

Montážní jednotka autodílu

Pavel Daněk

Bakalářská práce
2005



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Souhlasím s tím, že s výsledky mé práce může být naloženo podle uvážení vedoucího bakalářské práce a ředitele ústavu. V případě publikace budu uveden jako spoluautor.

Prohlašuji, že jsem na celé bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval.

Ve Zlíně, 02. 06. 2005

.....

podpis

OBSAH

ÚVOD	5
1. STUDIJNÍ ČÁST	7
1.1 Tekutinové motory pro vratný přímočarý pohyb.....	7
1.1.1 Vlastnosti hydraulických a pneumatických přímočarých motorů	7
1.1.2 Přímočaré motory s jednostrannou pístnicí	8
1.1.3 Přímočaré motory s oboustrannou pístnicí	11
1.1.4 Přímočaré motory několikastupňové	11
1.2 Základní části a konstrukce pneumatických přímočarých motorů	12
1.2.1 Součásti pneumatických přímočarých motorů.....	14
1.2.2 Ukotvení pneumatických přímočarých motorů	14
1.2.3 Utěsnění pneumatických přímočarých motorů	17
1.2.4 Tlumení rázů na víko v koncích zdvihu pístu.....	18
1.2.5 Řízení pneumatických přímočarých motorů hydraulickým brzdícím motorem	19
1.3 Čističe vzduchu	20
1.3.1 Čističe nasávaného vzduchu	20
1.3.2 Čističe stlačeného vzduchu.....	21
1.4 Ventily.....	22
1.5 Regulátory tlaku	24
2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	25
2.1 Cíl práce.....	25
2.2 Návrh montážní jednotky	26
2.2.1 Popis funkce jednotky	26
2.3 Výpočty průměrů válců.....	31
2.4 Výběr z použitých pneumatických prvků.....	33
2.4.1 Pneumatický lineární motor BOSCH 0 822 354 011	33
2.4.2 Pneumatický lineární motor BOSCH 0 822 397 009	34
2.4.3 Pneumatický lineární motor BOSCH 0 822 333 505	35
2.4.4 Pneumatický lineární motor BOSCH 0 822 010 622	36
3. ZAVĚR	37
RESUME.....	38
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	39
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	40
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	41
SEZNAM TABULEK	42
SEZNAM PŘÍLOH	43

ÚVOD

Vratný přímočarý pohyb se silovým účinkem je mechanická operace, kterou lze vyvinout několika způsoby. Jako hnací energie lze použít elektrickou energii, která je převedena v elektromotoru na rotační pohyb. Ten je převeden šroubovým mechanismem s maticí na přímočarý pohyb. Další možný způsob je využití hydraulických zařízení. Hnací médium je vedeno od zdroje k hydraulickému motoru. Oproti předchozímu způsobu je tento systém výhodnější z hlediska poměru rozměru pracovního členu vůči výkonu. Na podobném principu pracují též pneumatické systémy. Pneumatický mechanismus je každé zařízení, které se používá k přenosu energie mezi hnacím a hnaným členem plynu, nejčastěji vzduchu. Pneumatické zařízení získaly významnou roli hlavně díky potřebě automatizovat výrobu, což se koncepčně jeví výhodnější než užití hydraulických, elektrických a tuhých mechanismů. V porovnání s ostatními mechanismy mají značné výhody, je to hlavně nízká cena, vysoká spolehlivost a jednoduchost systému.

Vzduchu jako kinematického a mechanického média se používá v mnoha oblastech technické i jiné lidské praxe pro své mnohostranné využití. V první řadě vzduch je životně důležitý plyn pro živé organismy, z čehož plyne zdravotní nezávadnost použití pneumatických obvodů. Z tohoto důvodu případný únik vzduchu nezpůsobí nebezpečí nebo ekologický problém jako v případě elektrických či hydraulických zařízení. Vzduch při různých teplotních podmínkách použití nekondenzuje (ovšem při použití za nízkých teplot je zapotřebí odvádět zkondenzovanou páru) a je zcela dostupný a vyskytuje se všude v našem okolí, což jej zvyhodňuje oproti hydraulickým kapalinám (cena, nutnost měnit kapalinu po určité době a pracovních hodinách atd.).

V technické praxi se vzduchu používá k přenosu pohybu a síly. Stlačený vzduch se přímo převádí na práci a proto je příznivý poměr výkonu a hmotností pracovního členu. Z tohoto důvodu se používá těchto členů jako ručních nástrojů. Často se používají v kombinaci s elektrickými či hydraulickými, hlavně v oblasti automatizace a ovládání procesů.

Nevýhodou je nízká účinnost vlivem zahřívání stlačováním a odporu ve vedení. Tato skutečnost vyžaduje přesné a uvážlivé projektování, znalost problematiky komponentů. Díky

možnosti přimazávání vzduchu aerosolem maziva lze vyvinout i velké rychlosti pracovních válců bez velkého opotřebení a zkrácení životnosti.

Tato bakalářská práce bude zaměřena na návrh pneumatické jednotky pro rozebíratelné spojení dvou dílů světlometu ve výrobním procesu. Shora zavěšený pneumatický válec bude pracovním členem a je potřeba zajistit dostatečnou sílu pro spojení průsvitné části s reflektorem, avšak je nezbytné, aby nedošlo k poškození dílů. Dále je třeba kontrolovat spojení obou dílů, což budou provádět čtyři kontrolní válce po stranách. V případě nedostatečného spojení je potřeba zastavit výrobu, aby nedocházelo k výrobě neshodných výrobků.

Nejvýznamnějším světovým výrobcem pneumatických zařízení se zastoupením na našem trhu je firma FESTO s pobočkou v Praze, Liberci a ve Zlíně. Dalšími významnými výrobci jsou firmy BOSCH, dále SMC, MARTRONAIR, STASTO, REXROTH. Výroba v naší republice je prezentována firmou HOERBIGER, jejíž výrobci jsou poličské strojířny.

1. STUDIJNÍ ČÁST

1.1 Tekutinové motory pro vratný přímočarý pohyb

Hydraulické a pneumatické přímočaré motory se používají jednočinné a dvojčinné. U jednočinných motorů je pracovní zdvih způsoben tlakovou tekutinou, kdežto vratný pohyb je konán působením pružiny nebo ještě častěji vnějším silovým zatížením. U dvojčinných motorů je pohyb v obou směrech ovládán tlakovou tekutinou. Dále jsou uvedeny jednotlivé hlavní druhy tekutinových motorů s přímočarým pohybem podle jejich základní konstrukce.

1.1.1 Vlastnosti hydraulických a pneumatických přímočarých motorů

Jako nositele energie u přímočarých hydromotorů se používají minerální oleje, směsi vody s vhodnými kapalinami, nehořlavé kapaliny a syntetické kapaliny pro náročné podmínky. U pneumatických přímočarých motorů se jako hnacího média používá nejčastěji stlačený vzduch.

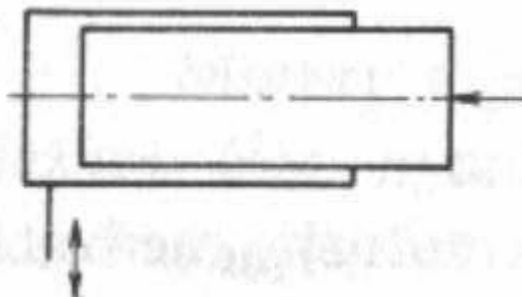
Provozní tlak u hydromotorů se používá 20 až 35 MPa. U pneumatických motorů se používá provozní tlak do 0,6, maximálně do 1,8 MPa kvůli velké stlačitelnosti vzduchu. Výsledný pohyb je vlivem malé stlačitelnosti hnacích kapalin u hydromotorů stejnoměrný a regulovatelný. Pružnosti systému se docílí použitím mechanických a spojovacích součástí, zejména pružných hadic. U pneumatických motorů lze sice řídit rychlost pístu, tak jako u hydromotorů jednoduchým škrcením, avšak reakce motoru je závislá na jeho zatížení. Tato nevýhoda se obchází kombinací hydraulického a pneumatického přímočarého motoru. Naopak výhodou pneumatických přímočarých motorů je dosažení velkých zdvihových rychlostí – až několik desítek m.s^{-1} . Velká stlačitelnost vzduchu je příčinou statické poddajnosti pneumatických mechanismů, což se jeví jako výhodné z hlediska rozbíhání a zastavování pneumatických motorů. Velká objemová roztažnost však způsobuje nepřesné zastavování v některé poloze pístu nebo řízení velikosti zdvihu mezi krajními polohami.

Mazání hydromotorů je zajištěno mazacími vlastnostmi pohonných médií, zejména je-li užito minerálních olejů. Pro dostatečné mazání pneumatických přímočarých motorů a pneumatických mechanismů musí být stlačený vzduch upraven a obohacen olejem. Mazání pneumatických mechanismů je někdy obtížné, protože vzduch není schopen zanést spolehlivě mazivo na všechna mazaná místa.

Na rozdíl od hydromotorů jsou pneumatické přímočaré motory schopny pracovat ve značném rozpětí okolních teplot, aniž by byla jejich činnost nepříznivě ovlivněna. Lze je použít v provozech, kde hrozí nebezpečí vznícení od otevřeného ohně nebo od rozžhavených částí zařízení. Pracují-li pneumatické motory při nízkých teplotách, musí být zaručeno spolehlivé odstranění vodních zkondenzované vody. Pneumatické přímočaré motory mohou pracovat v prostředí náročném na čistotu, jelikož při poruše systému nehrozí vytečení hnacího média jako u hydromotorů, například v potravinářském průmyslu či ve velmi prašném prostředí s nebezpečím výbuchu.

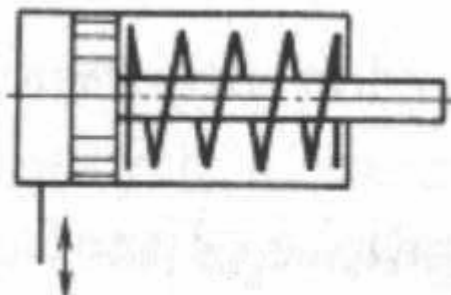
1.1.2 Přímočaré motory s jednostrannou pístnicí

Motory s jednostrannou pístnicí jsou jednočinné i dvojčinné. Motor na obrázku 1 má vnější průměr pístnice přibližně stejný jako vnitřní průměr válce. Toto provedení pístnice, tzv. plunžr, má výhodu v tom, že vyžaduje těsnění pouze v místě výstupu pístnice z válce. Motory jsou zásadně jednočinné, vratný pohyb je způsoben pouze vnější silou (zátěží).



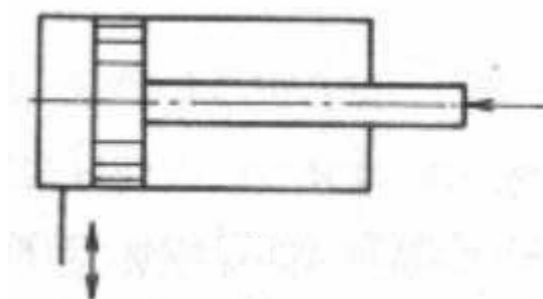
Obr. 1. Pneumatický motor s plunžrovým provedením pístnice

Motor na obrázku 2 má píst a pístnici. Tlaková tekutina je obvykle přiváděna na stranu bez pístnice, vratný pohyb pístu je způsoben pružinou.



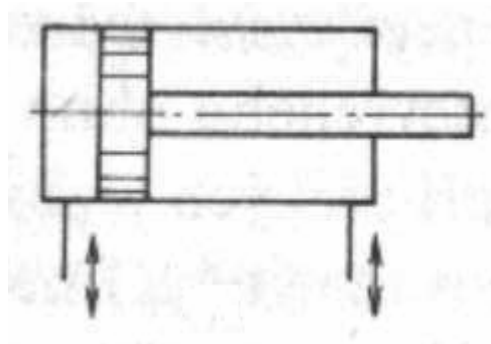
Obr. 2. Pneumatický motor s vratným pohybem pístu pružinou

Na na obrázku 3 je vratný pohyb způsoben vnější silou.



