

přičíst ještě výška parního kanálu z , protože otevření kanálu probíhá z vrchu.

Stejným postupem lze sestavit a odečíst potřebnou délku plochy šoupátka t_D .

Vlivem délky ojnice budou budou totíž délky t_H a t_D různé (pro nekonečně dlouhou ojnici šoupátka by byly stejné), viz *Úloha 568*.

Úloha 568

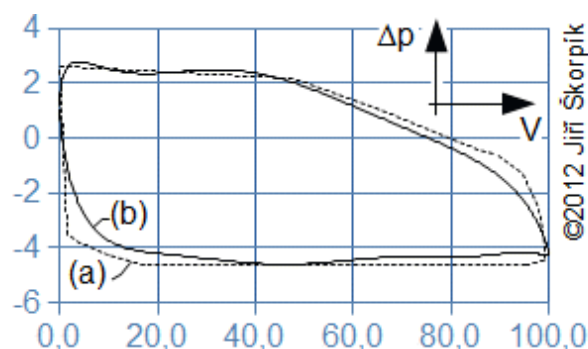
Navrhněte rozměry šoupátka dvojčinného pístového parního motoru s jedním válcovým šoupátkem. Excentricita šoupátka je 27 mm , délka ojnice šoupátka je 133 mm . Poloměr kliky pístu je 33 mm a délka jeho ojnice je 133 mm . Ostatní parametry, včetně p-V diagramu, převezměte z *Úlohy 573* uvedené v kapitole 29. Vnitřní výkon pístového parního motoru. Řešení úlohy je uvedeno v *Příloze 568*, s. 6.

Pokud některé rozměry vychází konstrukčně nebo termodynamicky nevhodně je potřeba změnit vstupní údaje (excentricitu e , úhlové zpoždění pohybu šoupátka za pohybem pístu δ nebo průměr šoupátka, jestliže výšky parních kanálů z vychází příliš malé). Popřípadě je nutné změnit i termodynamický návrh motoru, především rozvodové okamžiky v p-V diagramu. Při konstantním δ lze rozvodové okamžiky měnit i změnou délkových rozměrů šoupátka t_H , t_D a l''_S . U motoru s jedním šoupátkem se například prodlužováním t_H a t_D budou zvětšovat objemy V_{III} a V_{IV} a naopak. Zvětšovat objem V_I a V_{IV} lze zvětšováním délky l''_S při konstantním l_S apod.

• • •

Kontrola rozměrů a seřízení šoupátka pomocí indikátorového diagramu

Ověření funkce šoupátka a odhalení jeho chybného návrhu lze z indikátorového diagramu motoru (naměřený p-V diagram motoru). Přičemž stačí znát pouze tvar tohoto diagramu bez záznamu skutečného tlaku a objemu, viz *Obrázek 863*. Špatná funkce šoupátka je na takovém diagramu prozrazena rozdíly (deformacemi) mezi navrhovaným tvarem p-V diagramu a skutečně indikovaným. Ze zkušeností předchozích porovnání existují popisy tvarů p-V diagramu parních motorů, na kterých je ukázán vliv nejčastějších vad šoupátka. Takové porovnávací p-V diagramy s popisem důsledků těchto vad jsou uvedeny např. v [3, s. 23], [1, s. 109].



863 Porovnání tvaru navrhovaného p-V diagramu s indikátorovým diagramem

(a) navrhovaný p-V diagram; (b) indikátorový p-V diagram. Δp [bar] naměřený rozdíl tlaků ve válci; V [%] objem válce.

• • •

Odkazy

[1] MILLER, Rudolf, HOCHRÄNER, A., LÖHNER, K., PETERMANN, H. *Energietechnik und Kraftmaschinen*, 1972. Hamburg: Rowohlt taschenbuch verlag GmbH, ISBN 3-499-19042-7.

[2] KLÁG, Josef. *Parní stroje a turbíny-Obsluha a provoz*, 1952. 1. vydání. Praha: ROH-práce-vydavatelství knih.

[3] RODA, Antonín. *Parní motory*, 1948. 1. vydání. Praha: Státní nakladatelství v Praze.

