



Středoškolská technika 2013

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

VÝROBA FUNKČNÍHO PROCESORU

Josef Březina

VOŠ, SPŠ a OA Čáslav
Přemysla Otakara II. 938, 286 14 Čáslav

Obsah

Zadání ročníkové práce	Chyba! Záložka není definována.
Prohlášení	Chyba! Záložka není definována.
Poděkování	Chyba! Záložka není definována.
Úvod	5
1. Obecné informace a základy	5
1.1. Definice	5
1.2. Historie	5
1.2.1. Starověk	5
1.2.2. Středověk	5
1.2.3. Novověk	5
1.2.4. Historie firmy Jikov	7
1.3. Výroba a využití stlačeného vzduchu	7
1.4. Vzduch	8
2. Kompresory	10
2.1. Rozdělení podle typu, dle ČSN 10 5010 (viz obr. 3)	10
2.2. Nejpoužívanější typy kompresorů	11
3. Výroba kompresoru	12
3.1. Hlavní části kompresoru	12
3.1.1. Pohon	12
3.1.2. Kompresor	12
3.1. Návrh a konstrukce kompresoru	14
3.1.1. Stroje a měřidla použité při výrobě kompresoru	14

3.1.2.	Chlazení kompresoru	14
3.1.3.	Vzduchový filtr (sací)	14
3.1.4.	Olejevá vana kompresoru	15
3.1.5.	Výroba řemenice	16
3.1.6.	Tlaková nádoba	17
3.1.7.	Rám kompresoru	18
3.1.8.	Elektrické zapojení	20
3.1.9.	Pneumatické členy	22
3.2.	Příslušenství kompresoru.....	25
3.2.1.	Příslušenství mého kompresoru	25
3.2.1.1.	Hadice.....	25
3.2.1.2.	Plnič pneumatik.....	25
3.2.1.3.	Stříkácí pistole.....	25
3.2.1.4.	Pískovací pistole.....	25
3.2.2.	Další využívané příslušenství	25
3.2.2.1.	Příklepové utahováky	25
3.2.2.2.	Sponkovačky, hřebíkovače.....	26
3.2.2.3.	Ostatní příslušenství	26
	Závěr.....	27
	Seznam použité literatury	28
	Anotace	29
	Resumé	30
	Seznam příloh.....	31

Úvod

Každý z nás má doma nějaký kompresor a ani si neuvědomujeme, že má daleko širší využití, než jen nafukování pneumatik, či nanášení barev. Stlačený vzduch, který kompresor vyrábí, má stále častější využití v průmyslu i mimo něj. Ať už to je v potravinářském průmyslu, těžebním průmyslu nebo při výrobě papíru. I když je výroba stlačených plynů poměrně nákladná, má na druhou stranu mnoho podstatných výhod. Dá se skladovat, v kompresorech jsou filtry, které zbavují plyny nečistot, tudíž se tato technologie stává ekologickou.

1. Obecné informace a základy

1.1. Definice

„Kompresor je stroj na stlačování plynů a par. V něm se vynaložením nejčastěji mechanické energie zvyšuje tlaková energie nasávaného plynu. Je to stroj pracovní (potřebuje k činnosti vnější energii), tepelný (při stlačování se většina mechanické práce mění v teplo).“ [1]

1.2. Historie

1.2.1. Starověk

Přístroji stlačujícími vzduch se zabývají lidé od dávných dob až po dnešek.

První využití stlačeného plynu je známo více než 5 000 let. V době Babylonské říše ho využívali při výrobě bronzových nástrojů. Malby přibližně z 1500 let př. n. l. byly nalezeny archeology v egyptských hrobkách. Zobrazovaly tavení kovů za pomoci dvou střídavě působících měchů. [2]

Také Homér popsal funkci kompresoru v Iliadě, která byla napsána přibližně 800 př.n.l..

