

**Stredná priemyselná škola technická,
Hviezdoslavova 6, 052 01 Spišská Nová Ves**

2-TAKTNÝ PIESTOVÝ PNEUMATICKÝ MOTOR

2022

Spišská Nová Ves

Jozef Šaršň

ročník štúdia: **tretí**

Úvod

2-taktný piestový pneumatický motor som navrhol a skonštruoval s pomocou dostupných obrábacích strojov a nástrojov z dôvodu otestovania jeho fungovania pre jeho ďalší rozvoj.

Aby som predviedol silu a použiteľnosť tohto motora, tak som k nemu navrhol a zostrojili štartér motora a zároveň generátor jednosmerného napätia pre napájanie spotrebiča (LED pásika). Inšpiráciou pre túto prácu bol sen zostrojiť motor poháňaný vodnou parou. Tento motor sa princípom fungovania a médiom pohonu veľmi nelíši. Tieto motory vo voľnom čase rozvíjam ešte ďalej vo forme vlastnoručne navrhnutých ľahkých pneumatických motorov inštalovaných na modeli lietadiel.

Pri návrhu som sa inšpiroval internetom a skúsenosťami príbuzných. Polotovary potrebné na výrobu sú železný odpad z konštrukčnej ocele. Začal som analýzou fungovania pneumatického motora. Následne som robil nákresy svojej vlastnej konštrukcie motora, ktoré som postupne zdokonaľoval k jednoduchosti a ľahkej výrobe. Najprv som riešil funkčnosť a až následne estetiku.

Pneumatický motor

Pneumatický motor je typom motora, ktorý premieňa potenciálnu energiu vo forme stlačeného vzduchu na mechanickú prácu. Pneumatické motory všeobecne prevádzajú stlačený vzduch na mechanickú prácu lineárnym alebo rotačným pohybom. Lineárny pohyb môže pochádzať buď z membránového alebo piestového aktuátora, zatiaľ čo rotačný pohyb je dodávaný buď lamelovým vzduchovým motorom, alebo piestovým vzduchovým motorom.

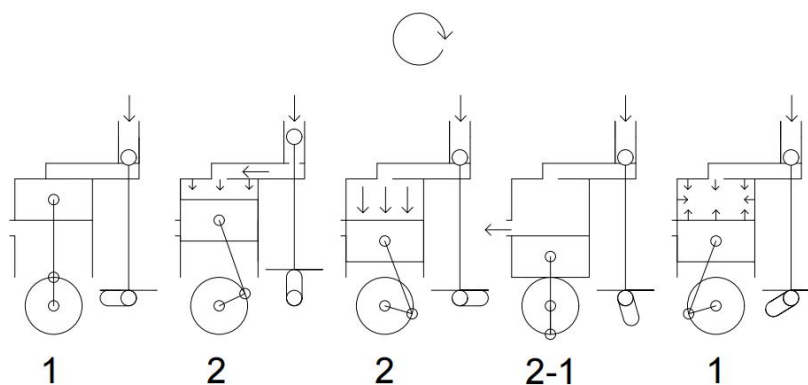
Pneumatické motory sa v priebehu minulých dvoch storočí objavovali v rade podôb a veľkostí, od malých ručných motorčekov po veľké motory s výkonom niekoľko sto koní. Niektoré druhy sa spoliehajú na valce a piesty, iné na rotory s lopatkami (lamelové motory) a ďalšie používajú turbíny. Veľa motorov na stlačený vzduch vylepšujú svoj výkon ohrievaním prichádzajúceho vzduchu alebo samotného motora.

Pneumatické motory sa úspešne presadili v priemysle ručných nástrojov, používajú sa však v celom rade priemyselných aplikácií aj v stacionárnych verziách. Neustále sa objavujú pokusy rozšíriť ich použitie aj do odvetvia dopravy. Neskôr však treba prekonať nedostatky v ich účinnosti, kým sa v dopravnom priemysle nepoužívajú za životaschopnú alternatívu. Pneumatický motor [online], 2019, [cit. 2022-01-13] Dostupné na internete: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Pneumatick%C3%BD_motor>

Princíp fungovania 2-taktneho piestového pneumatického motora

V prvej fáze, keď sa piest pohybuje smerom hore sa tlačí vzduch vo valci. V okamihu, keď sa piest dostane do hornej úvrate je vzduch vo valci stlačený najviac.