Bibliografická citace článku

ŠKORPÍK, Jiří. Vyšetření pohybu a rozměrů šoupátka, *Transformační technologie*, 2010-06, [last updated 2020-04]. Brno: Jiří Škorpík, [online] pokračující zdroj, ISSN 1804-8293. Dostupné z <https://www.transformacni-technologie.cz/30.html>.

Přílohy

557

Odvození rovnic pro polohu šoupátka vzhledem k jeho střední poloze

Odvození má dvě části: **1.** Odvození jeho rovnice pro jeho polohu od střední polohy jako funkce pootočení hřídele pístu; **2.** odvození rovnice pro úhlové zpoždění pohybu šoupátka za pohybem pístu δ .

1/2. Z obrázku [30.555] je patrné, že vzdálenost šoupátka od jeho horní úvrati lze vypočítat takto:

$$y_{\max} - y = a_{s, \max} - a_s,$$

$$y_{\max} = e; a_{s, \max} = o_s + e,$$

$$e - y = o_s + e - a_s$$

$$y = a_s - o_s.$$

$$a_s = b_s + c_s,$$

$$b_s = \sqrt{o_s^2 - d_s^2}; c_s = e \cdot \cos(\varphi - \delta).$$

$$d_s = e \cdot \sin(\varphi - \delta).$$

$$y = \sqrt{o_s^2 - [e \cdot \sin(\varphi - \delta)]^2} + e \cdot \cos(\varphi - \delta) - o_s.$$

2/2. Pro symetrický pohyb šoupátka popsaný [30.555] se pootočí hřídel při pohybu šoupátka z horní úvrati až k okamžiku *II* o úhel $\varphi_{II} - \delta$, který bude stejný jako pootočení hřídele mezi okamžikem *I* a horní úvrati šoupátka $\delta + (360 - \varphi_I)$ odtud:

$$\varphi_{II} - \delta = \delta + (360 - \varphi) \rightarrow \delta = \frac{\varphi_{II} + \varphi_I - 360}{2}.$$

Stejně tak platí, že od okamžiku *III* do své dolní úvrati se hřídel pístu otočí o úhel $180^\circ - (\varphi_{III} - \delta)$, který musí být stejný jako úhel, o který se otočí hřídel pístu při pohybu šoupátka z jeho dolní úvrati do okamžiku *IV*:

$$\pi - (\varphi_{III} - \delta) = (\varphi_{IV} - \delta) - \pi$$

$$2\pi - \varphi_{III} + \delta = \varphi_{IV} - \delta$$

$$2\pi - \varphi_{III} - \varphi_{IV} = -2\delta$$

$$\delta = \frac{\varphi_{III} + \varphi_{IV} - 2\pi}{2}.$$

568

Řešení úlohy

Zadané parametry úlohy jsou:

$$e = 27 \text{ mm}; o_s = 133 \text{ mm}; r = 33 \text{ mm};$$

$$o = 133 \text{ mm}.$$

Veškeré rozměry jsou značeny stejně jako na obrázku [30.556] a [30.555].

Postupovat při návrhu rozměrů šoupátka můžeme následovně: **1.** Stanovení souřadnic rozvodových okamžiků pro horní stranu šoupátka; **2.** stanovení souřadnic rozvodových okamžiků pro dolní stranu šoupátka; **3.** Porovnání skutečných souřadnic rozvodových okamžiků s navrženými v p-V diagramu; **4.** Výpočet výšky parních kanálů z ; **5.** Výpočet délky plochy šoupátka t_H ; **6.** Výpočet délky plochy šoupátka t_D ; **7.** stanovení celkové délky šoupátka x_S ; **8.** výpočet pomocné délky Δ , abychom znali minimální hloubku šoupátkového pouzdra.

1/8. Souřadnice rozvodových okamžiků lze stanovit podle vzorce [30.557]. Nejprve stanovíme souřadnice r. okamžiku *I* atd.

$$y_I = \sqrt{o_s^2 - e^2 \cdot \sin^2(\varphi_I - \delta)} + e \cdot \cos(\varphi_I - \delta) - o_s,$$

$$\delta = \frac{\varphi_I + \varphi_{II} - 360}{2} = \frac{\varphi_{III} + \varphi_{IV} - 360}{2} \quad (a),$$

$$\delta = 46,6939^\circ \quad [29.573].$$

Pootočení hřídele φ_I lze určit z polohy pístu v okamžiku *I* podle rovnice