



Středoškolská technika 2024

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

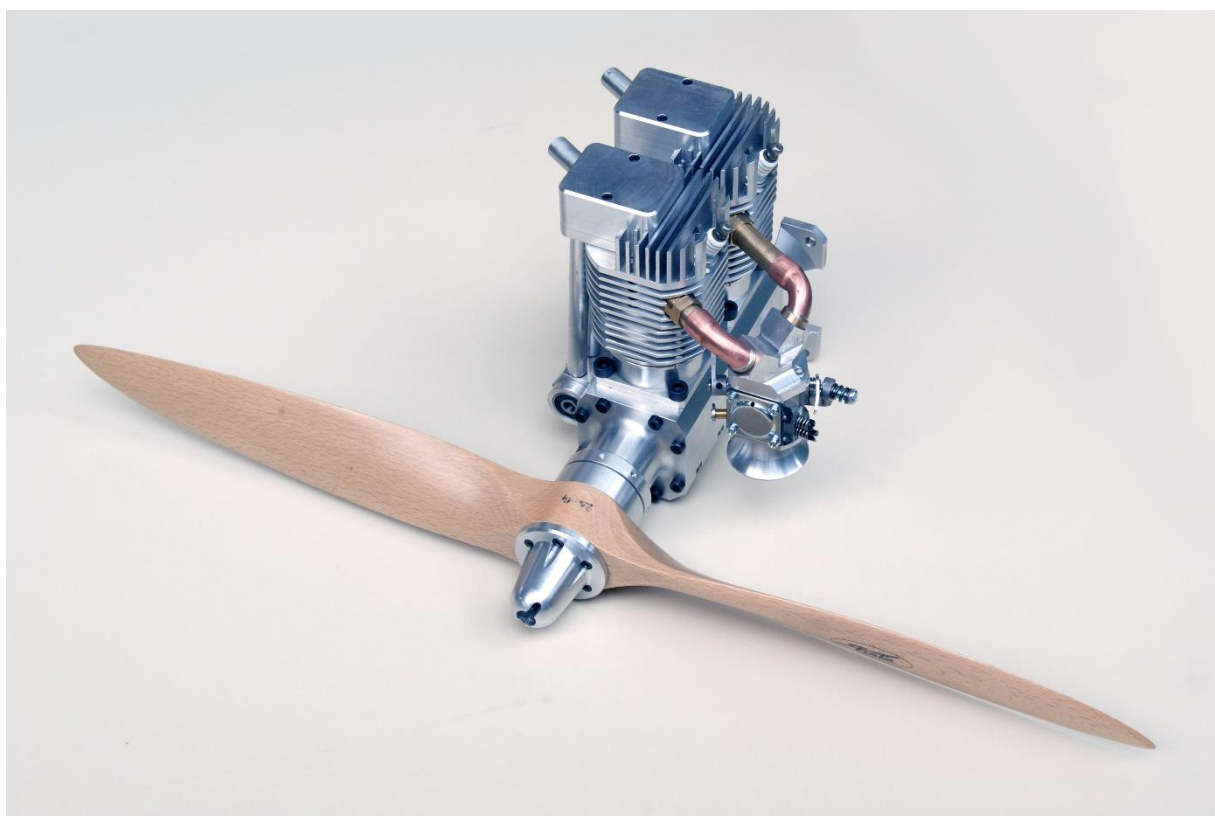
Modulární systém 4-taktního spalovacího motoru

Jakub Jaša, Tomáš Stejskal

VOŠ a SPŠ Žďár nad Sázavou



Modulární systém 4-taktního spalovacího motoru



Autor: Jakub Jaša, Tomáš Stejskal (VOŠ a SPŠ Žďár nad Sázavou)