V druhej fáze piest postupuje dole a zároveň sa vačkou otvára ventil, ktorý vženie stlačený vzduch do valca. V strede medzi hornou úvratou a začiatkom odľahu sa ventil začína zatvárať a škrtiť stlačený vzduch. Nad odľahom je už celkom zavretý a do valca už neputuje stlačený vzduch. Prebytočný stlačený vzduch putuje otvorením odľahu piestom von z valca. Po tomto procese vstupuje opäť zotrvačnosťou do prvej fázy.



Obrázok 1 Princíp fungovania 2-taktného pneumatického motora [Šaršaň, J., 2022]

Kritéria a varianty konštrukcie

Kritéria, ktoré som musel pri konštruovaní dosiahnuť, sú nasledovné. V prvom rade je potrebné, aby motor mal plynulý chod a samozrejme, aby bol bezporuchový. V ďalšom rade som sa musel pokúsiť vybrať čo najjednoduchšiu konštrukciu nenáročnú na výrobu. A v poslednom rade som chcel dosiahnuť vysoký výkon pri čo najmenších rozmeroch. Motorová časť musela byť statická aj s ďalšími časťami.

Ako prvú možnosť na ktorú som narazil boli Gasprinové motory poháňané CO_2 , ktoré sa dajú použiť aj so stlačeným vzduchom. Napriek ich nízkej hmotnosti a jednoduchej konštrukcii sú časovo náročné na nastavenie. Je to spôsobené konštrukciou guľôčkového ventilu, ktorý je ovládaný pružinou na pieste. Táto pružina musí mať presné rozmery a tvrdosť, keď sa tak nestane motor vôbec nefunguje. V prípade, že sa dodrží podmienka presnosti, motor aj tak nezaručuje jeho plynulý chod po celý čas fungovania. Pružina sa po čase môže ohnúť alebo stlačiť, a motor sa buď zastaví alebo začne vynechávať. Preto sa táto alternatíva nehodí.

Našiel som aj motor, ktorý je ovládaný rotačným ventilom nachádzajúcim sa na kľukovom hriadeľi. Jeho konštrukcia je jednoduchá, má nízku hmotnosť. Napriek tomu má nízky výkon, preto som si ho nevybral.

Posledný variant, ktorý som našiel, sú motory, ktoré majú guľôčkový ventil. Je ovládaný oceľovou tyčkou, ktorá kopíruje vačku. Tieto motory sú spoľahlivé, ale ich konštrukcia je zložitejšia od ostatných variantov. Má aj najvyšší výkon spomedzi všetkých. Ich nevýhodou je vyššia hmotnosť. Ale keďže hmotnosť nebola zadaná, tento typ konštrukcie sa hodil do projektu.

Materiál a metodika

Všetky komponenty, ktoré sa pohybujú a sú namáhané, alebo sú statické, ale sú opotrebované (puzdra) sú z konštrukčnej ocele. Tieto komponenty boli obrábané najmä sústruhom, dvojkotúčovou brúskou, ručnou pílou na železo, pilníkom na železo, uhlovou brúskou, brúsnym papierom.

Kľukový hriadeľ

Kľukový hriadeľ bol sústružený. Vyosil som ho pomocou podložiek, keďže vyosenie pomocou čeľustí je zdĺhavejšie na opätovnú nápravu do pôvodnej polohy čeľustí v sklúčovadle /v hlave/. Po vyosení polovýrobku som vyvrtal dieru na opačnej strane pre koník. Po vysústružení požadovaného priemeru vyosenej časti som polovýrobok upol bez podložiek a obrobil ostatné priemery hriadeľa. Samozrejme som urobil ďalšiu dieru pre koník, aby sa mi hriadeľ neohol a neznehodnotila. Nakoniec som narezal závit na strane zotrvačníka a zároveň aj remenice. Vačka, ktorá sa nachádza na kľuke bola ručne brúsená na dvojkotúčovej brúske.



