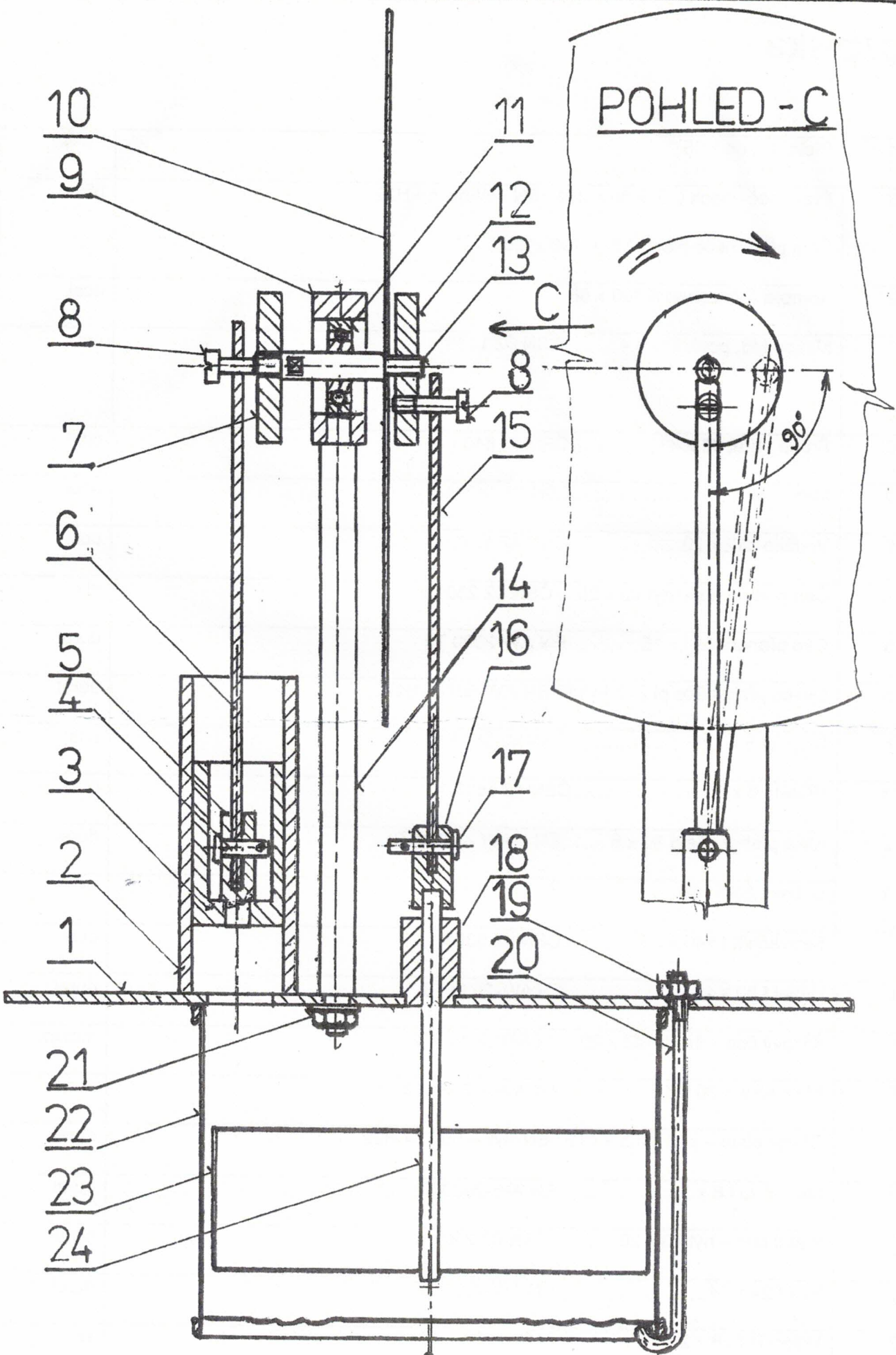


Návod k sestavení Stirlingova motoru

Instrukční manuál pro účastníky soutěže Vytvoř si svůj Stirlingův motor.