„Pravil, a nymfu tam nechal a odešel k měchům. Ty rychle obrátil k ohni a dal jim zas rozkaz chopit se práce. V zápětí dvacet měchů mu foukalo do výhně, přičemž všeliký vzdušný proud, a mohutný, zachycovaly, aby byl při pilné práci hned po ruce slabý, hned silný, jak si to Héfaistos přál a jak toho žádalo dílo.“ [3]

V letech 450-350 př. n. l. řečtí filozofové Platon a Aristoteles sestrojili přístroje na stlačování vzduchu. Stlačený vzduch byl dodáván potápěčům, nebo byl využit například pro ozvučení píšťal. [2]

1.2.2. Středověk

Ve středověku se kompresory zabývali například George Agricola, nebo Leonardo da Vinci, který jako první vymyslel zásobník na stlačený plyn.

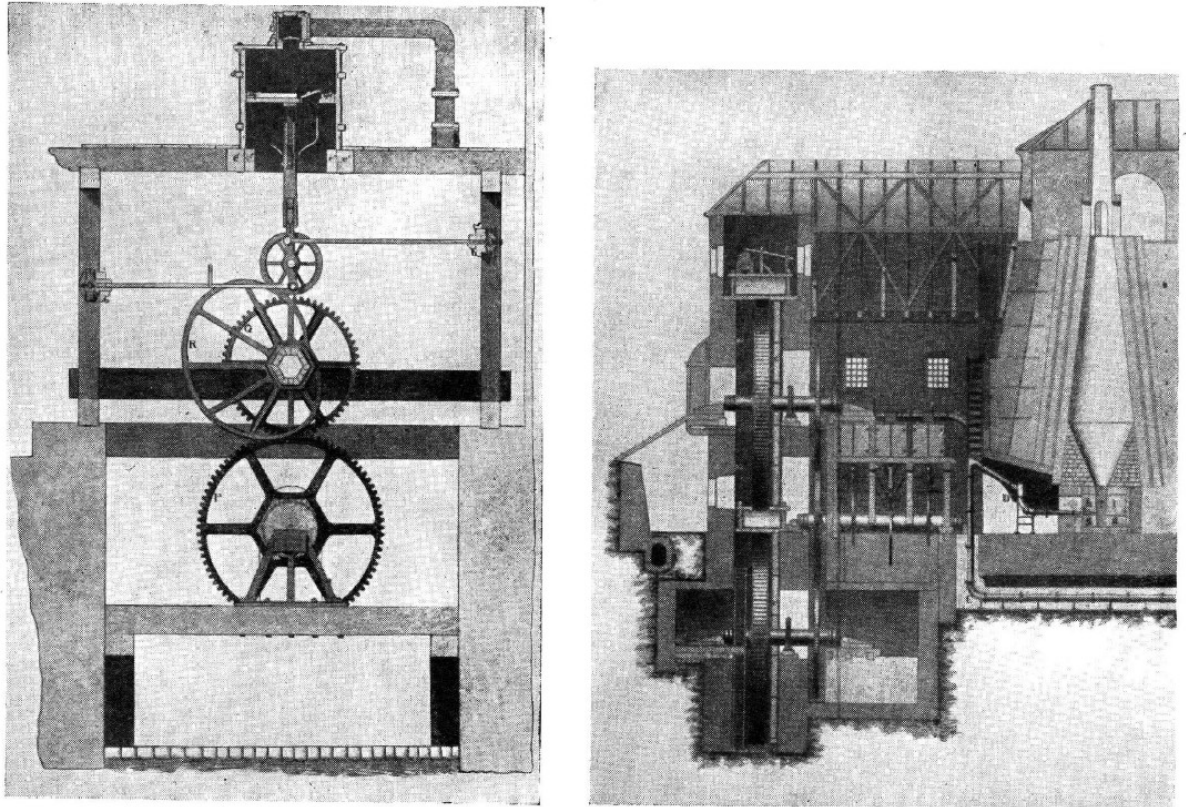
1.2.3. Novověk

V novodobé historii to byl například Otto von Guericke, který se nejen zabýval stlačováním plynů, ale také problematikou vakua a podtlaku. James Watt zdokonaloval von Guerickeovu práci, sestrojil dvojčinný parní stroj a vyřešil utěsnění pístu, které bylo zapotřebí, aby parní stroj správně fungoval. [2]