Obrázok 2 Kľukový hriadeľ- pohľad spredu [foto: Šaršañ, J., 2022]

Piest

Piest bol vysústružený na požadované priemery a zapichnutá drážka pre O krúžok. Drážka bola vytvorená uhlovou brúskou. Nakoniec bola vyvrtaná diera a narezaný závit pre čap. Čap bol poistený jeho zaklepaním kladivom. Piest má takýto neprirodzený tvar kvôli potrebe zaistenia čapu piesta.



Obrázok 3 Piest s čapom [foto: Šaršañ, J., 2022]

Ojnica

Bola vytvorená z oceľovej plochej tyče, do ktorej je vyrezaný požadovaný tvar. Ojnica sa rozrezala na dve časti. Do druhej časti boli vyvrtané diery a narezané závity. Tieto časti boli spojené dvoma skrutkami a vyvrtané diery pre kľuku a čap piesta. Táto konštrukcia je potrebná kvôli potrebe jednoduchého zloženia a prepojenia kľuky s ojnicou a piestom. Takáto konštrukcia sa používa pri spaľovacích motoroch.



Obrázok 4 Ojnica [foto: Šaršaň, J., 2022]

Ventil

Vonkajší priemer ventilu bol osústružený a z oboch strán sú vyvrtané diery pre závit, ktoré som narezal na konci výroby. Taktiež diery pre O krúžky a jedna skrz. Posledná pre výstup vzduchu je navŕtaná v strede pod 90 stupňovým uhlom.



Obrázok 5 Ventil a kľukový hriadeľ [foto: Šaršaň, J., 2022]

Blok pneumatického motora

Na blok motora som použil materiál PLA, ktorý bol tlačný pomocou 3D tlačiarne pre jeho zložitý tvar. Po vytlačení bloku a jeho ostatných častí som ho upravoval pilníkom a brúsnyim papierom. Vyvrtal som potrebné diery pre závit a aj diery pre valec motora. Ventil, puzdro a valec som vložil a zalepil. Blok bol taktiež spevnený sklenenými vláknami, ktoré sú zakryté vrstvou farby zo strán v rovine kľuky, aby sa v tom mieste blok nerozlomil na dve časti vplyvom tlaku piesta a ojnice na kľukový hriadeľ.



Obrázok 6 Blok pneumatického motora [foto: Šaršaň, J., 2022]

Zotrvačník – remenica

Bola celá sústružená ale nie v celku. Časť je z hliníka a druhá z ocele. Tieto časti boli spolu zlepené a zaistené skrutkou. Drážku som odpíchol. Táto drážka slúži na vedenie remeňa (gumičky). Má v sebe závit v ktorom bola zaskrutkovaná kľuková hriadeľ a poistená skrutkou.



Obrázok 7 Remenica- pohľad spredu [foto: Šaršaň, J., 2022]

Tyč vačky – ventila

Bola vysústružená z M4 skrutky. 1/3 závitú je ponechaná a 2/3 sú osústružené na priemer 3mm. Druhú časť som osústružil a na konci vytvoril oblúk na lepší nábeh vačky. V strede som vyvítal dieru a narezal závit. Táto časť je plne nastaviteľná (výška).



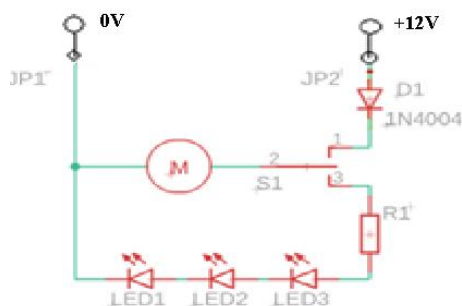
Obrázok 8 Tyč ventila – vačky [foto: Šaršaň, J., 2022]

Valec

Bol vysústružený na požadovaný priemer a do neho navítané tri diery. Prvá je pre odfuk. Druhá je pre piest a vyhladená brúsny papierom. Tretia je pre vstup stlačeného vzduchu.