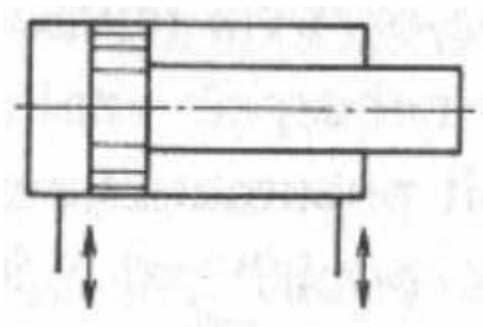
Obr. 3. Pneumatický motor s vratným pohybem vnější silou

Motor na obrázku 4 je dvojčinný s oboustranným střídavým přívodem tlakové tekutiny.



Obr. 4. Pneumatický motor s dvojčinným přívodem vzduchu

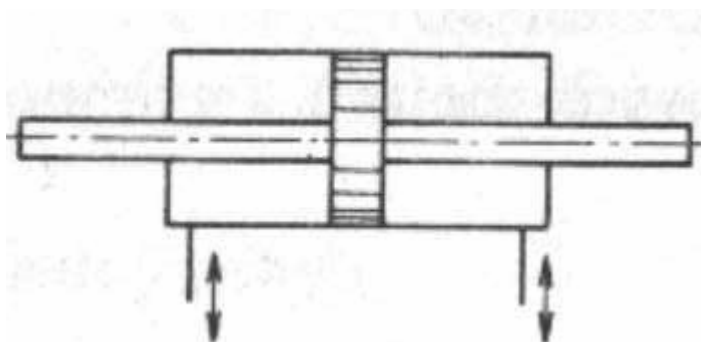
Zvláštním provedením dvojčinných přímočarých motorů s jednostrannou pístnicí na obrázku 5 jsou takzvané válce s diferenciálním pístem. Vyznačují se poměrně značným průměrem pístnice a poměr činných ploch na obou stranách pístu je zpravidla 1:2 až 1:3, pokud tento poměr není dán zvláštními provozními a funkčními požadavky. Diferenciálním pístem lze dosáhnout stejné rychlosti v obou směrech nebo rychlosti rozdílné podle zvoleného průměru pístnice. Při trvalém propojení přímočarého motoru se zdrojem tlakové tekutiny lze pouze přepojením přívodu na straně bez pístní tyče s tlakem nebo odpadem dosáhnout vratného pohybu pístu v obou směrech. U dvojčinných přímočarých motorů s jednostrannou pístnicí je pístnice namáhána střídavě na tah a na vzpěr.



Obr. 5. Pneumatický motor s dvojčinným přívodem vzduchu a diferenční pístnicí

1.1.3 Přímočaré motory s oboustrannou pístnicí

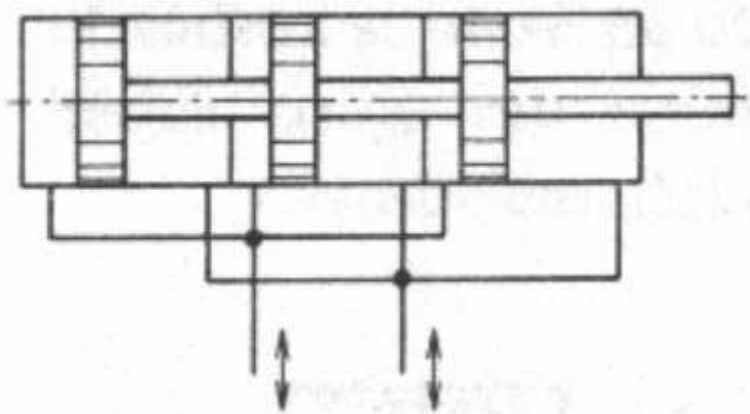
Motory s oboustrannou pístnicí na obrázku 6 jsou používány převážně v hydraulických zařízeních, ale zastoupení mají i v pneumatických systémech. Jejich výhodou je, že pístnice je namáhána v obou směrech pohybu na tah a nikoliv na vzpěr.



Obr. 6. Pneumatický motor s oboustrannou pístnicí

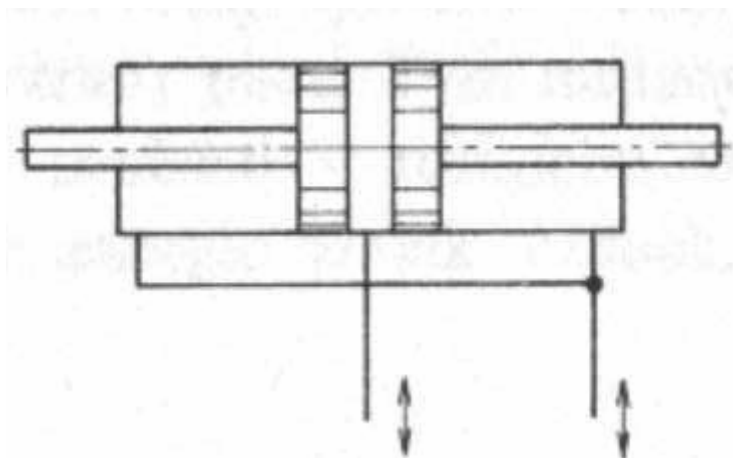
1.1.4 Přímočaré motory několikastupňové

Tyto motory se používají jednak ke zvýšení výsledné síly na pístnici, jednak k zvětšení zdvihu. Například dvojčinný motor na obrázku 7 se používá zejména v pneumatických zařízeních ke zvýšení síly na pístnici.



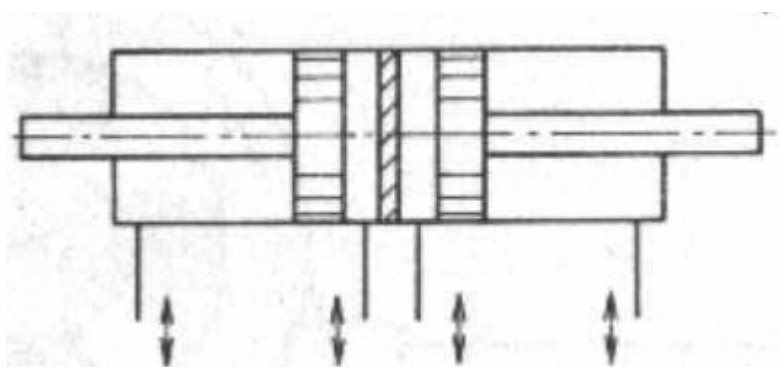
Obr. 7. Třístupňový přímočarý motor

Dvoupístový oboustranný motor na obrázku 8 je někdy vhodný ke zvýšení zdvihu.



Obr. 8. Dvoupístový oboustranný motor

Je-li válec rozdělen mezistěnou jako na obrázku 9, je možné dosáhnout dvou zdvihů.

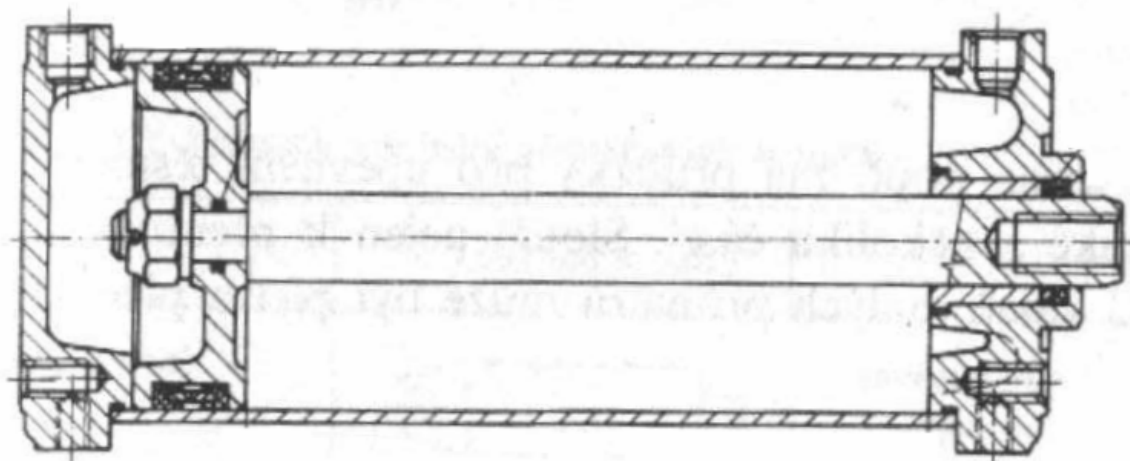


Obr. 9. Dvoupístový oboustranný motor s mezistěnou

1.2 Základní části a konstrukce pneumatických přímočarých motorů

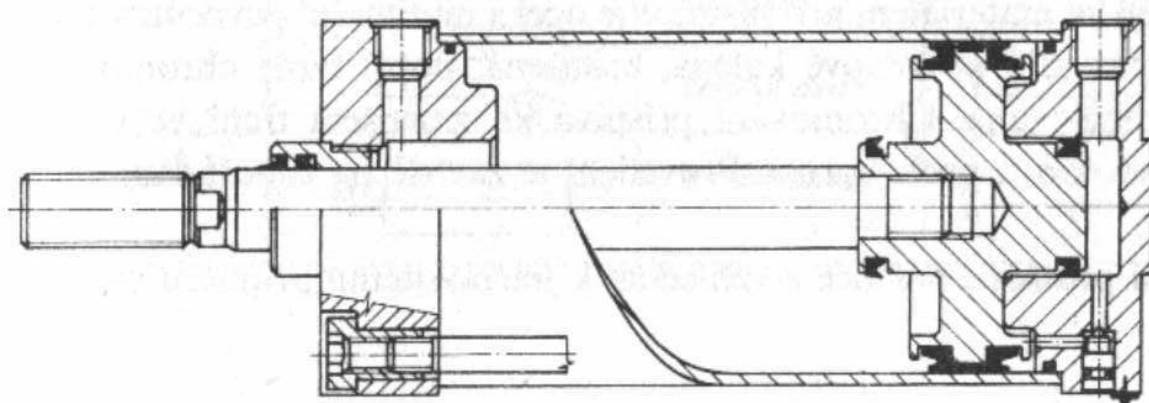
Vnitřní průměr pneumatických válců se pohybuje zpravidla od 25 do 400 milimetrů, ale podle potřeby je možné použít i zcela jiných průměrů. Pracovní zdvih se pohybuje ve velké oblasti, od několika milimetrů až po několik metrů. Tento zdvih je též závislý na průměru válce a na objemovém průtoku vzduchu potrubím.

Pneumatický motor bez tlumení je na obrázku 10. Utěsnění pneumatického motoru je znázorněno na obrázku 11. Píst, pístnice a tlumící nástavce jsou utěsněny jazýčkovými manžetami, píst je veden kluzným vodícím kroužkem.



Obr. 10. Jednoduchý přímočarý motor bez tlumení

Další možný způsob utěsnění pracovních částí motoru je pomocí dvoustranné hrncové manžety na obrázku 12.



Obr. 11. Přímocharý motor utěsněný jazýčkovými manžetami

1.2.1 Součásti pneumatických přímočarých motorů

Celek pracovního motoru tvoří píst, válec, pístnice a víka válců. Pístnice prochází jedním či oběma víky, záleží na konstrukci jedná-li se o motor s jednostrannou či oboustrannou pístnicí.