Autor: Jiří Toman



STIRLINGOV MOTOR

1:1

Rozpiska

| | | | |
|----|--|--------|---|
| 24 | Pístní tyč d4 x 85 | hliník | 1 |
| 23 | Přehaněč -plech 0,5 x 30 x 334 ..EN AW-5u754 H22 | hliník | 1 |
| | Čela přehaněče plech 0,5 x 100 x100 | | 2 |
| 22 | Komora (konzerva) d 100 x 66 | ocel | 1 |
| 21 | Matice M6, podložka 6,4ČSN 02 1403 | ocel | 1 |
| | | | 1 |
| 20 | Šroub . drát d3 x 83.ČSN 42 6403 | ocel | 6 |
| 19 | Matice M 3ČSN 02 1401 | ocel | 6 |
| 18 | Vodítko d12 x 20.ČSN 42 5510 | ocel | 1 |
| 17 | Čep přehaněče – nýt d3 x 20... ČSN 02 2301.8 | hliník | 1 |
| 16 | Oko přehaněče f x 16EN AW-2030 T3 | dural | 1 |
| 15 | Ojnice přehaněče pl 2x5,5x112 EN AW-5u754 H22 | dural | 1 |
| 14 | Stojan f 8 x 125..... ČSN 42 5510.1 | ocel | 1 |
| 13 | Hřídel f 6 x 34ČSN 42 5510.1 | ocel | 1 |
| 12 | Klika přehaněče d 30 x 5EN – AW – 2030 T3 | dural | 1 |
| 11 | Ložisko SKF 626 | – | 2 |
| 10 | Setrvačnick f 140 x 0,5ČSN 42 5301.1 | ocel | 1 |
| 9 | Náboj f 30 x 12EN AW-2030 T3 | dural | 1 |
| 8 | Klikový čep – šroub M3 x 20ČSN 02 1131.2 | mosaz | 2 |
| 7 | Klika pístu f 30 x 5EN AW – 2030 T3 | dural | 1 |
| 6 | Ojnice pístu – pl 2 x 5,5 x 112 ..EN-AW – 5u 754 H22 | dural | 1 |
| 5 | Oko pístu f 8 x 22.....EN AW-2030 T3 | dural | 1 |
| 4 | Pístní čep – nýt f 3 x 20ČSN 02 2301.8 | hliník | 1 |
| 3 | Píst f 24 x 34EN AW-2030 T3 | dural | 1 |
| 2 | Válec Tr f 28 x 2 x 65 | sklo | 1 |
| 1 | Zákl. deska 2x143x143EN AW-5u754 H22 | hliník | 1 |

Poznámky ke zhotovení Stirlingova motou

- Lepené spoje provádějte dvousložkovým epoxidovým lepidlem. Vhodné je např. QUICK, které snáší teplotu do 120°C
- Na hřídeli je dobré si pro manipulaci vypilovat proti sobě dvě plošky a z kousku plechu si vypilovat malý klíček #5.5 mm.
- Kvůli tuhému nastavení úhlu klik 90° je závit v klikách vyroben pouze 2. stupněm závitníku M5. Pokud tuhost nestačí, je dobré mezi pozici 12 a 10 vložit podložku.
- Pro různé nastavení zdvihů je dobré vyrobít několik děr se závity pro klikové čepy a nastavit vhodnou kombinaci.
- Drážky pro ojnice v poz. 5 a 16 proříznete pilou a vypilujete jehlovým pilníkem. Čepy pojistěte libovolně.
- Píst se pohybuje ve skleněném válci s malou vůlí, kterou vyplní olej.
- Komoru (konzervu) zabrušte pro těsnost jemným smirkovým papírem na rovné desce.
- Přeháněcí píst – obvod skružte na skružovačce, vůle mezi přeháněčem a komorou je asi 1 – 2 mm. Čela je možno vystříhnout i běžnými krejčovskými nůžkami. Díry svrtejte, lepte postupně.
- Díra ve vodítku je vystružena průměr 4 H8, pístní tyč se musí pohybovat s minimálním třením, je dotěsněna olejem.
- Mazání musí být dostatečné (7 mazaných míst!), na vodítko a píst je kvůli teplotě dobrý motorový olej.
- Setrvačnick musí být vystředěný. Kvůli měření otáček je vhodná nereflexní úprava jedné strany. Doporučuji vyvážení klikových mechanismů.
- Ložisko doporučuji zakápnout lepidlem – k náboji i ke hřídeli. (ke hřídeli až zcela nakonec).
- Dodržujte kolmost při výrobě a montáži.