Obsah

Úvod.....	4
1. Teoretická část.....	5
1.1 Čtyřdobý zážehový motor.....	5
1.1.1 Fáze čtyřdobého zážehového motoru	5
1.1.2 Součásti čtyřdobého zážehového motoru	5
1.1.3 Výhody x nevýhody čtyřdobého zážehového motoru.....	6
Nevýhody.....	6
1.1.4 Nicolaus August Otto - vynálezce čtyřdobého motoru	6
1.2 Řadové motory.....	7
1.2.1. Řadové motory obecně.....	6
1.2.2. Výhody x nevýhody řadových motorů:	7
1.3 Vzduchové chlazení	8
1.3.1. Vzduchové chlazení obecně.....	7
1.3.2. Typy chlazení vzduchem.....	7
1.3.3. Výhody x nevýhody vzduchového chlazení.....	9
2. Praktická část	10
2.1. Otázky konstrukce.....	9
2.2. Využití našeho čtyřdobého zážehového dvouválcového řadového vzduchem chlazeného motoru.....	10
Zdroje.....	11

Úvod

Tento projekt byl zaměřen na výrobu čtyřdobého zážehového dvouválcového řadového vzduchem chlazeného motoru s rozvodem OHV a zdvihovým objemem 69ccm (2x34,5ccm). Historie spalovacích motorů spadá až do 17.stol., kdy se francouz Haatefeill snažil využít energii vyvolanou střelným prachem. Následoval pokus Francouze Jean Joseph Étienne Lenoir, který na základě úspěšně stavěných parních strojů postavil v roce 1860 spalovací motor na svítiplyn. Byl to ležatý dvoudobý motor se šoupátkovým rozvodem. Na Světové výstavě v Paříži v roce 1867 pak předvedli Nikolaje August Otto a Eugen Langen z Kolína nad Rýnem svůj první čtyřdobý zážehový motor. Řadový dvouválec je zajímavý především pro svou malou spotřebu, což je v dnešní době nepřehlédnutelná přednost.

1. Teoretická část

1.1 Čtyřdobý zážehový motor

Čtyřdobý zážehový motor je spalovací motor, u něhož je směs paliva a vzduchu ve válci zapálena (zažehnuta) elektrickou jiskrou, obvykle vytvořenou zapalovací svíčkou. Tím se liší od vznětového motoru, kde dochází k samovznícení vstříknutého paliva teplotou stlačeného vzduchu.

Čtyřdobý zážehový motor vynalezl v roce 1876 Nicolaus Otto (viz výše). Ve čtyřdobém zážehovém motoru se na výkonu podílí každý válec jen čtvrtinu doby. Proto má řada motorů čtyři válce, z nichž je vždy jeden v pracovní fázi, takže se kliková hřídel plynule otáčí.

1.1.1 Fáze čtyřdobého zážehového motoru

1. Sání, při němž se posouvá otáčející se kliková hřídel pístem dolů. Tím píst nasává do prostoru hořlavou směs paliva a vzduchu otevřeným sacím ventilem.
2. Komprese, při níž se uzavře sací ventil a kliková hřídel posouvá píst nahoru, kde se stlačuje směs paliva a vzduchu až na jednu osminu svého původního objemu.
3. Expanze, při níž se směs zapálí jiskrou ze zapalovací svíčky a dojde k výbuchu. Vzniklé teplo způsobí expanzi směsi a stlačí píst dolů.
4. Výfuk, kdy dojde k výfuku plynů.

1.1.2 Součásti čtyřdobého zážehového motoru

- pevné části motoru (hlava válců, válce, těsnění hlavy válců, kliková skříň, olejová vana, horní a dolní víka, sací potrubí)
- klikový mechanismus (píst, ojnice, kliková hřídel, setrvačnick)
- rozvodový mechanismus (ventily, ventilové pružiny, vahadla, vačková hřídel, kola rozvodu, rozvodový řetěz nebo ozubený řemen)
- zařízení pro tvorbu směsi (vstřikovací zařízení nebo karburátor)
- pomocná zařízení (zapalování, mazání motoru, chlazení motoru, výfukový systém případně systém přepínování)