Válec je tvořen bezešvou ocelovou trubkou válcovanou, taženou nebo litou. Vnitřní povrch válce je jemně obráběn lapováním a honováním, aby nedocházelo k tření a předčasnému opotřebení pracovních částí. Někdy bývá vnitřní povrch válce ošetřen proti korozi chromováním. Pro pneumatické válce s vnitřním průměrem větším než 250 mm se používá skelný laminát.

Píst je nejčastěji vyroben z jednoho kusu, případně se užívají příložky k uchycení těsnících kroužků, často bývá složen i z několika součástí. Slouží k přenosu síly a k vedení pístnice. Při použití malých motorů s jednostrannou pístnicí je možné vyrábět pístnice totožného průměru jako válce.

Pístnice je silově namáhána na tlak (v případě motorů s jednostrannou pístnicí) a na tah. Používá se ocel s pevností v tahu minimálně 70 MPa. Pístnice je povrchově upravována kalením, broušením, superfinišováním a případně tvrdým chromováním a leštěním, které přispívá ke zmenšení tření mezi pístnicí a víkem a zlepšuje odolnost pístnice vůči korozi.

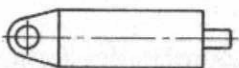
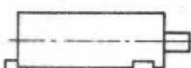
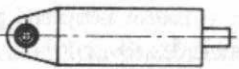
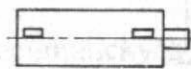
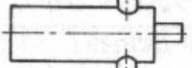
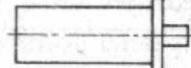
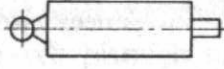
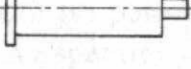
Víka jsou velice často z oceli, obrobené odlitky z litiny, ale používá se i neželezných kovů. Pokud jsou ve vících použity kluzná pouzdra, nezáleží na kluzných vlastnostech materiálu víka. Spojení vík s válcem bývá provedeno pomocí přírub, našroubováním vík na válec, stažením víka na válec svorníky, přišroubováním vík na opěrnou přírubu nebo nalisováním víka do válce s přesahem. Stažení víka svorníky je velmi rozšířeno zejména u kratších válců, výhoda spočívá v jednoduchosti sestavení. Upevnění vík se vybírá hlavně podle provozního tlaku, ve kterém bude válec pracovat.

1.2.2 Ukotvení pneumatických přímočarých motorů

Nejčastější upevnění pneumatických motorů je prováděno pevným a nehybným uchycením válce a pohyblivým upevněním pístnice. V technické praxi však nastávají i

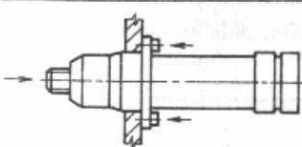
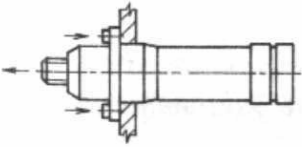
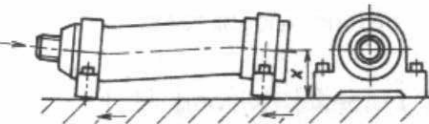
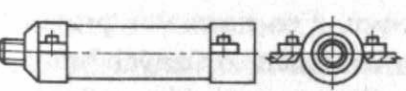
případy, kdy je vhodné použití pevného fixování pístnice a volného uložení válce. V tabulce I. Jsou popsány hlavní druhy ukotvení pneumatických motorů a tato ukotvení jsou totožná při záměně pístnic a válců.

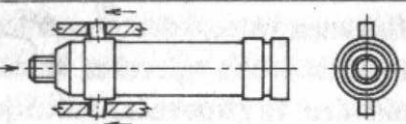
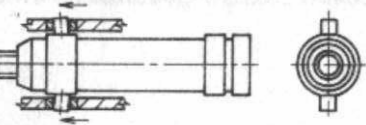
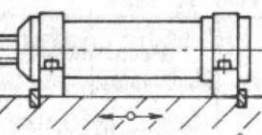
Tabulka I. Způsoby upevnění pneumatických motorů

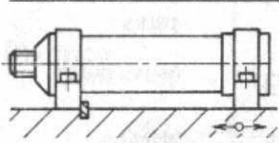
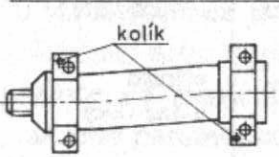
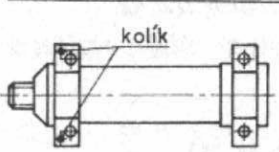
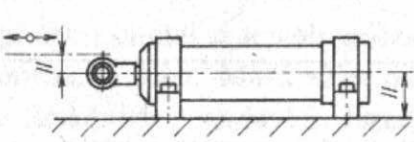
	Výkyvné motory			Pevné motory
v rovině		závěsné oko s pouzdem		základové patky
		závěsné oko s kloubovým ložiskem		osové patky
		čepový závěs		příruba víka válce
prostorově		kulový závěs		příruba u dna válce

Různé druhy uchycení válců vzhledem k okolnostem provozu (teplotní dilatace, způsob zatížení) jsou uvedeny v tabulce II.

Tabulka II. Způsoby použití pneumatických motorů

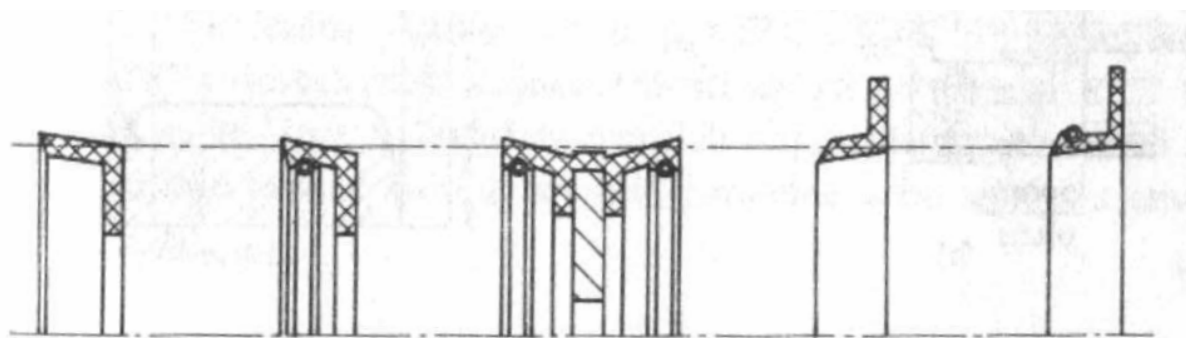
Vyobrazení	Použití
	Přirubové upevnění při převažujícím namáhání v tahu
	Přirubové upevnění při převažujícím namáhání v tlaku
	Patkové upevnění – osová síla F vyvolává ohybový moment Fx s následnou deformací motoru
	Správné upevnění při střídavém namáhání na tah a tlak – síla působí v ose motoru a nevzniká ohybový moment

Vyobrazení	Použití
	Otočné upevnění – čepy navrhnout tak, aby byly namáhány na střih a ne na ohyb
	Upevnění v kloubových ložiskách pokud možno nepoužívat
	Nesprávné upevnění – motor uchycený ve dvou místech pevně nemá možnost délkové dilatace vlivem změny teploty

	Správné upevnění – motor uchycený pevně pouze na straně pístnice může tepelně dilatovat
	Nesprávné upevnění dvěma středícími kolíky na obou koncích motoru – vlivem změn teploty motor vybočuje
	Správné upevnění – středící kolíky na straně pístnice
	Upevnění náročné na rovnoběžnost osy pístnice s rovinou upnutí a rovinou pohybu dalšího členu

1.2.3 Utěsnění pneumatických přímočarých motorů

Nejčastěji se pro píst a pístnici používá manžet z tvrzené pryže a z polymerů. Těsnění se vždy montují otevřenou částí proti tlaku vzduchu, tudíž u dvojčinných motorů se používá těsnění dvojité. Tam kde je třeba docílit co nejmenšího pasivního odporu při pohybu pístu, používá se umístění dvou až tří litinových pístních kroužků. Těsnost těchto kroužků je však horší než těsnost manžet a dochází také k většímu opotřebení válce. Výhoda tohoto utěsnění je také široké teplotní použití motoru bez poškození těsnění. Těsnící manžety jsou uvedeny na obrázku 12. První tři typy slouží pro utěsnění pístu ve válci a zbylé dva pro zatěsnění pístnice ve víku. Před těsnění pístnice je vhodné zařadit stírací kroužek, aby se v prašném prostředí zamezilo vnikání pevných částic z povrchu pístnice na těsnění a nedocházelo tak k poškození těsnění. V prostředí se zvýšenou prašností se používá pružných měchů, které musí mít zajištěnou možnost odvzdušnění. Tímto odvzdušněním však také mohou vnikat nečistoty pod povrch měchu, což se řeší napojením vnitřního prostoru měchu na stlačený vzduch o tlaku 10 až 20 kPa.

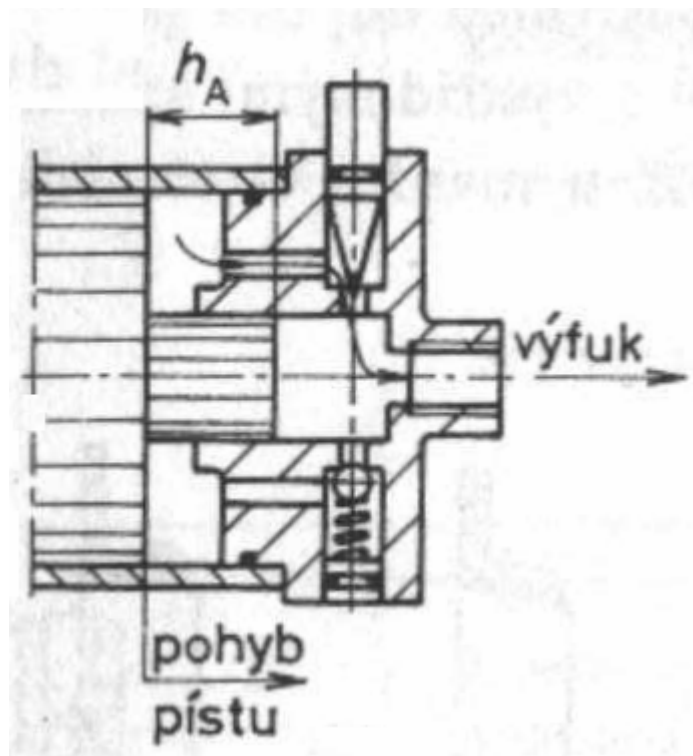


Obr. 12. Těsnící manžety pneumatických přímočarých motorů

1.2.4 Tlumení rázů na víko v koncích zdvihu pístu

Není-li pohyb v různých místech zdvihu zastaven v dostatečné vzdálenosti před víkem, dochází k nárazům pístu na víko v plné rychlosti. Hybnost pístu pak vyrazí víko ven z válce a dochází k opotřebení, případně poškození těchto součástí, opotřebovávají se také ostatní dílce vzhledem k přenosu energie na válec a jeho zavěšení. Při malých rychlostech pístu nejsou rázy na víko velké, nárazy jsou zvlášť nebezpečné při velkých rychlostech pístu a velkých kinetických hmotách připojených na pístnici. Zpravidla se zpomalujících prvků užívá, je-li rychlost pístu větší než $0,1 \text{ m.s}^{-1}$ a kinetická energie se musí pro tlumení převést na jinou formu energie (nejčastěji tepelnou).

Pro princip tlumení v horní a dolní úvrati se používá zasouvání nástavce nebo osazení pístu nebo pístnice do dílce se shodným vnitřním průměrem jako je vnější průměr pístu nebo pístnice, odkud je únik vzduchu řízen například zužující se klínovou drážkou. Vhodným řešením je také umístění zpětného ventilu do tohoto prostoru, který umožňuje snadné navrácení pístu z této krajní úvrati. Tento způsob je naznačen na obrázku 13. Snadný zpětný průtok vzduchu je zajišťován zpětným jednosměrným ventilem.