Štartér pneumatického motora a zároveň generátor jednosmerného napätia

Jeho telo bolo vytlačené z materiálu PLA na 3D tlačiarňi. V ňom bol vložený elektrický motor 12V, ktorý poháňa akumulátor 12V. Motor má na sebe remeničku. V tele elektrického motora som pospájkoval vodiče a vložili 3-polohový spínač. Tento spínač v prvej polohe roztočí s elektrickým motorom pneumatický motor. V strednej alebo inak povedanej druhej sa pneumatický motor točí bez záťaže takzvané na prázdno. V tretej a poslednej sa do obvodu elektrického motora zapojí spotrebič (LED pásik). LED pásik sa v tejto polohe rozsvieti.



Obrázok 9 Schéma zapojenia štartéra [Šaršañ, J., 2022]



Obrázok 10 Štarter- pohľad zhora [foto Šaršañ, J., 2022]

3.1 Podstavec pneumatického motora a jeho štartéra

Podstavec som vyrobil z lepeného bukoveho dreva, do ktorého som vyfrézoval drážku pre pneumatický motor. Mal taktiež na sebe nalepený LED pásik a vypálený text s CNC frézou s laserom. Vodiče z LED pásika putujú cez dieru, ktorú som prevrtal cez podstavec v ňom do spínača.



Obrázok 11 Podstavec pneumatického motora a štartéra [foto: Šaršañ, J., 2022]

3.2 Mazanie pneumatického motora

Je zabezpečené olejom nachádzajúceho sa v olejovej vani. Kvôli správnej výške oleja, ktorá sa kontroluje cez kontrolnú skrutku oleja nie sú potrebné pre zamedzenie úniku oleja z motora guferá na kľuke. Hladina je pod kľukov preto olej nevyteká von. Motor sa maže otáčaním kľuky ktorá ho rozhadzuje po namáhaných častiach. Olej sa nedostane ku ventilu, takže raz za čas musí byť olej strieknutý striekačkou cez vstup stlačeného vzduchu.



Obrázok 12 Kontrolná skrutka oleja [foto: Šaršaň, J., 2022]

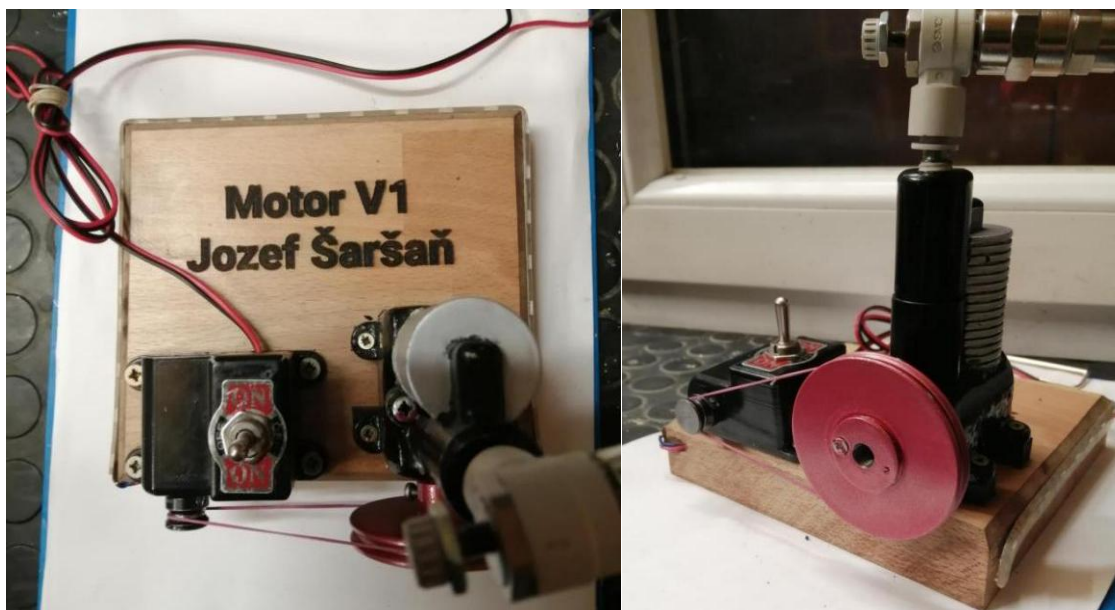


Obrázok 13 Olejová vaňa [foto: Šaršaň, J., 2022]