1.1.3 Výhody x nevýhody čtyřdobého zážehového motoru

Výhody

- lepší akcelerace než diesel
- lehčí než diesel
- levnější než diesel

Nevýhody

- vyšší spotřeba

1.1.4 Nicolaus August Otto - vynálezce čtyřdobého motoru

Nicolaus August Otto byl německý strojař, konstruktér a vynálezce Ottova motoru. Narodil se 14. června 1832 ve vesnické rodině. Vyučil se kupcem. Mladého Otta od mládí zajímala technika. Už v roce 1860 začal provádět své první pokusy se spalovacími motory, jejichž dokumentaci si koupil a které jako první vyráběl francouzský technik Étienne Lenoir. O rok později už postavil svůj první spalovací motor. Ten však měl mnoho nedostatků a Otto jej velmi dlouho vylepšoval. V září 1862 jej přivezl na průmyslovou výstavu do Londýna, kde však zjistil, že na rozvoji Lenoirova původního stroje pracuje více konstruktérů.

Po návratu do Německa se setkal s inženýrem E. Langenem, který byl ochoten financovat další vývoj motoru. V roce 1864 založili v Kolíně společně první továrnu na motory na světě - „N. A. Otto & Cie“. Společně rozvíjeli koncepci čtyřtakového motoru.

Na pařížské světové výstavě 1867 představili svůj typ jednoválcového motoru poprvé veřejnosti. Byl sice hlučnější a náročnější po stránce konstrukce i spolehlivosti, zato měl ve srovnání s dalšími až třetinovou spotřebu plynu. Za to byl oceněn *Zlatou medailí* výstavy a od roku 1872 byl pod vedením hlavního konstruktéra Daimlera sériově vyráběn.

V roce 1876 vyrobil Otto čtyřtakový motor se zvýšeným kompresním poměrem a nechal si jej patentovat. Tento typ motoru se stal základem pro stavbu následných spalovacích motorů. Zážehový motor na tomto principu je dodnes označován jako „Ottův motor“.

V roce 1884 Otto zdokonalil elektrické zapalování pro své motory a tím znovu revolučně vylepšil fungování těchto motorů. Otto zavedl nízkonapětové magneto, díky čemuž bylo

možno přejít na spalování kapalných paliv a tak se motory mohly stát mobilními. V roce 1882 mu *Filosofická fakulta* Univerzity ve Würzburgu udělila čestný doktorát.

Otto měl se svou ženou Annou Gossi sedm dětí. Nejznámějším z nich se stal konstruktér letadel a podnikatel Gustav Otto.

1.2 Řadové motory

1.2.1. Řadové motory obecně

Řadový motor je typ pístového spalovacího motoru. Označují se tak motory, jejichž válce jsou umístěny v jedné řadě. Jde o nejpoužívanější druh motoru. Ve většině běžných osobních aut dnes nalezneme různá provedení řadových motorů. V drtivé většině se jedná o čtyřválcové, ovšem trend snižování objemu tlačí výrobce k tříválcům, a dokonce i dvouválcům. Ty si zažily rozkvět především v nuznějších dobách po druhé světové válce.

1.2.2. Výhody x nevýhody řadových motorů:

Výhoda řadových motorů

- První výhodou je, že se vyrábějí snadněji a levněji než například vidlicové motory nebo pohonné jednotky s protiběžnými písty.
- Druhou výhodou je, že tvarově a konstrukčně jednoduchý design řadového motoru usnadňuje údržbu (samozřejmě že to není stoprocentně platné pravidlo).
- Další výhodou je, že jeho tvar umožňuje stavět relativně malé a lehké agregáty, jež jsou nejvhodnější pro nejrozšířenější vozy s motorem vpředu a pohonem na přední kola.
- Z hlediska spotřeby paliva řadové motory rovněž vycházejí nejlépe. Vyznačují se totiž nejlepší efektivitou.