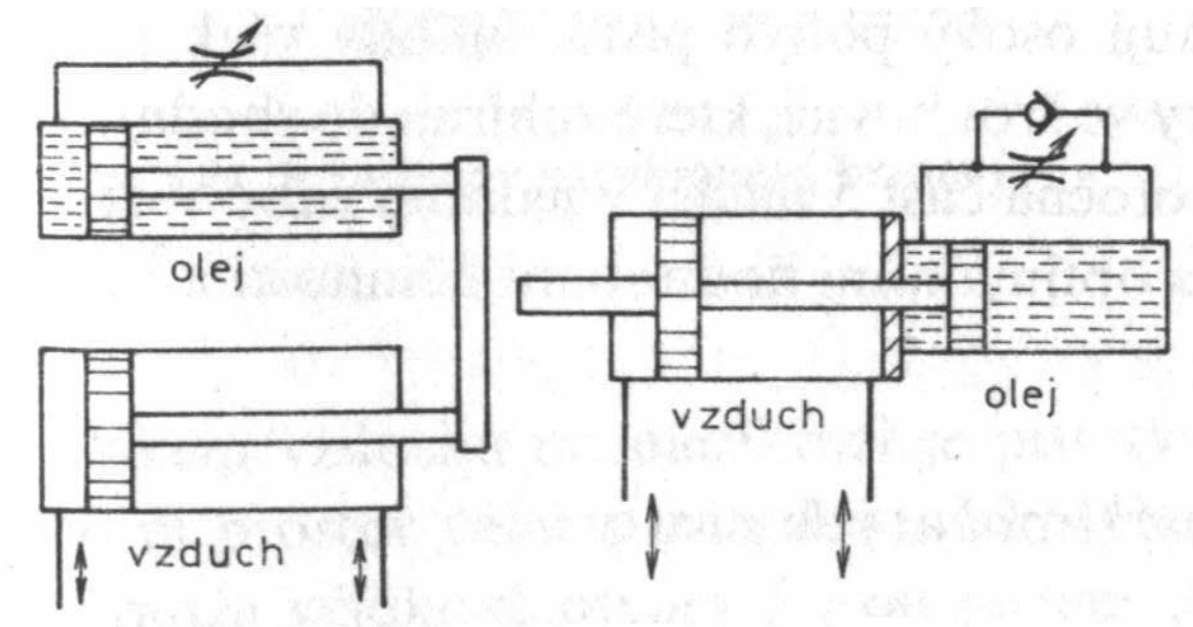
Obr. 13. Tlumení na konci zdvihu pneumatického motoru

Při velkých zdvizích a velkých rychlostech překračuje často kinetická energie schopnost tlumících prvků. Píst projede celou brzdnou dráhu a narazí na víko válce, nastává zpětný pohyb vlivem vysokého tlumícího tlaku. V takovýchto případech je nutno použít speciálního provedení válce nebo zařízení s mechanicky ovládanými škrťacími ventily.

1.2.5 Řízení pneumatických přímočarých motorů hydraulickým brzdícím motorem

Řízením výfuku pneumatických válců je rychlost řízena s dostatečnou stejnoměrností do rychlosti $0,01 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, je však závislá na zatížení. Pro vyšší přesnost a vyšší rychlosti se používají hydraulické brzdící motory vyobrazeny na obrázku 14, zapojené jako první z dvojice paralelně či jako druhý sériově, s pneumatickým motorem. Paralelním zapojením je dosaženo brzdění pohybu pístu v obou směrech rovnoměrně. Podle sériového (souosého) uspořádání podle obrázku je dosaženo brzdění v jednom směru, přičemž při pohybu druhým směrem je tlumící kapalina nasávána přes jednosměrný ventil. Ztráty kapaliny jsou

vyrovnávány nasáváním oleje jednosměrnými ventily na obou koncích zdvihu z vyrovnávacích nádrží.



Obr. 14. Spojení pneumatického motoru s hydraulickým brzdícím motorem

1.3 Čističe vzduchu

1.3.1 Čističe nasávaného vzduchu

Na počátku navrhování každého pneumatického systému je třeba si uvědomit v jakých podmínkách bude pneumatický obvod pracovat a jaké kvality bude nasávaný vzduch. První hrubá filtrace je nutná k tomu, abychom zamezili vniknutí velkých těles (větrem unášené listí, ptactvo, atd.) do systému. Tento vzduch je třeba dále filtrovat na čistotu, která je nutná k provozu kompresoru, aby nedocházelo k předčasnému opotřebení tuhými částicemi. Pro tyto účely jsou používány nejčastěji dva druhy filtrů, papírové a olejové.

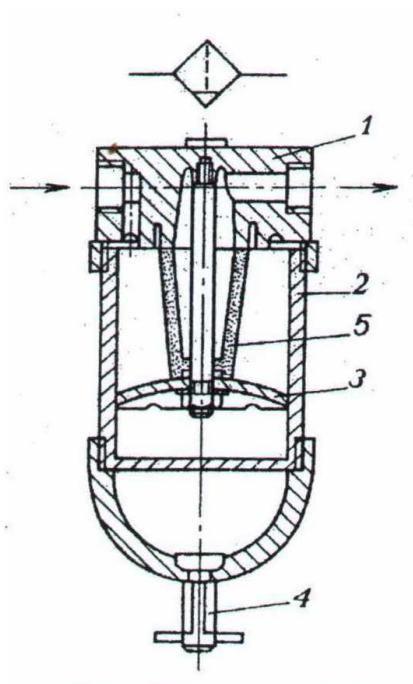
V papírových vzduchových filtrech proudí nasávaný vzduch skrz pórovitý papír poskládaný do tvaru harmoniky, čímž se zvětší plocha a zmenší odpor proti nasávání. Tyto

filtry jsou téměř bezúdržbové, jejich životnost je ovlivněna podmínkami a znečištěním nasávaného vzduchu, dochází k zanášení povrchu částicemi, které způsobí zhoršení průchodu vzduchu a tím též energetické ztráty. Filtry je možno čistit profoukáním stlačeným vzduchem, ale zpravidla se filtrační vložka vymění za novou.

Olejoyé odstředivé čističe nasávaného vzduchu jsou podstatně dražší kvůli složitosti zařízení. Nasávaný vzduch jimi proudí z horní části směrem ke dnu, kde dochází k rozrotování vzduchu i s mechanickými nečistotami. Ty jsou pak odtředěny na okrajích stěn a usazeny v olejové vrstvě a vyčištěný vzduch je pak čerpán kompresorem. V olejové náplni filtru jsou usazeny nečistoty ze vzduchu olejem stržené a náplň je třeba měnit podle prostředí v kterém čistič pracuje. Čistota vzduchu dosažená pomocí těchto čističů je výrazně vyšší než u papírových filtrů, používá se jich tam, kde je potřeba zaručit delší životnost součástí kompresoru, jedná se zejména o velké kompresory.

1.3.2 Čističe stlačeného vzduchu

Ze stlačeného vzduchu je třeba dále odloučit mechanické a kapalně nečistoty, protože spotřebiče tlakového vyžadují větší čistotu vzduchu než kompresor a také kompresor sám je zdrojem znečištění vzduchu-hlavně u pístových kompresorů je to kovový otěr ze stěn válce a olej, který se dostal přes pístní kroužky. Druhý důvod je obsah vodní páry, která kondenzuje na místech kde dochází ke zrychlení proudu vzduchu (redukční ventily atd.). Na obrázku 15. je popsán čistič tlakového vzduchu. Vzduch ve víku 1 je usměrněn tak, aby rotoval v nádrži čističe 2. Zkondenzované kapky vody jsou odstředivou silou vrhány na stěny nádoby a stékají na dno 3. Vložka čističe 5 zadrží nečistoty. Čistič se čistí vypráním vložky petrolejem a profouknutím stlačeným vzduchem.



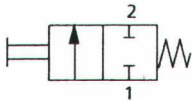
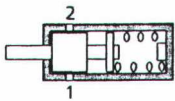
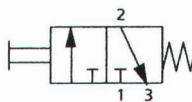
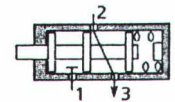
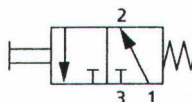
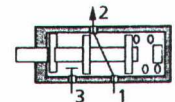
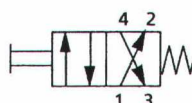
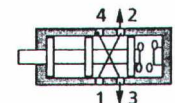
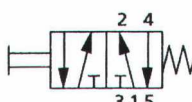
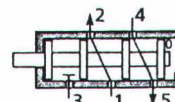
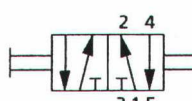
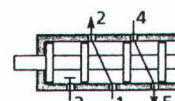
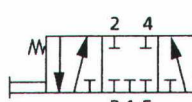
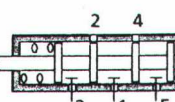
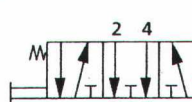
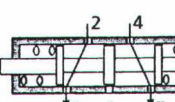
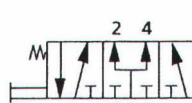
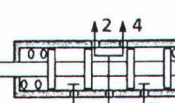
Obr. 15. Čistič stlačeného vzduchu

1.4 Ventily

Jsou to prvky v pneumatickém obvodu, které řídí průchod stlačeného vzduchu k pneumatickým prvkům na konci pneumatického řetězce, nejčastěji k pneumatickým válcům. Dělí se podle funkce na ventily pro řízení směru vzduchu, pro uzavření proudu vzduchu, pro řízení tlaku vzduchu a pro řízení průtoku vzduchu. Návrh pneumatických obvodů je oproti obvodům hydraulických snazší díky tomu, že není potřeba vracet pohonné médium zpět do nádrže, ale pneumatické ventily jsou opatřeny tzv. odfuky s tlumiči hluku.

Ventily se dále dělí na mechanicky ovládané, kdy přestavení polohy ventilu se dosáhne přímo pomocí manuálního přesunutí polohy šoupátka. Další způsoby ovládání jsou pomocí stlačeného vzduchu nebo elektromagneticky. V tabulce III. Jsou uvedeny schémata ventilů pro pneumatické obvody.

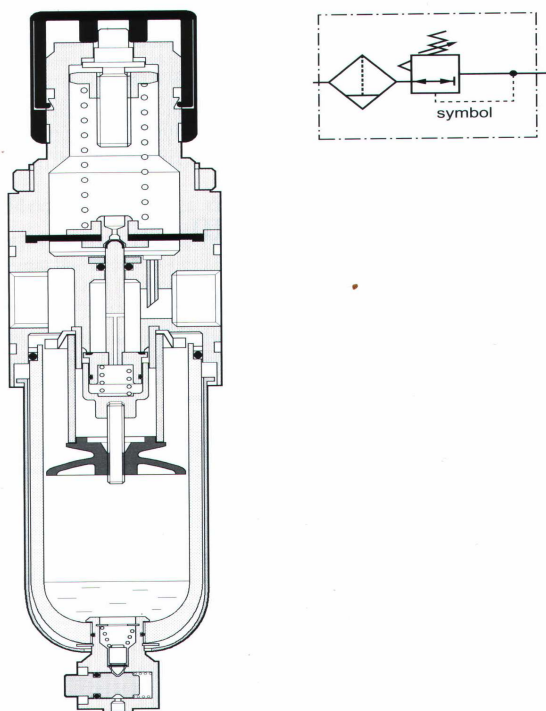
Tabulka III. Symboly ventilů a popis jejich funkce

symbol	funkční schéma	funkce	použití
		2/2 vstup/výstup bez odvodu	pneumatické motory a nářadí
		3/2 ventil v klidové poloze uzavřený (N.C.)	jednočinné válce, ovládací signály
		3/2 ventil v klidové poloze otevřený (N.O.)	jednočinné válce, ovládací signály
		4/2 ventil, přestavuje výstupy „2“ a „4“ vůči přívodu „1“ a odvodu „3“	dvojčinné válce
		5/2 ventil, přestavuje výstupy „2“ a „4“ vůči přívodu „1“ a odvodu „3“ a „5“	dvojčinné válce
		5/2 ventil s impulsním ovládním (bistabilní)	dvojčinné pohony, zůstane v poloze dané posledním ovládacím impulzem
		5/3 ventil se střední polohou uzavřenou	dvojčinné pohony s možností zastavení v libovolné mezipoloze
		5/3 ventil se střední polohou odvodu	dvojčinné pohony s možností odvodu obou komor pohonu
		5/3 ventil se střední polohou zavzdušněnou	dvojčinné pohony s možností zastavení v libovolné poloze se zavzdušněním obou komor pohonu

1.5 Regulátory tlaku

Od regulátoru tlaku se vyžaduje, aby udržoval stálou hodnotu tlaku v pracovním okruhu nezávisle na kolísání tlaku a na odebíraném množství vzduchu v dílenském rozvodu stlačeného vzduchu, kde musí být tlak vzduchu vždy vyšší než tlak vzduchu za regulátorem tlaku.

