



Středoškolská technika 2011

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

Vyrob si svůj Stirlingův motor

Petr Knob, Lukáš Kaboň, Marián Adamus, Lukáš Urbanec, Vojtěch Čermák

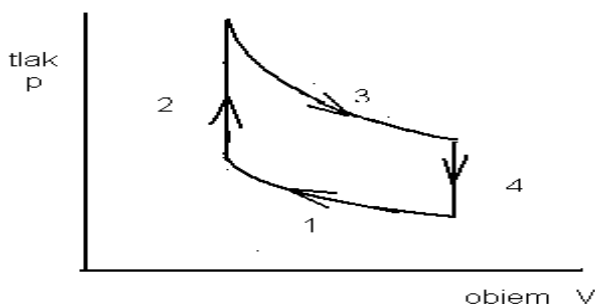
SPŠS Betlémská
Betlémská 4, Praha 1- Staré Město

Letos se na škole SPŠS Betlémská a následně v Národním technickém museu konal již 5. ročník soutěže konstruktérů Stirlingova motoru. Ač první tepelný motor využívající tento princip zkonstruoval Skot Robert Stirling v roce 1816, i dnes je tato soutěž nevšední, protože vzhledem k obtížné technické proveditelnosti výkonného pohonu téměř upadl v zapomnění.

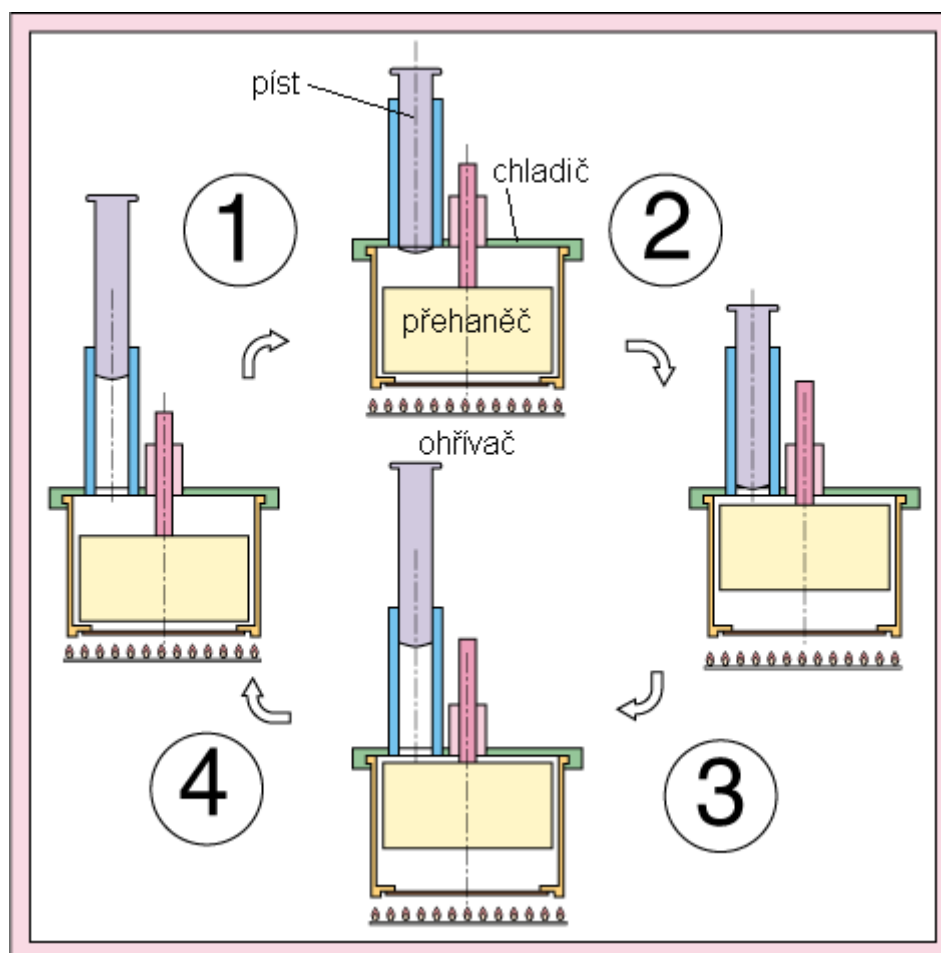
Proč tedy právě „stirling“? Odpověď zní asi takto: Motor má 4 hlavní výhody. V první řadě pracuje na jakémkoliv teplo dodávané z vnějšku (v praxi tedy nejvíce teplo vzniklé vnějším spalováním a teplo slunečních paprsků). Dále vysoká teoretická účinnost avšak ovlivněna konstrukčními možnostmi a poměrem teplot ohříváče a chladiče. Za třetí tu je čistota provozu a motoru, celý stroj je totiž uzavřený, pracuje nezávisle na okolním prostředí. Jelikož pohyblivé části motoru nemusí odolávat velkým zatížením a teplotám, významná je i jeho vysoká životnost. Tyto výhody ho předurčují například k tak nestandardnímu využití jako je pohon vesmírných družic, čehož si je NASA vědoma a princip Stirlingova motoru ve svých výzkumech právem využívá.