Nevýhoda řadových motorů:

- Na druhou stranu motory vidlicové nebo s protiběžnými písty oproti řadovým motorům mají klidnější a hladší chod než řadové, platí to především v nižších otáčkách.
- Řadové motory mívají také horší výdrž a odolnost.
- Automobily s řadovými motory mají také vyšší hmotnostní těžiště, což se samozřejmě projevuje na jejich ovladatelnosti.

1.3 Vzduchové chlazení

1.3.1. Vzduchové chlazení obecně

Na rozdíl od chlazení vodního, které je svou podstatou nepřímé, je vzduchové chlazení přímé. Nevyužívá žádné přenosné médium. Funguje na principu přenosu tepla z motoru přímo do okolního vzduchu. Ty části motoru, které vyžadují chlazení, bývají opatřeny žebrováním nebo chladicím pláštěm. Podstatou je, aby se vzduchem přišla do styku co největší plocha ochlazené části motoru, díky které se přebytečné teplo odvede pryč. K jejich výrobě se proto používají materiály, které teplo dobře vedou (např. hliník či ocel).

Vzduchem chlazené motory nejsou masovou záležitostí. Průkopníkem i symbolem použití vzduchových motorů v automobilech i nákladních vozech byla vždy česká automobilka Tatra. Tyto motory se ve světě u automobilů už nepoužívají, ale právě Tatra se svými dieselvými osmiválci stále vytrvává

1.3.2. Typy chlazení vzduchem

Nucené chlazení vzduchem se používají různé druhy ventilátorů, takže úroveň chlazení není přímo závislá na pohybu vozidla. Nucené chlazení rozlišujeme přetlakové a podtlakové, přičemž je rozdíl především v umístění ventilátoru. V prvním případě je ventilátor před motorem a žene na něj vzduch, v druhém případě je za motorem a ohřátý vzduch odčerpává z motorového prostoru. Oproti náporovému chlazení je však systém nuceného chlazení konstrukčně komplikovanější a těžší, ale univerzálnější.

Náporové chlazení je závislé na pohybu vozidla, jelikož motorové části se ochlazují pomocí proudění vzduchu kolem nich. Je to levné, jednoduché a lehké konstrukční řešení, ovšem musí se počítat se zvýšeným aerodynamickým odporem. Tento systém však může mít problémy, pokud je motor nucen k vyšším výkonům při malé pohybové rychlosti.

Ejektorové chlazení principiálně funguje stejně jako podtlakové chlazení, ovšem místo ventilátoru je použit ejektor, do kterého ústí výfukové potrubí. Proud výfukových plynů odvádí od motoru přebytečné teplo, které se pak spolu s nimi dostává difuzorem mimo motorový prostor. Mezi negativa patří, že je doprovázeno vyšším hlukem, což ale například v případě závodního vozu Tatra T-607 nebylo nijak na závadu

1.3.3. Výhody x nevýhody vzduchového chlazení

Výhody:

- Celý systém chlazení vzduchem je konstrukčně mnohem jednodušší.
- Chlazení vzduchem se vyznačuje snadnější údržbou.
- Má i menší tepelnou setrvačnost a je tedy účinnější a spolehlivější, především v extrémních klimatických podmínkách a v zimě.
- Vzduchem chlazený motor se také rychleji zahřeje na provozní teplotu

Nevýhody:

- Provozní teplota motorů chlazených vzduchem bývá vyšší..
- Vzduchový systém chlazení se hůře reguluje a při konstrukci motoru se musí počítat s většími rozměrovými tolerancemi tepelně namáhaných součástí motoru, což má za následek vyšší spotřebu lubrikantů a také vyšší úroveň emisí.

