

Příloha 347 článku [31. Základní rovnice klikového mechanismu parního motoru](http://www.transformacni-technologie.cz/31.html),
<http://www.transformacni-technologie.cz/31.html>.

Odvození rovnic pro výpočet sil působící na mechanismus zalomeného hřídele

Výsledná síla působící na píst je součtem síly působící od tlaku páry v horní a dolní části pístu:

$$F_p = F_H - F_D + F_s$$

F_p [N] výsledná síla působící na píst od tlaku páry, kladný smysl je na [31.346] ve směru k dolní úvrati,

F_H [N] výsledná síla působící na píst od tlaku páry v horní komoře,

F_D [N] výsledná síla působící na píst od tlaku páry v dolní komoře,

F_s [N] setrvačná síla posuvných hmot, které jsou v propojeny mechanicky s pohybem pístu.

Síla působící od tlaku v horní komoře na píst:

$$F_H = A_p \cdot p_H$$

A_p [m²] průřez válce,

p_H [Pa] tlak páry v horní komoře (odečteno z p-V diagramu).

$$A_p = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

D [m] Průměr válce.

Při výpočtu síly působící na píst od tlaku ve spodní komoře je nutné odečíst od průřezu válce průřez pístní tyče, protože na tento průřez působí pouze atmosférický tlak:

$$F_D = (A_p - A_T) p_D + A_T \cdot p_{at}$$

A_T [m²] průřez pístní tyče; p_D [Pa] tlak páry v dolní komoře (odečteno z p-V diagramu); p_{at} [Pa] tlak atmosférický (skříň zalomené hřídele).

$$A_T = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

d [m] průměr pístní tyče.

Setrvačná síla od posuvných hmot je podle Newtonova zákona rovna:

$$F_s = -k \cdot m$$

k [m·s⁻²] zrychlení pístu (hmot spojených s pístem); m [kg] hmotnost posuvných hmot, které jsou v propojeny mechanicky s pohybem pístu.

Zrychlení pístu se vypočte derivací rychlosti pístu podle času:

$$k = \frac{dw}{dt}$$

w [m·s⁻¹] rychlost pístu.

Rychlost pístu se vypočte derivací polohy pístu v závislosti na čase:

$$w = \frac{dL}{dt}$$

Poloha viz. [31.559]:

$$L = l + R - a = l + R - \sqrt{l^2 - d^2} - R \cdot \cos \varphi = \\ = l + R - \sqrt{l^2 - R^2 \cdot \sin^2 \varphi} - r \cdot \cos \varphi$$

Pro konstantní otáčky bude pootočení hřídele v závislosti na čase a úhlové rychlosti otáčení:

$$\varphi = \omega \cdot t$$

ω [rad·s⁻¹] úhlová rychlost otáčení hřídele.

Úhlová rychlost se vypočte z

jmenovitých otáček hřídele:

$$\omega = 2\pi \cdot n$$

n [s⁻¹] jmenovité otáčky hřídele.

$$L = l + R - \sqrt{l^2 - R^2 \cdot \sin^2(\omega \cdot t)} - R \cdot \cos(\omega \cdot t) .$$

Dále odvození podle [1, s. 156]:

$$k = \omega^2 \cdot R \left[\cos \varphi + \frac{R}{l} \cos 2 \cdot \varphi \right] \text{ nebo úplné}$$

bez zanedbání některých výrazů:

$$k = -R^4 \cdot \omega^2 \cdot [l^2 - R^2 \cdot \sin^2(\omega \cdot t)]^{-\frac{3}{2}} \sin^2(\omega \cdot t) \cdot \\ \cdot \cos^2(\omega \cdot t) + R^2 \cdot \omega^2 \cdot [l^2 - R^2 \cdot \sin^2(\omega \cdot t)]^{-\frac{1}{2}} \cdot \\ \cdot [1 - 2 \cdot \sin^2(\omega \cdot t)] + \omega^2 \cdot R \cdot \cos(\omega \cdot t) .$$

Odkazy

1. KLÁG, J. *Parní stroje a turbíny*, Vydavatelstvo ROH-práce-vydavatelství knih, 1952.