Krátce se nyní pokusím popsat princip Stirlingova motoru (viz obr. 1). Jedná se o tepelný motor. Pokud se přeháněč dostane do horní polohy, prakticky všechny plyn se začne ohřívat a tím zvyšuje svůj tlak. Píst na to reaguje pohybem nahoru a vzduch se může roztahovat úměrně s rostoucí teplotou plynu (řekněme, že se tlak nemění). Pokud teď přeháněč sjede do dolní polohy, plyn se ochladí a ztratí svůj tlak. Píst je tedy vtahován dovnitř. Teplota stále klesá a objem plynu se zmenšuje. Takto se tedy pohybem přeháněče řídí pohyb pístu, který koná práci.

Obrázek č. 1- průběh tlaku v přeháněcí komoře



Obrázek č. 2



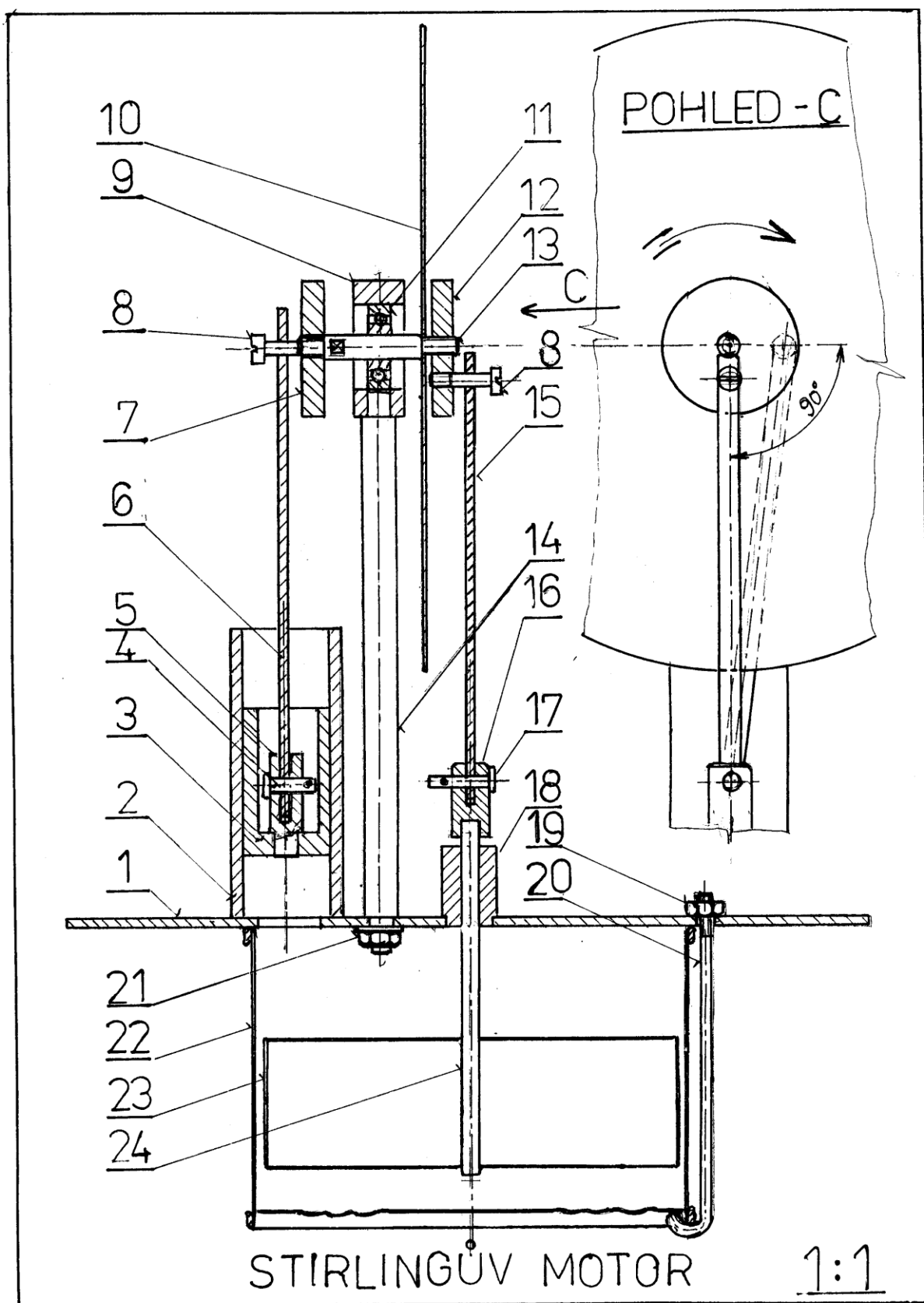
Jak tedy vlastní soutěž vypadá. Soutěžící obdrží sadu několika součástí, se kterými naloží podle svého uvážení (neobsahuje přeháněcí komoru a těsnící materiály). Pravidla pouze zavazují k použití modifikace motoru s přeháněcí komorou a pístem, který je z principu podobný tomu na výkrese (obr. č. 2), a shodným rozměrům a tvaru přeháněcí komory. Soutěž je však přesto