2. Praktická část

Sestrojení našeho čtyřdobého zážehového dvouválcového řadového vzduchem chlazeného motoru

2.1. Otázky konstrukce

Proč jsme začali čtyřdobý zážehový dvouválcový řadový vzduchem chlazený motoru vyrábět?

Čtyřdobý zážehový dvouválcový řadový vzduchem chlazený motor je velmi konstrukčně zajímavý motor. Už samotné seznamování se s projektem sestrojení tohoto motoru nás velmi zaujalo. V rámci přípravy jsme se dověděli více o dělení motorů podle spalování, chlazení, počtu a řazení válců, atd.

Plány pro samotné sestrojení motoru jsme si našli a objednali na internetových stránkách Shop **CAD+Modelltechnik Jung**. Tyto plány jsme si upravili pro naše potřeby a s celým projektem jsme se poradili s našimi učiteli odborného výcviku.

Motor jsme vyráběli na naší škole v rámci praktické výuky. Pro výrobu součástek jsme využili soustruhy, frézky, CNC stroje, které máme v naší škole k dispozici. S celou výrobou nám pomáhali mistři odborného výcviku: Ganzwohl Zdeněk, Havlíček Miroslav, Hudec Jan, Mička František, Šorf Petr, Zach Milan.

Co bylo na výrobě nejnáročnější?

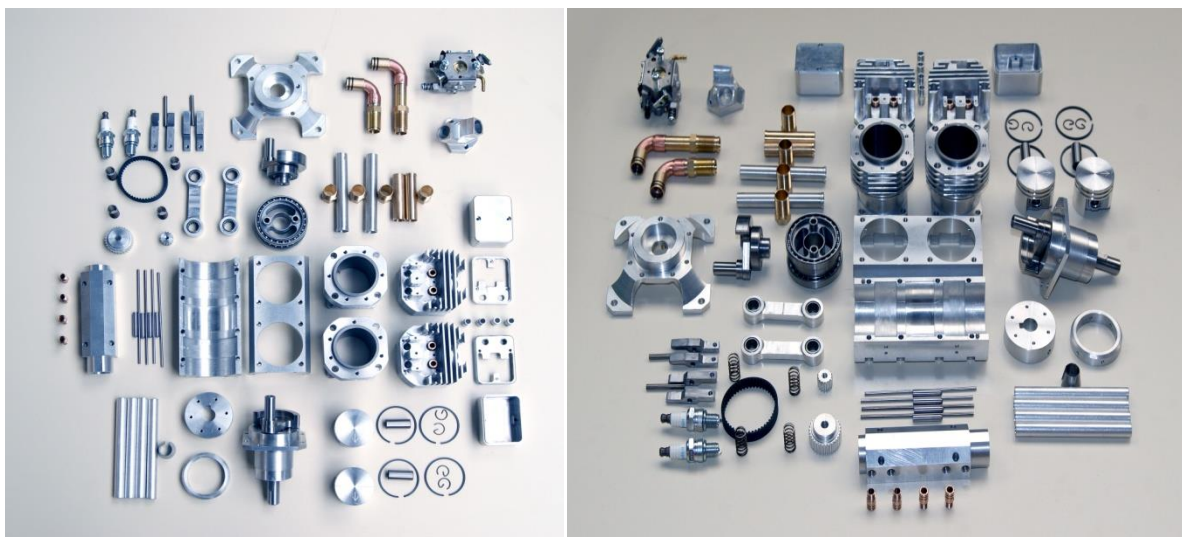
Větší problémy nastaly při výrobě sacího potrubí, klikového mechanismu a hlavně při výrobě vačkového mechanismu.

Jaký materiál byl použit při výrobě motoru použít?

Motor je z velké části sestrojen z hliníku, který má malou váhu a je snadno opracovatelný.

Parametry našeho motoru.