Základem konstrukce regulátoru tlaku je píst, nebo membrána. Tlakem vzduchu na jejich plochu se vyrovnává síla pružiny, která na tyto prvky působí. Předpětí pružiny se nastavuje otáčením stavěcího šroubu. Síla F vyvolaná předpětím pružiny přitlačuje membránu směrem dolů a otevře ventil. Pokud se tlak v systému zvedne natolik, že vyvolá na ploše membrány sílu větší, než je síla předepjaté pružiny, dojde k uzavření ventilu. Regulátory tlaku bývají z praktických a ekonomických důvodů velice často kombinovány s filtry stlačeného vzduchu. Na obrázku 16. je znázorněn průřez filtrem s regulátorem tlaku a jeho schematická značka.



Obr. 16. Filtr kombinovaný s regulátorem tlaku

2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

2.1 Cíl práce

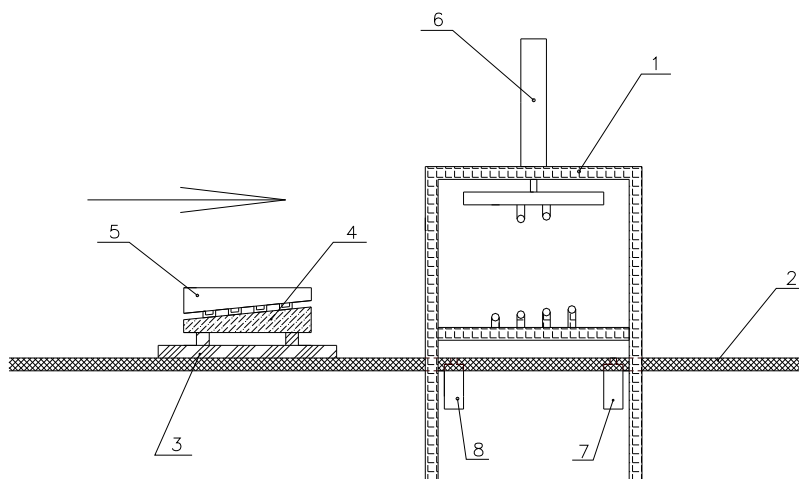
V úvodní literární studii byl proveden průzkum pneumatických prvků a systémů, které budou použity při realizaci konstrukce montážní jednotky. Samotná montážní jednotka bude umístěna v sérii pracovišť a na každém z nich bude prováděna jedna operace až k výslednému výrobku – tj. světlometu automobilu. Bude potřeba navrhnout koncepci jednotky tak, aby odpovídala co nejvíce požadavkům rozměrovým, energetickým a také ovládacím. Snahou je navrhnout jednotku plně automatizovanou z důvodů ekonomické úspory při výrobě. Úkolem montážní jednotky bude dosáhnout rychlého a spolehlivého spojení tělesa světla a číré krytky světlometu tak, aby došlo k jistému spojení s ohledem na křehkost lisovaných dílů. Bylo by vhodné též zajistit kontrolu důkladného zalisování, aby se předešlo nadměrné produkci zmetků. Pracovní síla bude vyvinuta pneumatickými prvky, jelikož průmyslová hala je vybavena rozvodem stlačeného vzduchu, provoz bude ve srovnání s elektrickými prvky tišší a méně náročný na údržbu. Pneumatické válce a komponenty budou dodány firmou BOSCH. Samotná mechanická konstrukce musí být provedena s nárokem na životnost stroje, která se předpokládá vysoká. Linkou budou projíždět dva druhy světlometů, a to levý a pravý kus. Musí tedy být zajištěna snadná výměna lisovacích desek s tvárníky podle potřeby výroby

2.2 Návrh montážní jednotky

Stroj je určen pro mezioperaci po kompletaci obou dílů světlometu, obsluha vloží těleso do vozíku a lehce je přiklopí čirým dílem z polykarbonátu, mezioperační dopravník pak dopraví tyto dva kusy do jednotky. Po scelení dílů v jednotce pokračuje světlomet na další pracoviště, kde se provádí automatizované lepení robotem. Pro konstrukci nosného tělesa jednotky jsem použil dle doporučení zadavatele stavebnicové profily tyče firmy Bosch. Značné výhody těchto stavebnicových systémů jsou pro snadnou montáž, jednoduchého návrhu konstrukce a možností upravit konstrukci podle potřeby.

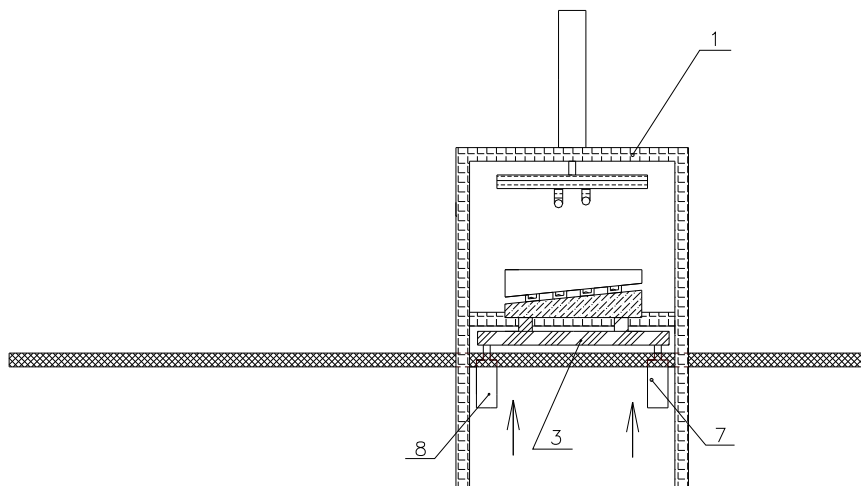
2.2.1 Popis funkce jednotky

1. Do jednotky (1) přijíždí po pásovém dopravníku (2) vozík WT (3) unášející dílce světlometu (4), (5). Horní válec (6) a spodní válce (7), (8) zůstávají zasunuty.



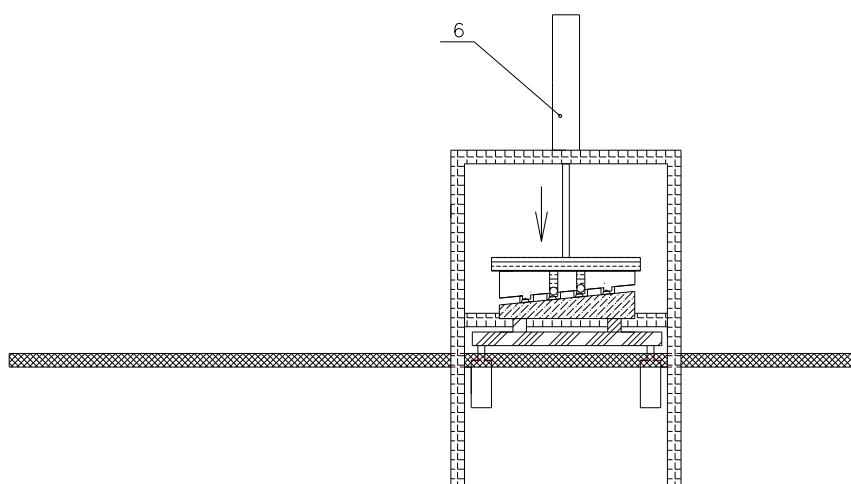
Obr .17. Přesunování dílů světlometu do montážní jednotky

2. Po příjezdu vozíku WT (3) do jednotky (1) je aktivováno optické čidlo, které spustí pneumatický okruh válců (7) a (8) a vozík je zvednut nad úroveň dopravního pásu, je tedy fixován na místě. Válce (7) a (8) jsou vysunuty po celou dobu jednoho cyklu operací.



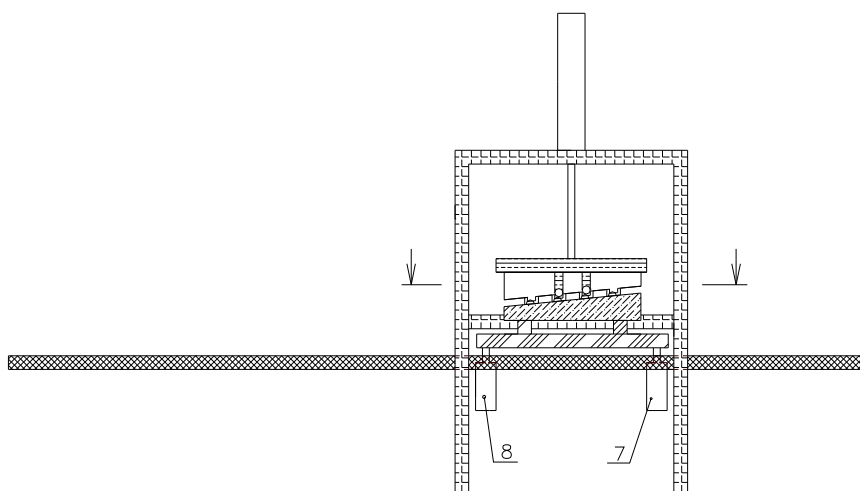
Obr .18. Nadzvednutí dílů světlometu v přípravku nad úroveň dopravníku

3. Po dosažení horního zdvihu spodních válců je aktivován horní válec (6), který začne pohybovat horní pohyblivou deskou směrem dolů proti dílcům až dojde ke styku tlačníků umístěných na horní pohyblivé desce s čířým krytem světlometu a je zatlačen silou do protikusu, čímž dojde ke spojení těchto kusů.

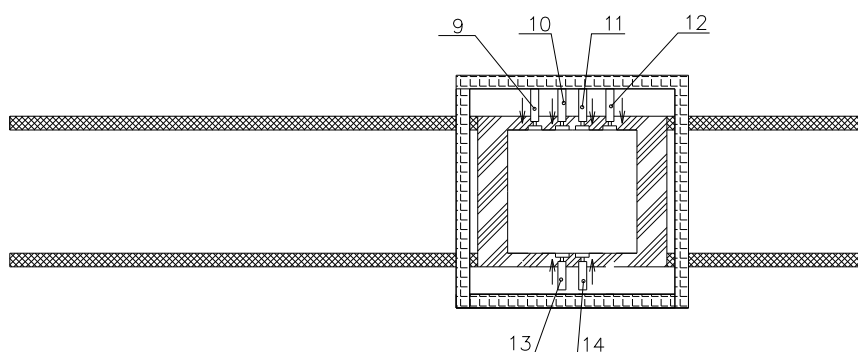


Obr .19. Zalisování dvou dílů světlometu

4. Kontrolu spojení obou dílu provádí postranní válce (9)-(12) uložené na rámu stroje a válce (13)-(14) uložené na pohyblivé desce. Na válcích jsou umístěna čidla snímání koncových poloh. Pokud nejsou dílce důkladně spojeny a oka nezapadnou přesně do výčnělků, některý z válců (9)-(16) nemůže docílit koncové polohy a řízení zastaví stroj. Válce (7) a (8) zůstávají vysunuty, je tedy zamezeno pokračování vadného kusu do výroby.