velmi otevřená i jiným konstrukcím, čili zvláštní ocenění může dostat i ten, jehož „stirling“ se kvůli pravidlům nemůže zúčastnit soutěže nebo dokonce může vzniknout další kategorie. Kategorie jsou tři, pro další rok byla vyhlášena čtvrtá:

1. Otáčky motoru (myšleno počet cyklů) za minutu
2. Design motoru
3. Technická vylepšení motoru

a nově 4. Pohon (ukázka motoru pohánějícího cokoli, např. větrák, vozítko ...)

Provedení motorů se velmi liší. Časová náročnost je různá, nejjednodušší typ na výkrese (obr. č. 3) zabere asi 12 hodin práce. Setkáme se ale i se stroji konstruovanými průběhem čtvrt roku, na kterých je odpracováno okolo sta hodin. Loni byl zaznamenán průlom 1000ot./ min výkonem 1080 ot./min, takže oproti 423 otáčkám z prvního ročníku je za ty 4 roky vidět veliký pokrok. V letošním ročníku motor poprvé poháněl vozítko řízené rádiem v nově zavedené kategorii pohon.

Obrázek č. 3



Naše motory

Nyní se pokusím nastínit, jak stavba takového motoru vypadá- rozeberu dvě ze šesti konstrukcí žáků SPŠS Betlémská.