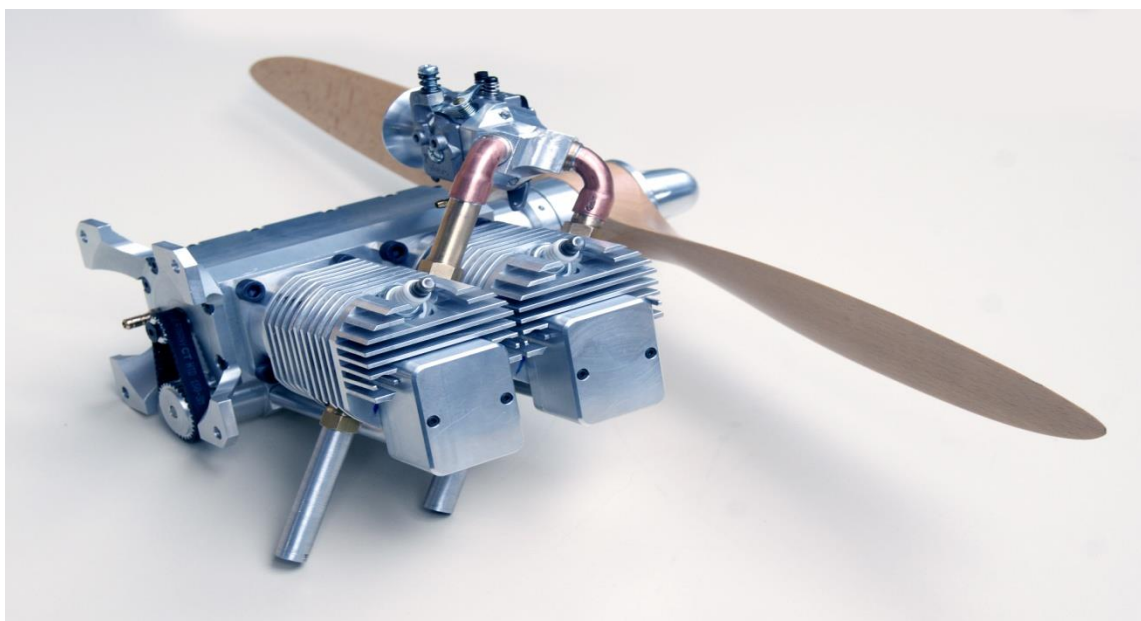
- Zdvihový objem: **69ccm (2x34,5ccm)**
- Zapalování: DLE
- Karburátor: Walbro
- Svíčky: NGK
- Palivo: benzín 100 oktanů x olej 1:33
- Předpokládaný výkon 5,5 kW při 7000 ot/min



Použité součástky

2.2. Využití našeho čtyřdobého zážehového dvouválcového řadového vzduchem chlazeného motoru

Využití našeho čtyřdobého zážehového dvouválcového řadového vzduchem chlazeného motoru plánujeme prvotně jako názornou učební pomůcku. Je to názorná pomůcka čtyřdobého zážehového dvouválcového motoru, která poslouží v hodinách fyziky, strojírenské technologie, strojírenství a technické mechaniky. Uplatnění najde tato pomůckách v učebních oborech: mechanik-seřizovač, nástrojař či obráběč kovů, ale i v dalších učebních oborech na naší škole.



Náš sestrojený čtyřdobý zážehový dvouválcový řadový vzduchem chlazený motor

Zdroje:

1. <https://cad-modelltechnik-jung.de/>
2. https://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cty%C5%99dob%C3%BD_z%C3%A1%C5%BEehov%C3%BD_motor
3. <https://www.tipcars.com/magazin/nase-tema/motory-motory-a-zase-jen-motory-dvoutakty-ctyrtakty-radove-vidlicove-boxery-wankely-2-dil.html>
4. <http://www.sinz.cz/archiv/docs/si-2005-05-243-257.pdf>
5. <https://dspace.vutbr.cz/handle/11012/25966>
6. Bc. Jan Dragoun: Dvouválcový čtyřdobý plochý zážehový motor, diplomová práce na VUT Brno