Tato Příloha **442** je součástí článku 34. Oběh Stirlingova motoru, http://www.transformacni-technologie.cz/obeh-stirlingova-motoru.html.

Rovnice pro minimální a maximální velikost redukovaného objemu Stirlingova motoru

$\frac{dV_{red}}{d\varphi}$:

$V_{red}=V_{TV}+\tau\cdot V_{SV}+V_{TM}+\tau\cdot V_{SM}+\tau_R\cdot V_R$, [34. id437]

$V_{TV}=S_T\left[l+r-\sqrt{l^2-r^2\cdot\sin^2(\varphi)}-r\cdot\cos(\varphi)\right]$, [34. id440]

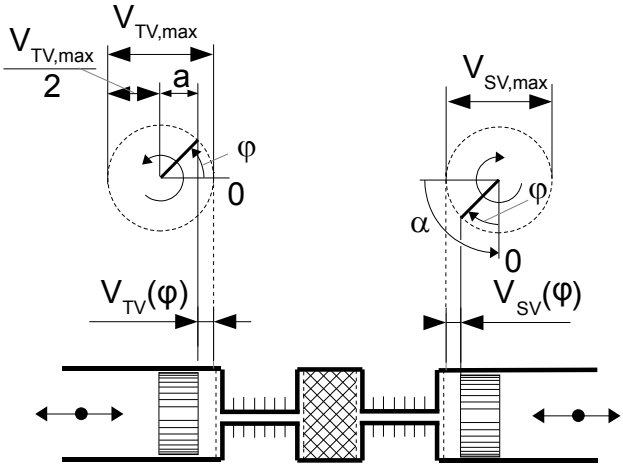
$V_{SV}=S_T\left[l+r-\sqrt{l^2-r^2\cdot\sin^2(\varphi-\alpha)}-r\cdot\cos(\varphi-\alpha)\right]$, [34. id440]

$$\frac{dV_{red}}{d\varphi}=\frac{dV_{TV}}{d\varphi}+\tau\frac{dV_{SV}}{d\varphi},$$

$$\frac{dV_{TV}}{d\varphi}=\frac{1}{2}\left[l^2-r^2\cdot\sin^2(\varphi)\right]^{-\frac{1}{2}}(-2)r^2\cdot\sin(\varphi)\cos(\varphi)+r\cdot\sin(\varphi),$$

$$\frac{dV_{SV}}{d\varphi}=\frac{1}{2}\left[l^2-r^2\cdot\sin^2(\varphi-\alpha)\right]^{-\frac{1}{2}}(-2)r^2\cdot\sin(\varphi-\alpha)\cdot\cos(\varphi-\alpha)+$$
$$+r\cdot\sin(\varphi-\alpha).$$

Přibližná hodnota pootočení hřídele pro $V_{red,min}$ respektive $V_{red,max}$ se stanoví pro předpoklad nekonečně dlouhé ojnice následovně:



Výpočet změny objemu válce pro případ nekonečně dlouhé ojnice.

Objem válce na teplé straně

$$V_{TV}=V_{TV,max}-\left(\frac{V_{TV,max}}{2}+a\right),$$

$V_{TV,max}=S_T\cdot 2\cdot r$ [34. id439]

$$\cos\varphi=\frac{a}{\frac{V_{TV,max}}{2}}\Rightarrow a=\frac{V_{TV,max}}{2}\cos\varphi,$$

$$V_{TV}=V_{TV,max}-\left(\frac{V_{TV,max}}{2}+\frac{V_{TV,max}}{2}\cos\varphi\right)=\frac{1}{2}V_{TV,max}(1-\cos\varphi)$$

Stejný postup lze aplikovat i pro výpočet objemu válce na studené straně s tím, že pohyb pístu na studené straně opožděn o úhel α. To znamená, že místo proměnné φ bude vystupovat φ-α:

$$V_{SV}=V_{SV,max}-\left(\frac{V_{SV,max}}{2}+\frac{V_{SV,max}}{2}\cos(\varphi-\alpha)\right)=$$

$$=\frac{1}{2}V_{SV,max}(1-\cos(\varphi-\alpha)).$$

$V_{SV,max}=S_S\cdot 2\cdot r$, [34. id439]