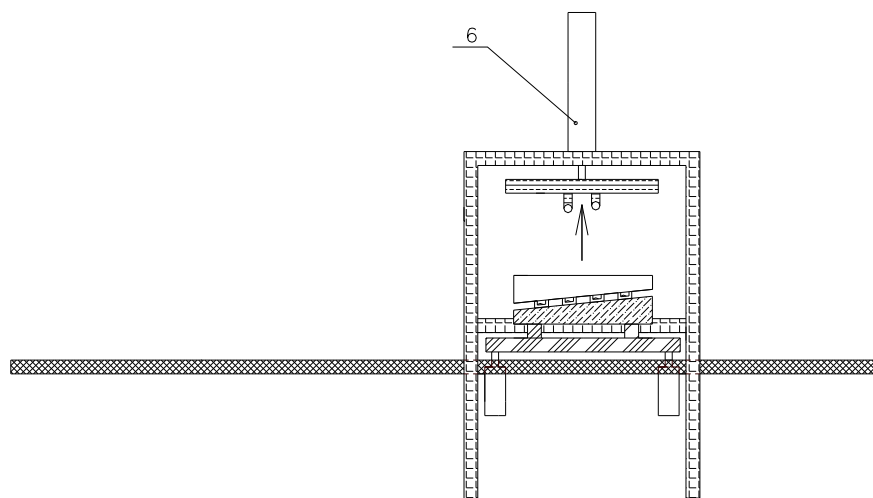


Obr .20. Kontrola zalisování dílů



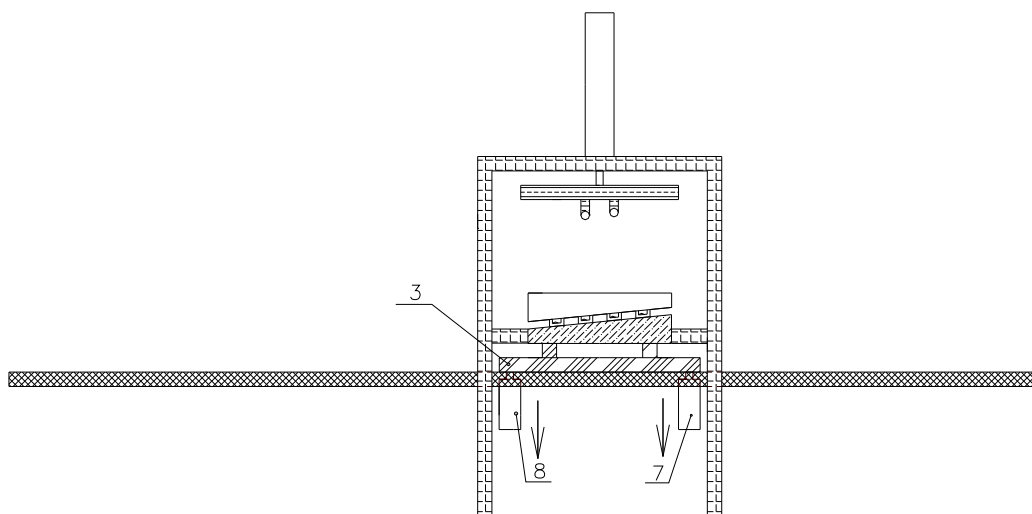
Obr .21. Kontrola zalisování dílů – pohled shora

5. Po zatlačení a zkontrolování spojení se horní válec (6) vrací do výchozí polohy směrem nahoru.



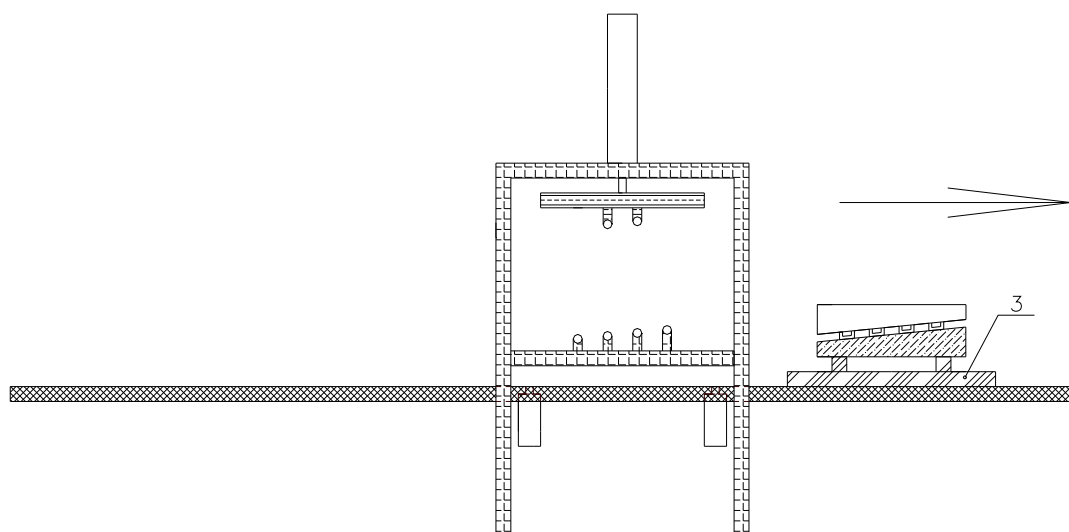
Obr .22. Hlavní válec zajíždějící do výchozí polohy

6. Pokud všechny kontrolní válce (9-16) dosáhnou svých koncových poloh v určitém naprogramovaném časconcové polohy jsou snímány indukčními snímači umístěnými na válci, válce (7) a (8) zajedou do výchozích poloh a spustí WT vozík (3) na pás dopravníku.



Obr .23. Zpuštění přípravku WT se světlometem na pásový dopravník

6. Vozík WT (3) se světlometem pokračuje po pásovém dopravníku na další pracoviště.



Obr .24. Světlomet přijíždějící k dalšímu pracovišti

2.3 Výpočty průměrů válců

Pracovní pneumatické válce musí být nadimenzovány s ohledem na provozní tlak v systému a na potřebnou sílu, která je nutná pro důkladné zalisování.

Tlak v systému je 0,6 MPa, který je však proti kolísání v síti redukován regulátorem tlaku na 0,4 MPa.

Síla F potřebná k zalisování dílů světlometu byla zjištěna experimentálně a při použití závaží o hmotnosti 100kg docházelo k zalisování vždy. Hmotnost desky s tlačíky byla zanedbána vzhledem ke své nízké hmotnosti oproti síle lisovací. Je také potřeba zajistit případné zvýšení síly o 100%, pokud bude potřeba lisovat jiný světlomet.

Síla nutná k zalisování je tedy:

$$\begin{aligned} F_1 &= 2 \cdot m \cdot g \\ F_1 &= 2 \cdot 100 \cdot 9,81 \\ F_1 &= 1962 N \end{aligned} \quad (1)$$

Odtud vypočteme průměr válce podle vzorce:

$$p = \frac{F}{S} \quad (2)$$

Po úpravě získáváme:

$$\begin{aligned} D_1 &= \sqrt{\frac{4F}{\pi \cdot p}} \\ D_1 &= \sqrt{\frac{4 \cdot 1962}{\pi \cdot 0,4}} \\ D_1 &= 79,02 \text{ mm} \end{aligned} \quad (3)$$

Určil jsem průměr hlavního válce $D_1=80 \text{ mm}$.

Hmotnost vozíku WT, horní přitlačné desky s tlačíky a dílů světlometu je 47 kg. Sílu vyvolanou tíhou těchto částí je potřeba připočíst k síle zvedací, která musí být v rovnováze se silou lisovací. I zde se uvažuje 100% přídavek. Jsou zde použity dva válce, síla se tedy rozkládá rovnoměrně na tyto dva.

Síla zvedací jednoho válce je tedy:

$$\begin{aligned}
 F_2 &= 2 \cdot m \cdot g + \frac{F_1}{2} \\
 F_2 &= 2 \cdot 47 \cdot 9,81 + \frac{1962}{2} \\
 F_2 &= 1903 \text{ N}
 \end{aligned} \tag{4}$$

Odtud:

$$\begin{aligned}
 D_1 &= \sqrt{\frac{4F}{\pi \cdot p}} \\
 D_1 &= \sqrt{\frac{4 \cdot 1903}{\pi \cdot 0,4}} \\
 D_1 &= \underline{77,82 \text{ mm}}
 \end{aligned} \tag{5}$$

Určil jsem průměry zvedacích válců $D_2=80 \text{ mm}$.

Síla kontrolních válců byla určena s ohledem na boční tuhost světlometu a nesmí přesáhnout hodnotu 70 N. Při síle větší dochází k velkému průhybu boční stěny světlometu. Z jednoho směru zabírá vždy dvojice válců, je tedy nutno počítat se silou vyvozenou oběma válci.

$$\begin{aligned}
 D_3 &= \sqrt{\frac{4F \cdot 2}{\pi \cdot 0,4}} \\
 D_3 &= \sqrt{\frac{4 \cdot 70 \cdot 2}{\pi \cdot 0,4}} \\
 D_3 &= \underline{21,11}
 \end{aligned} \tag{6}$$

Průměry kontrolních válců jsem tedy zvolil $D_3=20 \text{ mm}$

2.4 Výběr z použitých pneumatických prvků

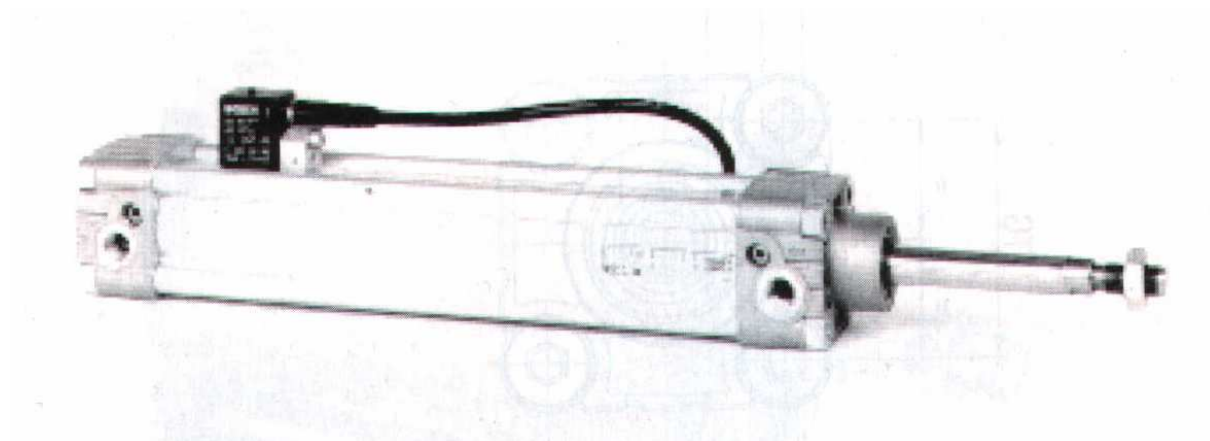
2.4.1 Pneumatický lineární motor BOSCH 0 822 354 011

Vlastnosti:

- válec je dvojčinný – pracovní pohyb je v obou směrech vyvoláván tlakem vzduchu přivedeným z jedné či z druhé části
- válec vykonává přímočarý pohyb
- válec je opatřen indukčním snímačem polohy
- v koncích zdvihu je válec opatřen pneumatickými tlumiči
- průřez válce je čtvercový
- pístnice s vnějším šroubením