Na činnost motorku mají vliv:

- Oba poloměry klik
- Délky ojnic
- Součinitelé tření – kvalita oleje
- Průměr a výška přeháněče (vůle mezi přeháněčem a stěnou komory)
- Vibrace – přesnost výroby, rozvažte vyvažování.
- Chlazení základové desky – rozvažte přestup tepla prouděním i sáláním.
- Ohřev komory – přestup tepla

Vodítko a pístní tyč přeháněče.

Vodítko je vrtáno a vystružováno na 4 mm h7 . Pístní tyč přeháněče jím volně prochází až po upravení jemným smirkovým papírem. Právě míra této úpravy ovlivní uniky tlaku z pracovní komory. Záleží na zvoleném mazivu, které zde plní i dotěsňující úlohu.

Další praktické rady a tipy pro výrobu

Vyvažování

Náš Stirlingův motorek má dva klikové mechanismy:

- 1) Nezkrácený – přehaněč, pístní tyč, vodítko, oko, ojnice a klikový čep.
- 2) Zkrácený – píst s okem, ojnice a klikový čep.

Na všechny součásti obou mechanismů působí tíha $G = mg$ a setrvačné síly. Setrvačné síly, vznikající změnou pohybu, se do určité míry vyvažují, ale dokonale je vyvážit není možno. V principu hmotnost krát zrychlení posouvajících se součástí (např. přehaněč, píst, tyč, oko + dvě třetiny ojnice) musí být v rovnováze s odstředivou silou protizávaží. Zájemci o tento způsob vyvážení by museli upravit tvar kliky. Více k výpočtům najdou ve školní knihovně v učebnici M. Julina – Mechanika III – Dynamika.

Pro ostatní je užitečné a nepřiliš náročné statické vyvážení motorku.

Princip: Tíha klikového mechanismu $G = mg$ působící na poloměru kliky r způsobuje moment síly, který musí být v rovnováze s momentem protizávaží o hmotnosti m_p , umístěného na poloměru R .

Tudíž musí platit :

$$1) m_N \times g \times r_1 = m_{p1} \times g \times R - \text{Nezkrácený kl. mech.}$$

$$2) m_z \times g \times r_2 = m_{p2} \times g \times R - \text{Zkrácený kl. mech.}$$

Jako protizávaží je možno výhodně použít šroubek M3x8, nebo M4x8 s matickou a potřebným množstvím podložek. Stačí jen přitáhnout okraj setrvačnicku mezi podložkami. (poloměr R) Toto uspořádání umožňuje libovolnou změnu.

Příklad:

Kdyby m_z bylo 26g a r_2 bylo 9mm a protizávaží m_{p2} bylo umístěno na poloměru $R = 75$ mm, potom platí, že $m_{p2} = (26 \times 9) / 75 = 3.12$ gramů.

Přesné hmotnosti mechanismů i protizávaží zvážíte jednoduše na digitální váze.

Druhá možnost je vyvážit přibližně oba mechanismy jedním menším neodymovým magnetem o rozměrech asi d 15 x 5mm.

Po doběhu se oba klikové čepy (které svírají úhel 90°) vlivem tíhy zastaví v dolní polovině jejich dráhy. Při několikerém opakování je poloha přibližně stejná. Magnet „přicvakneme“ na svislý poloměr na stranu odvrácenou od stojanu přibližně do poloviny poloměru a dále postupujeme pokusy – roztočit motorek třeba rukou a nechat zastavit. Zastavuje-li se závažíčko nahoře, zvětšujeme poloměr a naopak. Motorek je nejlépe vyvážen, jestliže je po zastavení poloha magnetu pokaždé jiná.

Přeji vám, aby váš motorek běhal hladce bez vibrací.