

Technická fakulta ČZU Praha

Autor: **Martin Kábelka**

Semestr: **letní 2007**

Levný Stirlingův motor

Popis

Motor se skládá z dlouhého válce, v němž se s velkou vůlí pohybuje lehké duté uzavřené těleso, tzv. přeháněč. Jedna strana tohoto válce je ohřívána ohněm, druhá je chlazená vodou. Ve válci je uzavřeno jisté množství vzduchu (plynu). Na počátku cyklu má stejný tlak jako okolní vzduch. Nyní přesuneme přeháněč uvnitř válce směrem doprava. Téměř veškerý vzduch ve válci obteče přeháněč a nashromáždí se vlevo. Protože je tato část válce vyhřívána, ohřeje se i vzduch. Vzduch má snahu se rozpínat. Tím se zvýší jeho tlak. Vzduch o tomto vyšším tlaku je potrubím veden do pracovního válce, kde tlačí na píst a přes klikový mechanismus roztáčí setrvačnick. Tím koná práci. Jenže na stejnou kliku je napojena ojnice pohybující přeháněčem. Ještě dříve, než píst pracovního válce dokončí zdvih a ocitne se ve spodní úvratí, přesune se přeháněč v ležatém válci vlevo. Tím odtud vytlačí horký vzduch. Ten obteče přeháněč doprava do studené části válce. Tam se ochladí, jeho tlak výrazně poklesne i pod úroveň okolního atmosferického tlaku. V celém válci nastane podtlak. Podtlak se potrubím přenese i do pracovního válce a nasaje píst zpět do válce. Tím se ovšem opět koná práce a roztáčí setrvačnick. Jeden pracovní cyklus je dokončen. Setrvačnick se však otáčí dál a přesouvá přeháněč opět doprava. Tím se studený vzduch dostává opět vlevo do ohřáté komory, ohřeje se a zvýší svůj tlak. To se stále periodicky opakuje a motor se trvale otáčí.

Cílem projektu je udělat motor co nejjednodušší, tím pádem i nejlevnější. Rozhodl jsem se využít tepla při vytápění rodinného domu v zimě. Teplo z krbu proudí komínem do ovzduší. Proto by část motoru měla být zabudována v komínové šachtě, co nejbližší nad ohništěm. Komínová šachta by samozřejmě potřebovala úpravy!!!

Chlazení druhé části motoru bude prováděno v kotli s vodou, která bude proudit a nebo bude v kotli o určitém objemu vyměňována po dosažení určité teploty za jinou. Využití teplé vody je možné na vytápění zimní zahrady, ohřev bazénu, nebo i vody na koupání.

Schéma

Skládá se z ležatého válce, potrubí vedoucího mezi ležatým a pracovním válcem, pracovního válce a setrvačnicku.

Výpočty

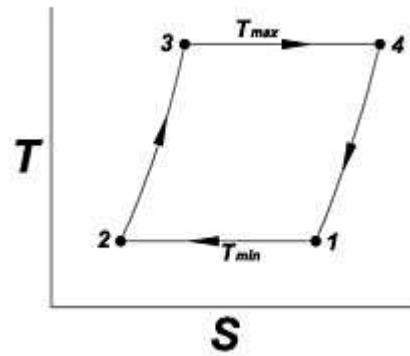
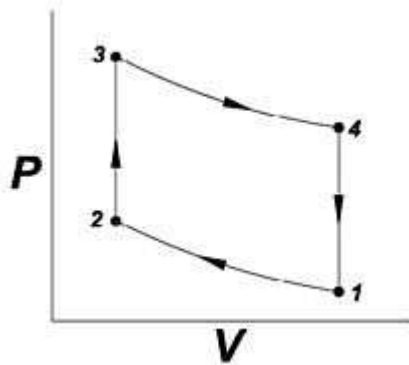
Výpočet účinnosti motoru