První vícestupňový kompresor se objevil v roce 1829, kdy si anglický vynálezce nechal patentovat dvoustupňový kompresor. [2]

František Josef Gerstner, zakladatel Pražské inženýrské školy (nyní ČVUT), navrhl kolem roku 1810 dmyhadlo pro vysokou pec v Novém Jáchymově u Berouna (viz obr. 1). Dmyhadlo bylo třívalcové se čtvercovými písty, které byly poháněny vačkami nasazenými na hřídeli s otáčkami 4ot/s. [1]

S průmyslovou výrobou kompresorů u nás je svázáno více firem. Mezi prvními byla Škoda, která se věnovala převážně turbokompresorům, dále to byl Breitfield, který se později sloučil s ČKD a firma Ruston, zabývající se převážně výrobou parních strojů, posléze výrobou lodí. V roce 1954 firma Jikov započala s výrobou vysokotlakých kompresorů. V posledních 20- ti letech není výrobce, který by měl dominantní postavení na trhu. Je to dáno mnoha novými technologiemi a širokou škálou využití. [1,2]



Obr. 1 Řez tříválcovým dmyhadlem podle návrhu prof. Gerstnera [2]

1.2.4. Historie firmy Jikov

(Kompresor Jikov 4101 je použit ve vyráběném kompresoru)

V roce 1899 je založena firma JULIUS ŠKRLANDT a spol.. Byl položen základ strojírenské a slévárenské výroby této firmy.

Firma JULIUS ŠKRLANDT a spol. v roce 1911 jako taková zaniká a vzniká z ní nová firma UNION akc. strojírna a slévárna České Budějovice. Zaměřovala se na výrobu vodních turbín, montáž a opravy motorů.

UNION akc. se v roce 1948 stal státním podnikem, nově MOTOR UNION, a přeorientoval se na automobilový průmysl. Vyráběl automobilové komponenty, dvoudobé i čtyřdobé motory.

Píše se rok 1954 firma, nyní pouze MOTOR, ale stále národní podnik, začíná vyrábět palivové a vzduchotlakové soustavy pod ochrannou známkou „Jikov“.

V roce 1980 se zahájila výroba prvků palivové soustavy a karburátorů pro vozy Škoda 105, Škoda 120 a následně Škoda Favorit. Dále byla zahájena výroba vysokotlakých kompresorů.

V roce 1991 se MOTOR JIKOV stává akciovou společností a zakládá společný podnik s firmou Robert Bosch..

V současné době firma MOTOR JIKOV je rozdělena na několik dceřiných společností a vyrábí například motory Fichtel & Sachs, komponenty pro firmu Electrolux, nebo Scania AD a výroba domácích čerpacích stanic CNG.

1.3. Výroba a využití stlačeného vzduchu

Využití, jak jsem již uvedl v úvodu, je velmi rozmanité a nachází se prakticky všude. Výhody nejsou jen ve skladovatelnosti, či ekologickém čištění vzduchu pomocí filtračních jednotek, ale i dostupnosti (je všude kolem nás), není hořlavý, nekondenzuje, není jedovatý, nehrozí nebezpečí zkratu. Jistě bychom našli mnoho dalších kladných vlastností této technologie.

Samozřejmě k výrobě stlačeného vzduchu a jeho následnému skladování, či využití je potřeba více, než jen samotný kompresor. Především elektrická energie používaná elektromotorem, nebo chladicím zařízením, jež chladí stlačený vzduch. Rozvody stlačeného vzduchu pomocí potrubí, uskladnění v tlakových nádobách („vzdušnicích“). Úprava již stlačeného vzduchu v sušičkách, nebo odlučovačích vodních par a oleje. Maznice, pro větší životnost rozvodů. Spínací ventily, redukční ventily průtoku, nebo tlaku a zesilovače tlaku. Potřeba je také použití manometrů, teploměrů, popřípadě měřidel spotřeby.

Využití stlačeného vzduchu:

Přenos síly a pohybové energie (pneumatické motory)

Pohon strojů, ovládání zařízení pomocí pneumatických prvků, ovládání strojů

Využití na přímo (huštění pneumatik, zintenzivnění hoření, nanášení barev apod.)