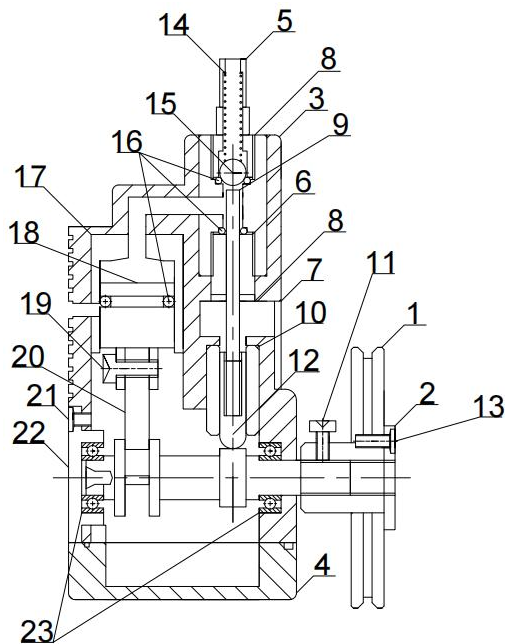
Maľovanie

Na motor a aj štartér som naniesol viacero vrstiev farby. V prvom rade základnú farbu a niekoľko vrstiev čiernej a červenej farby aby boli vyhladené nerovnosti.

Fotodokumentácia finálneho výrobku

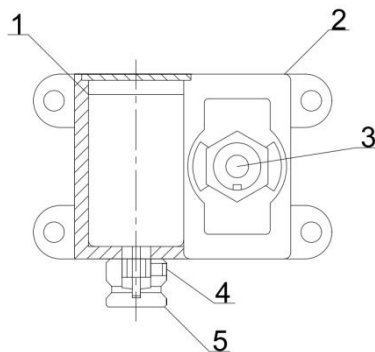


Výkres zostavy pneumatického motora a jeho častí



1	Prvá časť remenice	13	Poistná skrutka remenice
2	Druhá časť remenice	14	Pružina guľôčkového ventilu
3	Blok motora	15	Guľôčka
4	Olejová vaňa	16	O krúžky
5	Časť ventilu prívodu stl. vzduchu	17	Valec
6	Telo ventilu	18	Piest
7	Kryt vačkovej tyče	19	Čap ojnice
8	Vodítka prvej časti vačkovej tyče	20	Ojnica
9	Prvá časť vačkovej tyče	21	Poistná skrutka domčeka pre ložisko
10	Vodítka druhej časti vačkovej tyče	22	Domček ložiska
11	Poistná skrutka kl. hriadeľa a remenice	23	Ložiská
12	Druhá časť vačkovej tyče		

Výkres zostavy štartéra - elektrického motora 12V a jeho častí



1	Elektrický motor 12V
2	Telo štartéra
3	3-polohový spínač
4	Poist'ovacia skrutka remenice (červík)

Technické údaje

Počet valcov	1
Vrtnanie (mm)	17
Zdvih (mm)	7,4
Odfuk (priemer v mm)	3
Pomer prevodu	1 : 4,8
Mazanie	olej
Max. pracovný tlak stlačeného vzduchu (bar)	9
Generátor / Štartér	elektrický motor 12V
Najvyššie napätie pri nezaťaženom stave (V)	24
Najvyššie napätie pri zaťaženom stave (V)	12

Závery práce

Pneumatický motor sa dá použiť v praxi na premenenie energie stlačeného vzduchu na mechanickú energiu a s použitím generátora na napájanie spotrebiča. V mojom prípade LED pásika ale môže to byť akýkoľvek iný spotrebič ako napríklad nabíjačka mobilu.

Príprava tejto práce bola pre mňa prínosom hlavne z hľadiska nadobudnutia nových poznatkov z oblasti mechatroniky a strojnictva. Chcel som dokázať, že aj v domácom prostredí s minimom náradia a strojov sa dá zostrojiť plne funkčný pneumatický motor.