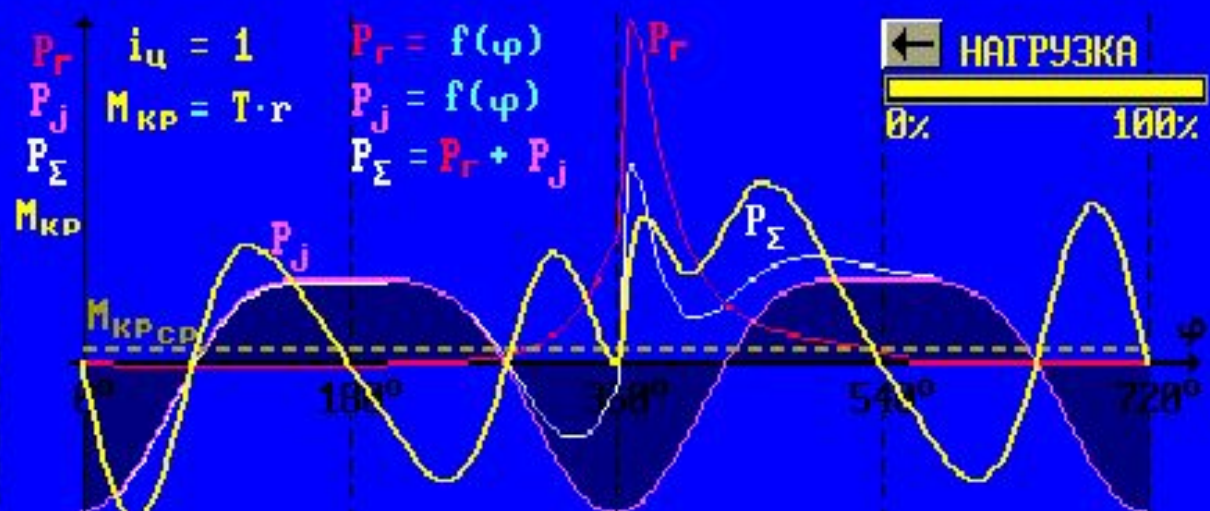
Крутящий момент (M_Σ) на двигателях с различным числом цилиндров (i_u)

$$M_\Sigma(\varphi) = \sum_{k=1}^{k=i_u} M_k(\varphi)$$



Крутящий момент (M_Σ) на двигателях с различным числом цилиндров (i_u)

$$M_\Sigma(\varphi) = \sum_{k=1}^{k=i_u} M_k(\varphi)$$



Крутящий момент (M_Σ) на двигателях с различным числом цилиндров (i_Σ)

$$M_\Sigma(\varphi) = \sum_{k=1}^{i_\Sigma} M_k(\varphi)$$