1) motor Lukáše Kaboně a Petra Knoba

Jedná se o klasickou proporcí, kdy základ přehaněcí komory tvoří plechovka průměru 100 mm a výšce 62mm. Její dno tvoří ohřivač. Na ní je přitažena hliníková deska tvořící chladič, k níž je přišroubován nosník s kuličkovými ložisky, vodítko z duralu se zalisovanou mosaznou trubicou a epoxidem přilepený skleněný válec vnitřního průměru 23 mm. Pro lepší chlazení jsou k desce silikonovým lepidlem přilepeny chladiče. Píst, kliky a táhla jsou z duralu. Přehaněč je snýtován s hliníkového plechu 0,5mm a má osičku z duralové trubky. Jako setrvačník je použit rozbrušovací kotouč. Kliky jsou vůči sobě pootočený o 90 stupňů.

Motor točí něco přes 500ot./min, což svědčí o velmi dobrém provedení byť jednoduché konstrukce (obr. č. 4-6).

Obrázky č. 4- 6

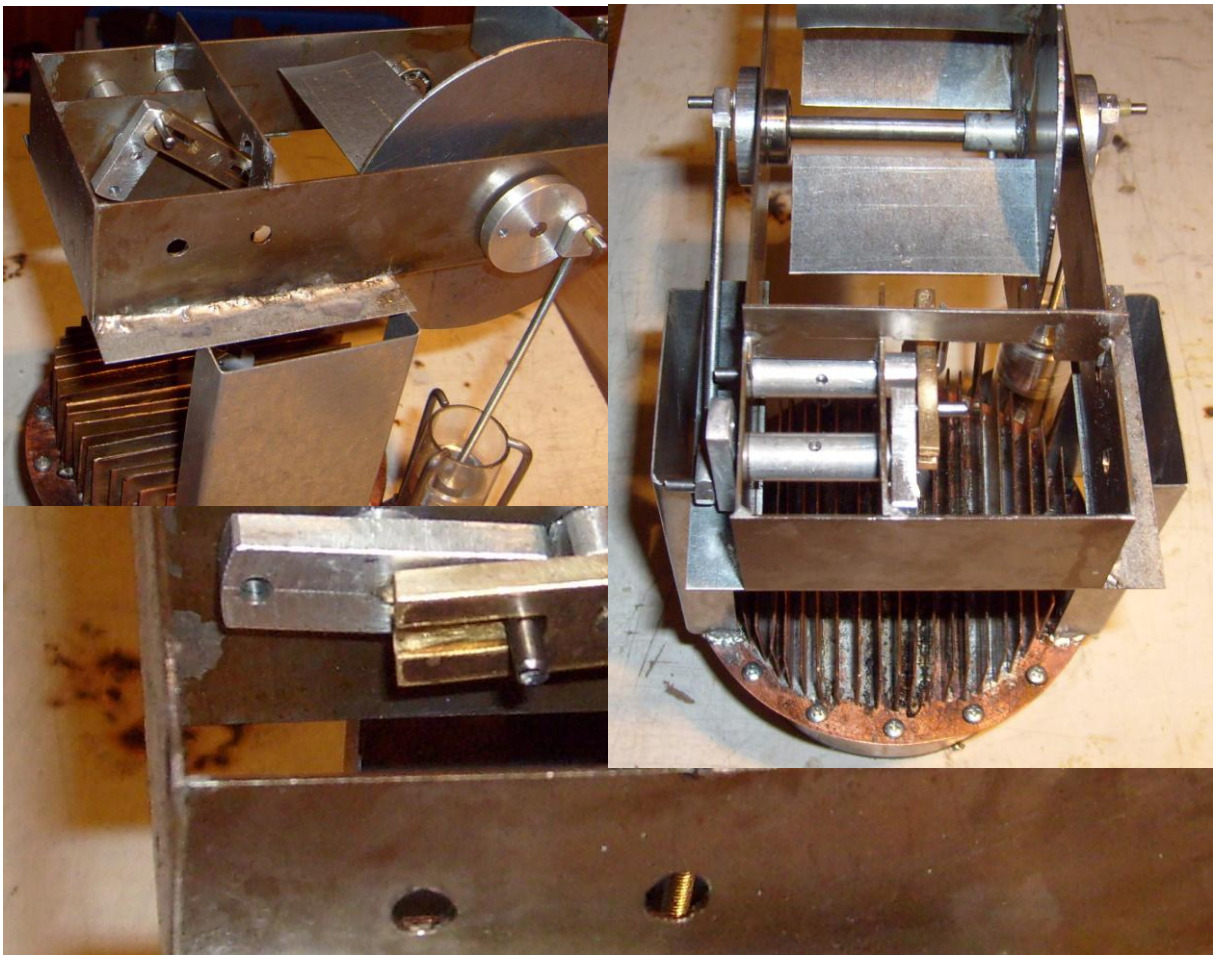


2) motor Vojtěcha Čermáka, Lukáše Urbance a Mariána Adamuse

Konstrukce motoru je podřízena využití kulisového mechanismu, dlouhé životnosti motoru a rozebíratelnosti celého stroje. Jak kulisový mechanismus funguje ukazují obrázky č. 7-9. Přeháněč uprostřed cesty má velkou rychlost a u krajů rychle zpomaluje, až se zastaví. Poté se o nepatrný kus vrátí zpátky a zase se přimáčkne ke kraji. Pak zase začne zrychlovat a vydá se na druhou stranu. Tímto