Technická data:

Provozní tlak:	max 1 MPa
Rozsah provozních teplot:	-20 do 80°C
Mazání:	při max. rychlosti pístu 1m/s je tuková náplň celoživotní
Maximální teoretická síla:	5000 N
Zdvih:	500 mm



Obr.25. Pneumatický lineární motor BOSCH 0 822 354 011

2.4.2 Pneumatický lineární motor BOSCH 0 822 397 009

Vlastnosti:

- válec je dvojčinný
- vykonává přímočarý pohyb
- je opatřen snímačem polohy
- průřez válce je čtvercový
- pístnice s vnitřním závitem

Technická data:

Provozní tlak:	max 1 MPa
Rozsah provozních teplot:	-20 do 80°C
Mazání:	při max. rychlosti pístu 1m/s je tuková náplň celoživotní
Maximální teoretická síla:	5000 N
Zdvih:	80 mm



Obr.26. Pneumatický lineární motor BOSCH 0 822 397 009

2.4.3 Pneumatický lineární motor BOSCH 0 822 333 505

Vlastnosti:

- válec je dvojčinný
- vykonává přímočarý pohyb
- je opatřen snímačem polohy
- průřez válce je kruhový
- pístnice s vnějším šroubením

Technická data:

Provozní tlak:	max 1 MPa
Rozsah provozních teplot:	-20 do 80°C
Mazání:	při max. rychlosti pístu 1m/s je tuková náplň celoživotní
Maximální teoretická síla:	315 N
Zdvih:	100 mm



Obr.27. Pneumatický lineární motor BOSCH 0 822 333 505

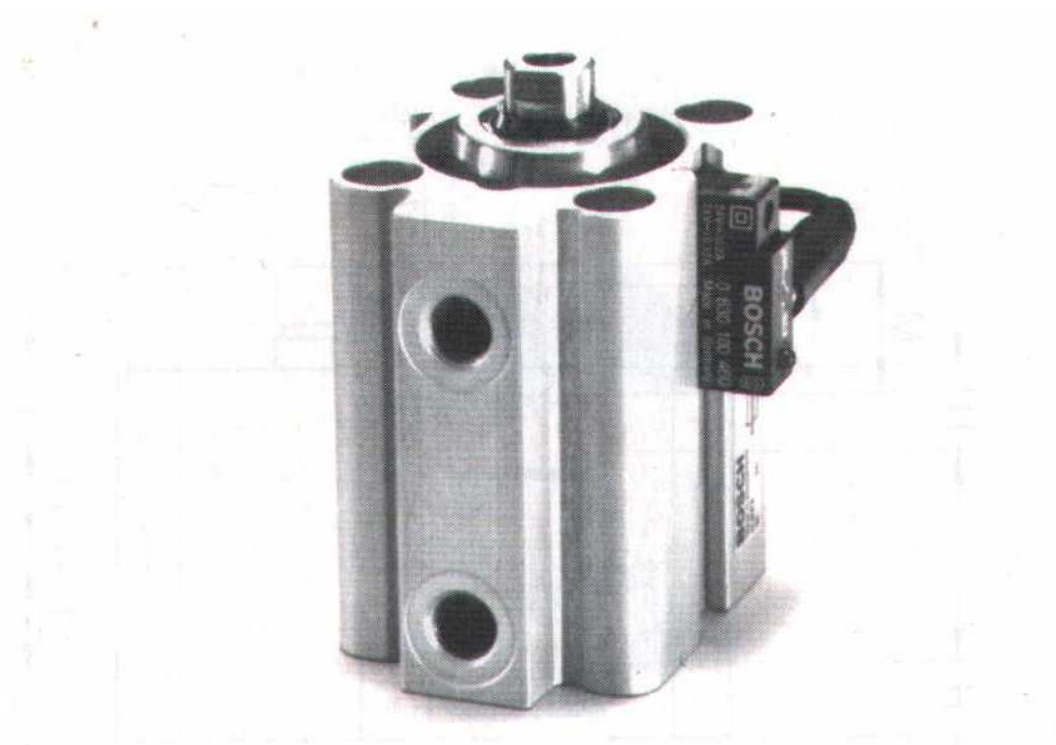
2.4.4 Pneumatický lineární motor BOSCH 0 822 010 622

Vlastnosti:

- válec je dvojčinný
- vykonává přímočarý pohyb
- je opatřen snímačem polohy
- průřez válce je čtvercový
- pístnice s vnitřním závitem

Technická data:

Provozní tlak:	max 1 MPa
Rozsah provozních teplot:	-20 do 80°C
Mazání:	při max. rychlosti pístu 1m/s je tuková náplň celoživotní
Maximální teoretická síla:	315 N
Zdvih:	20 mm



Obr.28. Pneumatický lineární motor BOSCH 0 822 010 622

3. ZÁVĚR:

Cílem této bakalářské práce bylo navržení montážní jednotky pro mezioperaci při výrobě světel v automobilovém průmyslu. Jako ideální hnací médium jsem využil stlačeného vzduchu, jelikož dnes již téměř každá automatizovaná linka využívá tohoto způsobu přenosu energie vzhledem k variabilitě a možnosti připojení dalších strojů a segmentů. Samotné stroje pak mají menší nároky na údržbu, na bezpečnost (na rozdíl od elektrických zařízení) a složitost konstrukce. Řízení pneumatických prvků je prováděno pomocí elektricky řízených ventilů. Tyto jsou napojeny a ovládány řídicím mikropočítačem BOSCH CL 200 napojeným na systém čidel umístěných ve stroji a vyhodnocuje, zda operace proběhla v pořádku. Pro návrh jsem zhotovil kompletní výkresovou dokumentaci s pneumatickým schématem.

RESUME:

The main reason of this bachelor work was to propose assembly unit for production of car lights in automobile industry. As a driving medium is used compressed air, because almost every factory today uses this type of transmitting of energy for its variability. It is too easy to connect next machine. Pneumatic components need lower claims for maintenance, so they aren't as dangerous as electrical machinery and they are easier for construction. Proceeding of pneumatic components is carried on by electrically proceeded vent driven by microcomputer BOSCH CL 200. I made complete drawing documentation with pneumatic diagram.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

- (1) Pivoňka, J. a kolektiv. Tekutinové mechanismy. SNTL, Praha, 1987
- (2) Bolek, A., Kochman, J. a kolektiv. Části strojů, 2. svazek. SNTL, Praha, 1990
- (3) Urban, J. Pneumatická doprava. SNTL, Praha, 1964
- (4) SMC Training, Stlačený vzduch a jeho využití. Firemní literatura, SMC Austria
- (5) Katalog pneumatických prvků BOSCH, 1997

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ :

p.....tlak [Pa]

F.....síla [N]

S.....plocha průřezu [mm²]

D.....průměr [mm]

g.....gravitační zrychlení [m/s²]

m.....hmotnost [kg]

SEZNAM OBRÁZKŮ :

Obr. 1. Pneumatický motor s plunžrovým provedením pístnice.....	8
Obr. 2. Pneumatický motor s vratným pohybem pístu pružinou.....	9
Obr. 3. Pneumatický motor s vratným pohybem vnější silou.....	9
Obr. 4. Pneumatický motor s dvojčinným přívodem vzduchu.....	9
Obr. 5. Pneumatický motor s dvojčinným přívodem vzduchu a diferenční pístnicí..	10
Obr. 6. Pneumatický motor s oboustrannou pístnicí.....	11
Obr. 7. Třístupňový přímočarý motor.....	11
Obr. 8. Dvoupístový oboustranný motor.....	12
Obr. 9. Dvoupístový oboustranný motor s mezistěnou.....	12
Obr. 10. Jednoduchý přímočarý motor bez tlumení	13
Obr. 11. Přímočarý motor utěsněný jazýčkovými manžetami	13
Obr. 12. Těsnící manžety pneumatických přímočarých motorů	18
Obr. 13. Tlumení na konci zdvihu pneumatického motoru	19
Obr. 14. Spojení pneumatického motoru s hydraulickým brzdícím motorem	20
Obr. 15. Čistič stlačeného vzduchu.....	22
Obr. 16. Filtr kombinovaný s regulátorem tlaku.....	24
Obr. 17. Přesunování dílů světlometu do montážní jednotky.....	26
Obr. 18. Nadzvednutí dílů světlometu v přípravku nad úroveň dopravníku.....	27
Obr. 19. Zalisování dvou dílů světlometu.....	28
Obr. 21. Kontrola zalisování dílů – pohled shora.....	29
Obr. 22. Hlavní válec zajíždějící do výchozí polohy.....	29
Obr. 23. Zpuštění přípravku WT se světlometem na pásový dopravník.....	30
Obr. 24. Světlomet přijíždějící k dalšímu pracovišti.....	30
Obr. 25. Pneumatický lineární motor BOSCH 0 822 354 011.....	33
Obr. 26. Pneumatický lineární motor BOSCH 0 822 397 009.....	34
Obr. 27. Pneumatický lineární motor BOSCH 0 822 333 505.....	35
Obr. 28. Pneumatický lineární motor BOSCH 0 822 010 622.....	36

SEZNAM TABULEK :

Tabulka I. Způsoby upevnění pneumatických motorů.....	15
Tabulka II. Způsoby použití pneumatických motorů.....	16
Tabulka III. Symboly ventilů a popis jejich funkce.....	23

SEZNAM PŘÍLOH :