Poměr mezi maximální objemem válce na studené a teplé straně:

$$\frac{V_{SV,max}}{V_{TV,max}}=\frac{S_S}{S_T}=k_1$$

$$V_{SV}=\frac{1}{2}V_{TV,max}\frac{S_S}{S_T}[1-\cos(\varphi-\alpha)].$$

Redukovaný objem:

$$V_{red}=\frac{1}{2}V_{TV,max}(1-\cos\varphi)+\tau\frac{1}{2}V_{TV,max}\frac{S_S}{S_T}[1-\cos(\varphi-\alpha)]+V_{M,red}$$

$V_{M,red}=V_{TM}+\tau\cdot V_{SM}+\tau_R\cdot V_R$, pro zjednodušení zápisu

$$V_{red}=\frac{V_{TV,max}}{2}\left(1-\cos\varphi+\tau\cdot k_1-\tau\cdot k_1\cos(\varphi-\alpha)+2\cdot k_2\cdot V_{M,red}\right),$$

$$k_2=\frac{V_{M,red}}{V_{TV,max}},$$

$$V_{red}=\frac{V_{TV,max}}{2}\left(1+\tau\cdot k_1+2\cdot k_2\cdot V_{M,red}-\cos\varphi-\right.$$

$$\left.-\tau\cdot k_1\cos\varphi\cdot\cos\alpha-\tau\cdot k_1\sin\varphi\cdot\sin\alpha\right)=$$

$$=\frac{1}{2}V_{TVmax}\left(A-\left[\left(1+\tau\cdot k_1\cos\alpha\right)\cos\varphi+\tau\cdot k_1\sin\varphi\cdot\sin\alpha\right]\right) \qquad \text{(a)},$$

$$A=1+\tau\cdot k_1+2\cdot k_2\cdot V_{M,red}.$$

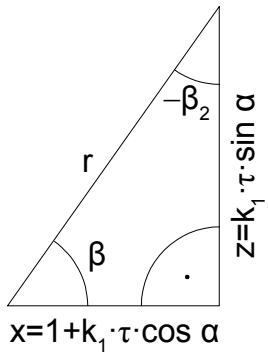
Přičemž pro pravoúhlý trojúhelník platí:

$$x = r \cdot \cos\beta\,,\quad z = r \cdot \sin\beta\,,\quad \tan\beta = \frac{z}{x}\,,\quad r^2 = x^2 + z^2\,,$$

$$\sqrt{r^2}\cos(\varphi - \beta) = x \cdot \cos\varphi + z \cdot \sin\varphi\,,$$

$$x = 1 + k_1 \cdot \tau \cdot \cos\alpha\,,\quad z = k_1 \cdot \tau \cdot \sin\alpha\,,$$

$$\beta = \arctan\left(\frac{z}{x}\right) = \mathrm{arctg}\left(\frac{k_1 \cdot \tau \cdot \sin\alpha}{1 + k_1 \cdot \tau \cdot \cos\alpha}\right).$$



Odtud rovnici úprava rovnice *(a)*:

$$V_{red} = \frac{1}{2} V_{TVmax}\left(A + B \cdot \cos(\varphi - \beta)\right) \quad \text{(b)},$$

$$B = -\sqrt{x^2 + z^2}\,,$$

$$x = 1 + \tau \cdot k_1 \cos\alpha\,,$$

$$z = \tau \cdot k_1 \cdot \sin\alpha\,,$$

$$\beta = \arctan\left(\frac{z}{x}\right) = \mathrm{arctg}\left(\frac{\tau \cdot k_1 \cdot \sin\alpha}{1 + \tau \cdot k_1 \cos\alpha}\right).$$

Extrémy V_{red}:

$$V_{red,\,min} = \frac{1}{2} V_{TVmax}(A + B): \qquad \varphi_{min} = \beta = \mathrm{arctg}\left(\frac{\tau \frac{S_S}{S_T} \cdot \sin\alpha}{1 + \tau \frac{S_S}{S_T} \cos\alpha}\right),$$

$$V_{red,\,max} = \frac{1}{2} V_{TVmax}(A - B):$$

$$\varphi_{max} = \beta + \pi = \mathrm{arctg}\left(\frac{\tau \frac{S_S}{S_T} \cdot \sin\alpha}{1 + \tau \frac{S_S}{S_T} \cos\alpha}\right) + \pi\,.$$