$$n := 0$$

$$T_{\max} := 650 \cdot K$$

$$T_{\min} := 350 \cdot K$$

$$\eta := 1 - \frac{T_{\min}}{T_{\max}} \quad n = 0.462$$



Ideální p-v a T-s diagram Stirlingova motoru

Výpočet objemu vzduchové výplně celého zařízení

$$r_1 := 0.145 \cdot m \quad V_1 := 0 \cdot L \quad l_1 := 0.9 \cdot m$$

$$r_2 := 0.016 \cdot m \quad V_2 := 0 \cdot L \quad l_2 := 1.8 \cdot m$$

$$r_3 := 0.13 \cdot m \quad V_3 := 0 \cdot L \quad l_3 := 0.34 \cdot m$$

$$V_4 := 0 \cdot L$$

$$V_5 := 0 \cdot L \quad x := \frac{4}{3}$$

$$\eta := 0 \cdot L$$

$$V1 := \pi \cdot r1^2 \cdot l1 \quad V1 = 59.447 \text{ L}$$

$$V2 := x \cdot \pi \cdot r1^3 \quad V2 = 12.77 \text{ L}$$

$$V3 := \pi \cdot r2^2 \cdot l2 \quad V3 = 1.448 \text{ L}$$

$$V4 := \pi \cdot r3^2 \cdot l3 \quad V4 = 18.052 \text{ L}$$

$$V5 := \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r3^3 \quad V5 = 9.203 \text{ L}$$

$$V := (V1 + V2 + V3) - (V4 + V5) \quad V = 46.41 \text{ L}$$

Objem tělesa je 46litru

Materiál pro konstrukci stirlingova motoru by měl být co možná nejvíce vodivý, proto zvolíme jako materiál pro zhotovení motoru kompromis mezi vodivostí a cenou což by měla splňovat šedá litina, ale vzhledem k váze stroje a tlakům uvnitř, bude zapotřebí použít pružnější materiálu- OCEL 17 020.4

výpočet váhy motoru s ohledem na zvolený materiál bez pístů, ojnic a zařízení k němu přidaných

$$r5 := 0.15 \cdot \text{m} \quad l4 := 0.9 \cdot \text{m} \quad \rho := 7750 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$r6 := 0.020 \cdot \text{m} \quad l5 := 1.8 \cdot \text{m}$$

$$VA := 0 \cdot \text{L} \quad m1 := 0 \cdot \text{kg}$$

$$VB := 0 \cdot \text{L} \quad VC := 0 \cdot \text{L}$$

$$VA := (\pi \cdot r5^2 \cdot l4) - (\pi \cdot r1^2 \cdot l4) + (\pi \cdot r6^2 \cdot l5) - (\pi \cdot r2^2 \cdot l5) \quad VA = 4.985 \text{ L}$$

$$VB := x \cdot \pi \cdot (r5^3) - x \cdot \pi \cdot (r1^3) \quad VB = 1.367 \text{ L}$$

$$m1 := VA \cdot \rho \quad m1 = 38.632 \text{ kg}$$

$$m2 := VB \cdot \rho \quad m2 = 10.595 \text{ kg}$$

$$m := m1 + m2 \quad m = 49.227 \text{ kg}$$

Váha konstrukce je 49,2kg

Závěr

cílem projektu bylo co nejefektivněji využít stirlingův motor. Bylo tedy využito odpadního tepla z komínové šachty, toto teplo se přemění na práci a opět jako odpadní teplo (teplá voda). Na klikový mechanismus je napojen setrvačnický který přes dynamo vyrábí el. proud pro osvětlení domu.

Literatura odkazy a zdroje

Kapesní dílenské tabulky - Janyš, Glanc
<http://mve.energetika.cz/uvod/stirling.htm>
<http://www.stirling.cz/stirlinguv-motor-tedom.html>

Závěr

Literatura odkazy a zdroje

Adresy webových stránek, použitá literatura