PŘÍLOHA 1 - KUSOVNÍK

PŘÍLOHA 2 – PNEUMATICKÉ SCHÉMA

PŘÍLOHA 3 – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

PŘÍLOHA 1 – KUSOVNÍK

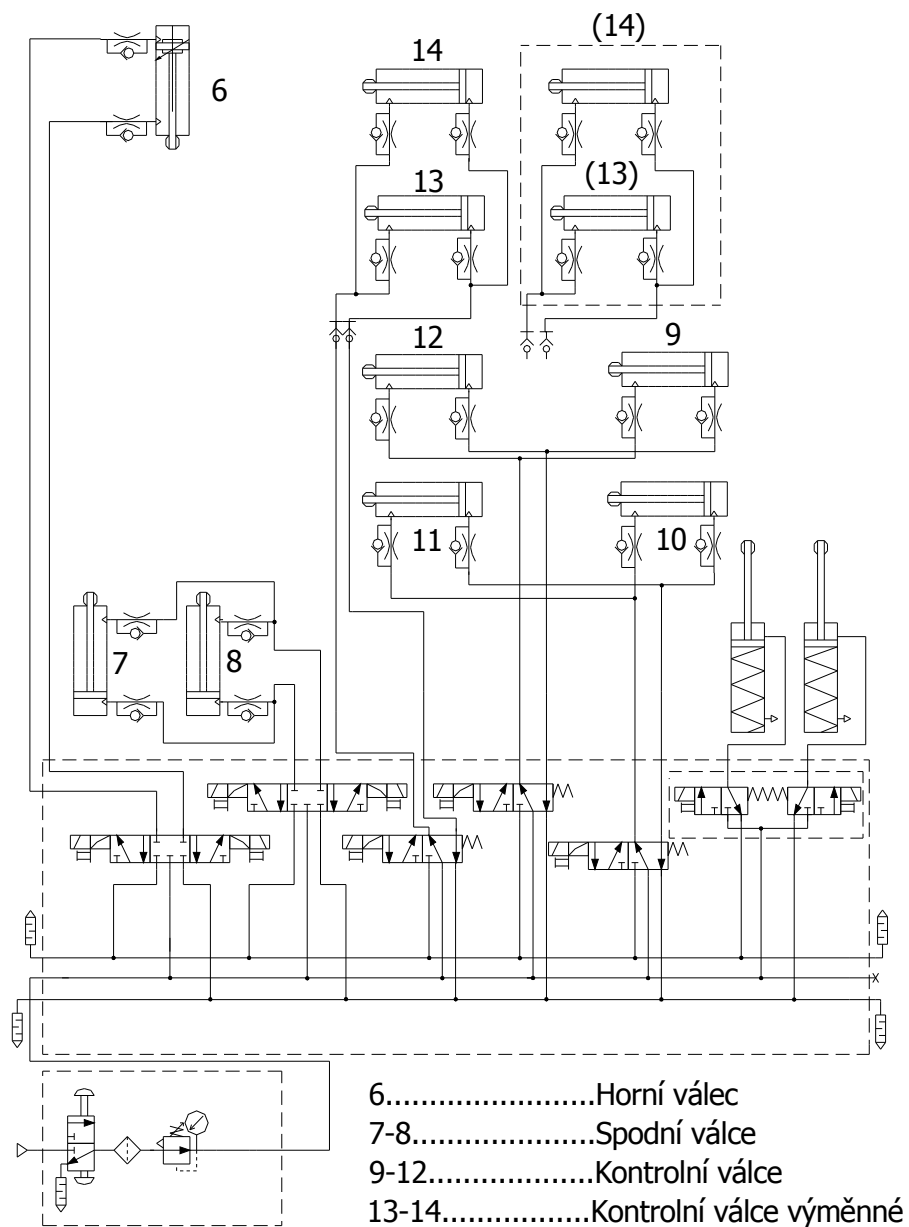
POZICE	KS	NÁZEV SOUČÁSTI	MATERIÁL	NORMA	ROZMĚR POLOTOVARU	POZNÁMKA
1	1	Deska základní		11 373	25x610x1010	chemicky niklováno
2	1	deska zvedací	AlMg4.5Mn		25x245x1000	povrch broušený na Ra=0,8
3	1	Deska horní pevná	AlMg4.5Mn		20x455x805	povrch broušený na Ra=0,8
4	1	Deska horní pohyblivá	AlMg4.5Mn		20x455x805	povrch broušený na Ra=0,8
5	1	Deska výměnná levá	AlMg4.5Mn		15x444x610	povrch broušený na Ra=0,8
6	1	Doraz 1 levý	AlMg4.5Mn		50x50x260	
7	1	Doraz 2 levý	AlMg4.5Mn		50x50x231	
8	1	Doraz 3 levý	AlMg4.5Mn		50x50x170	
9	1	Doraz 4 levý	AlMg4.5Mn		50x50x110	
10	1	Doraz 5 levý	AlMg4.5Mn		50x50x170	
11	1	Doraz 6 levý	AlMg4.5Mn		50x50x210	
12	1	Doraz 7 levý	AlMg4.5Mn		50x50x305	
13	1	Deska výměnná pravá	AlMg4.5Mn		15x444x610	povrch broušený na Ra=0,8
14	1	Doraz 1 pravý	AlMg4.5Mn		50x50x260	
15	1	Doraz 2 pravý	AlMg4.5Mn		50x50x231	
16	1	Doraz 3 pravý	AlMg4.5Mn		50x50x170	
17	1	Doraz 4 pravý	AlMg4.5Mn		50x50x110	
18	1	Doraz 5 pravý	AlMg4.5Mn		50x50x170	
19	1	Doraz 6 pravý	AlMg4.5Mn		50x50x210	
20	1	Doraz 7 pravý	AlMg4.5Mn		50x50x305	
21	1	Vodící lišta 1		14 220	35x35x455	Kaleno na HRC 60
22	1	Vodící lišta 2		14 220	35x35x455	Kaleno na HRC 60
23	4	Dotek pevný	Polyamid		Ø15x280	1 kus tyče
24	2	Středící tyč 1		14 220	Ø30x285	Kaleno na HRC 60
25	2	Středící tyč 2		14 220	Ø40x285	Kaleno na HRC 60
26	2	Držák dlouhý	AlMg4.5Mn		25x45x210	
27	2	Držák krátký	AlMg4.5Mn		25x45x120	
28	2	Držák vyměnitelný 1	AlMg4.5Mn		10x50x225	povrch broušený na Ra=0,8
29	1	Poziční kolík válcový		14 220	Ø17x37	Kaleno na HRC 60
30	1	Poziční kolík plochý		14 220	Ø17x38	Kaleno na HRC 60
31	2	Příruba		14 220	Ø95x55	chemicky niklováno
32	4	Vodící tyč			Ø16h6x206	firma Star-Rexroth
34	2	Pouzdro		14 220	Ø23x20	Kaleno na HRC 60
35	2	Úhelník	AlMg4.5Mn		L30x3-245	
36	2	Úhelník	AlMg4.5Mn		L30x3-995	
37	2	Poziční kolík válcový		14 220	Ø20x45	Kaleno na HRC 60
38	2	Poziční kolík plochý		14 220	Ø20x45	Kaleno na HRC 60
39	1	Lišta	AlMg4.5Mn		10x75x65	povrch broušený na Ra=0,8
40	1	Podložka		11 373	20x95x95	chemicky niklováno
41	4	Vodící tyč			Ø30h6x1240	firma Star
42	14	Dosedací plocha pryžová		AHC 5365		Shore 50-Gumárny Zubří
43	2	Kryt válců		11 373	1,5x600x650	chemicky niklováno

44	2	Dotek krátký	Polyamid		Ø15x150	
45	2	Dotek dlouhý	Polyamid		Ø15x150	
46	2	Držák vyměnitelný 2	AlMg4.5Mn		10x50x185	povrch broušený na Ra=0,8
101	1	Kryt přední	Makrolon čirý		5x668x1005	
102	1	Kryt zadní 1	Makrolon čirý		5x715x1005	
103	1	Kryt horní	Makrolon čirý		5x600x1005	
104	2	Kryt boční pravý	Makrolon čirý		5x300x600	
105	1	Kryt boční levý	Makrolon čirý		5x600x1360	
106	1	Kryt dolní	Makrolon čirý		5x200x1010	
107	1	Kryt zadní H	Makrolon čirý		5x190x1010	
108	1	Kryt zadní Z	Makrolon čirý		5x387x1010	
109	1	Kryt zadní D	Makrolon čirý		5x190x1010	
110	1	Kryt zadní D	Makrolon čirý		5x253x1005	
111	2	Kryt zadní B	Makrolon čirý		5x185x387	
301	2	Profil 60x60		3 842 990 350	L=765	firma Bosch
302	2	Profil 60x60		3 842 990 350	L=765	firma Bosch
303	1	Profil 45x45		3 842 990 520	L=1340	firma Bosch
304	1	Profil 45x45		3 842 990 520	L=1340	firma Bosch
305	1	Profil 45x45		3 842 990 520	L=1340	firma Bosch
306	1	Profil 45x45		3 842 990 520	L=1340	firma Bosch
307	2	Profil 45x45L		3 842 992 425	L=910	firma Bosch
308	2	Profil 45x45L		3 842 992 425	L=510	firma Bosch
309	2	Profil 45x45L		3 842 992 425	L=480	firma Bosch
310	1	Profil 45x45L		3 842 992 425	L=910	firma Bosch
311	2	Profil 45x45L		3 842 992 425	L=1000	firma Bosch
312	1	Profil 45x45L		3 842 992 425	L=245	firma Bosch
313	1	Profil 45x45L		3 842 992 425	L=297	firma Bosch
314	1	Profil 45x45L		3 842 992 425	L=910	firma Bosch
316	1	Profil 45x45L		3 842 992 425	L=510	firma Bosch
317	1	Profil 60x60		3 842 990 350	L=510	firma Bosch
318	44	Šroub S12x30		3 842 519 317		firma Bosch
319	4	Úhelník		3 842 146 848		firma Bosch
320	1	Upevňovací sada		3 842 146 880		firma Bosch
321	4	kolík		3 842 526 560		firma Bosch
322	4	Noha kloubová		3 842 511 893		firma Bosch
323	1	Dráha dopravníku		3 842 992 560		firma Bosch
324	2	zarážka VE 2		3 842 511 893		firma Bosch
326	8	Úhelník 60x60		3 842 523 546		firma Bosch
328	8	Úhelník 45x45		3 842 523 561		firma Bosch
334	2	Úhelník 45x45		3 842 523 553		firma Bosch
336	14	Úhelník 45x45		3 842 523 558		firma Bosch
341	2	Profil 45x45		3 842 990 520	L=234	firma Bosch
342	2	Profil 45x46		3 842 990 520	L=206	firma Bosch

343	2	Profil 45x47		3 842 990 520	L=144	firma Bosch
344	2	Profil 45x48		3 842 990 520	L=84	firma Bosch
345	2	Profil 45x49		3 842 990 520	L=144	firma Bosch
346	2	Profil 45x50		3 842 990 520	L=184	firma Bosch
347	2	Profil 45x51		3 842 990 520	L=279	firma Bosch
401	1	Válec ISO 80x500		0 822 354 011		firma Bosch
402	2	Válec kompaktní 80x80		0 822 397 009		firma Bosch
403	4	Válec ISO 20x100		0 822 333 505		firma Bosch
404	4	Válec ISO 20x15		0 822 010 622		firma Bosch
405	6	Škrťací ventil 6-G1/4		0 821 200 181		firma Bosch
406	16	Škrťací ventil 4-G1/8		1 821 200 179		firma Bosch
407	2	Ventil 5/3 24V		0 820 035 002		firma Bosch
408	3	Ventil 5/2 24V s pružinou		0 820 023 981		firma Bosch
409	1	Ventil 2x3/2 24V		0 820 037 102		firma Bosch
410	3	Sběrná deska		1 825 503 268		firma Bosch
411	1	Zaslepovací zátka		1 820 222 013		firma Bosch
412	4	Tlumič hluku		1 827 000 001		firma Bosch
413	1	Filtr/regulátor tlaku		0 821 300 300		firma Bosch
414	1	Manometr 0-6 barů		1 827 231 059		firma Bosch
415	1	Kulový ventil		0 821 300 901		firma Bosch
416	2	T-rozbočka		1 823 391 797		firma Bosch
417	8	T-rozbočka		1 823 391 795		firma Bosch
418	2	Zarážka		0 842 900 300		firma Bosch
419	2	šroubení 8-G3/8		1 823 391 159		firma Bosch
420	10	šroubení 6-G1/4		1 823 391 158		firma Bosch
421	15	šroubení 4-G1/4		1 823 391 164		firma Bosch
422	7	šroubení 4-G1/8		1 823 373 010		firma Bosch
423	2	spojka přímá		1 823 391 332		firma Bosch
457	1	Suvné vedení		1 827 001 632		firma Bosch
501	4	Lineární kuličkové vedení 1		1083-630-20		firma Star-Rexroth
502	4	Mazací hlavice			M8x1	
503	1	Pružinový pístek aretační		GN617.1-8-Ak-NI		firma Eles+Ganter
504	4	Lineární kuličkové vedení 2		1083-616-20		firma Star-Rexroth
505	4	Mazací hlavice			M8x1	
601	1	Rozvaděč				
602	1	Světelná závora				

	Jméno	Datum	Typ	Montážní jednotka autodílu	Měřítko
Kreslil	Pavel Daněk	1.6.2005			
Kontroloval			Název dílu	Kusovník	Listů
Schválil					
			Číslo zakázky		List
ISO 2768-mK			Název souboru (*.DWG)		

PŘÍLOHA 2 – PNEUMATICKÉ SCHÉMA



PŘÍLOHA 3 – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Základní pohled.....	list č.1
Pohled A.....	list č.2
Pohled B.....	list č.3
Pohled C.....	list č.4
Pohled F.....	list č.5
Pohled D.....	list č.6
Pohled E.....	list č.7
Pohled P.....	list č.8
Výrobní výkresy.....	příložené CD