se dosahuje v porovnání s klasickým klikovým mechanismem delší doby ohřevu nebo chlazení plynu, což se projeví zvýšením krouticího momentu. Je to ale vykoupeno vyššími silami v mechanismu a tím i jeho větším odporem. Motor tak nemůže pracovat s vysokými otáčkami, jeho optimum, kde podává největší výkon je cca 300 ot./min (zmenšením zdvihu přeháněče lze zvýšit otáčky na prázdno až na 390 za minutu).

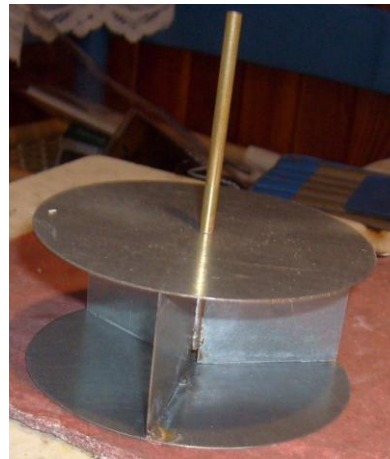
Základem motoru je opět konzerva 100x62mm. Na ní je připájená příruba z ocelového plechu. Uzavírá se pomocí šroubů víkem (obr. č. 10) z měděného plechu s připájenými žebry ze stejného mat.. Přeháněč (obr. č. 11-12) je za účelem malého aerodynamického odporu spájený z ocelového plechu. Jeho osička je mosazná trubka, běhá v ocelovém pouzdru. Všechny táhla jsou ze závitové ocelové tyče. Čepy pracují v mosazných pouzdrech. Krouticí moment na hřídele je převáděn volným uložením vyplněným vteřinovým lepidlem. Dodávaný skleněný válec byl plněn dvěma kanálky pro lepší proudění v přeháněcí komoře, dnes je však nahrazen přesným ocelovým. Píst je též původní duralový. Celé to spojují pájené šasi z ocelového plechu.

Obrázky č. 7-9

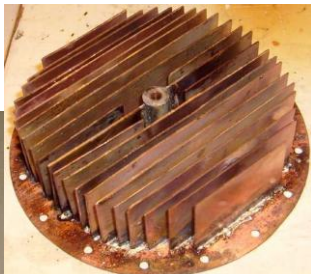




Obrázky č. 11-12



Obrázek č. 10



A takto si motor běhá...