Při ovládání různých systémů lze ideálního výsledku dosáhnout kombinací pneumatických prvků s elektrickými, popřípadě hydraulickými, nebo všech tří současně.

Konstrukteři je využívají pro neekonomičtější, neekologičtější, ale i zároveň nejjednodušší výrobu a způsob chodu systému. [1]

1.4. Vzduch

Je to plyn tvořící atmosféru. Je nezbytný pro život všech živočichů a rostlin. Je stlačitelný, průhledný a bez zápachu. Využití vzduchu je zejména jako druhá složka fosilního paliva, protože podporuje hoření. Dále se z něj získávají čisté plyny (kyslík, dusík, argon). [7]

Složení vzduchu

Látka	Objem [%]	Hmotnost [%]
dusík	78,09	75,51
kyslík	20,95	23,16
argon	0,93	1,28
oxid uhličitý	0,033	0,05
neon	0,0018	0,0012
helium	0,000524	0,000072
metan	0,0002	0,0001
krypton	0,000114	0,0003
vodík	0,00005	0,000001
xenon	0,0000087	0,00004

Tab.1 Složení vzduchu [7]

Jednotky tlaku

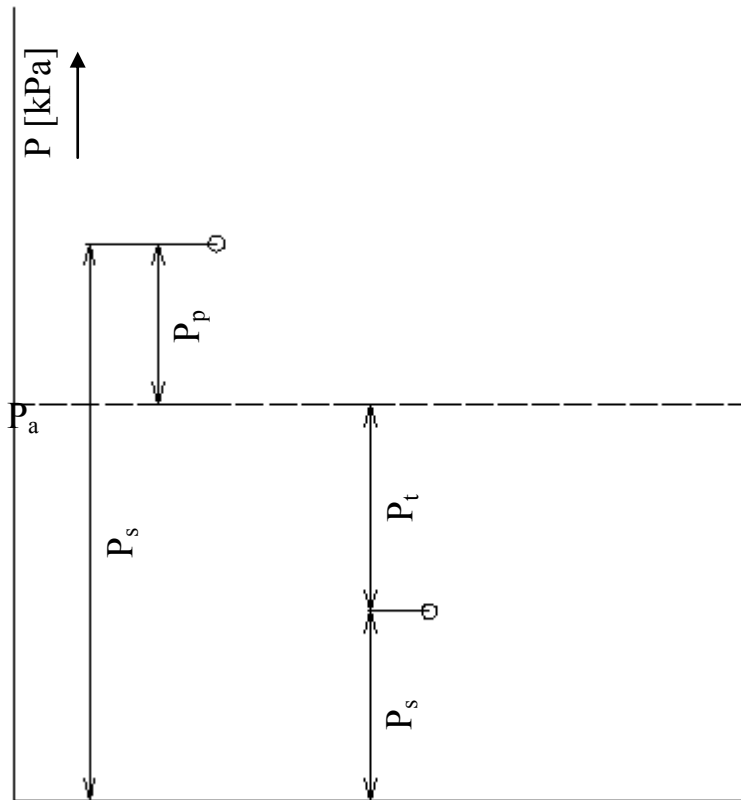
$$1\text{bar} = 10^5\text{Pa} = 0,1\text{MPa} = 750\text{torr}$$

$$1\text{kp/cm}^2 = 9,81 * 10^4\text{Pa} = 736\text{torr} = 1\text{atm.}$$

$$1\text{torr} = 133,3\text{Pa} = 1\text{mmHg} \doteq 10\,000\text{Pa}$$

Měření tlaku vzduchu

Tlak v kapalinách, nebo plynech měříme pomocí manometrů (tlakoměrů), ty však měří tlak vztažený vůči tlaku atmosférickému. Je-li tlak vyšší než tlak atmosférický, mluvíme o přetlaku a je-li naměřený tlak nižší než atmosférický, jde o tzv. podtlak (viz obr. 2).



Obr. 2 Měření tlaků

P_a atmosférický tlak

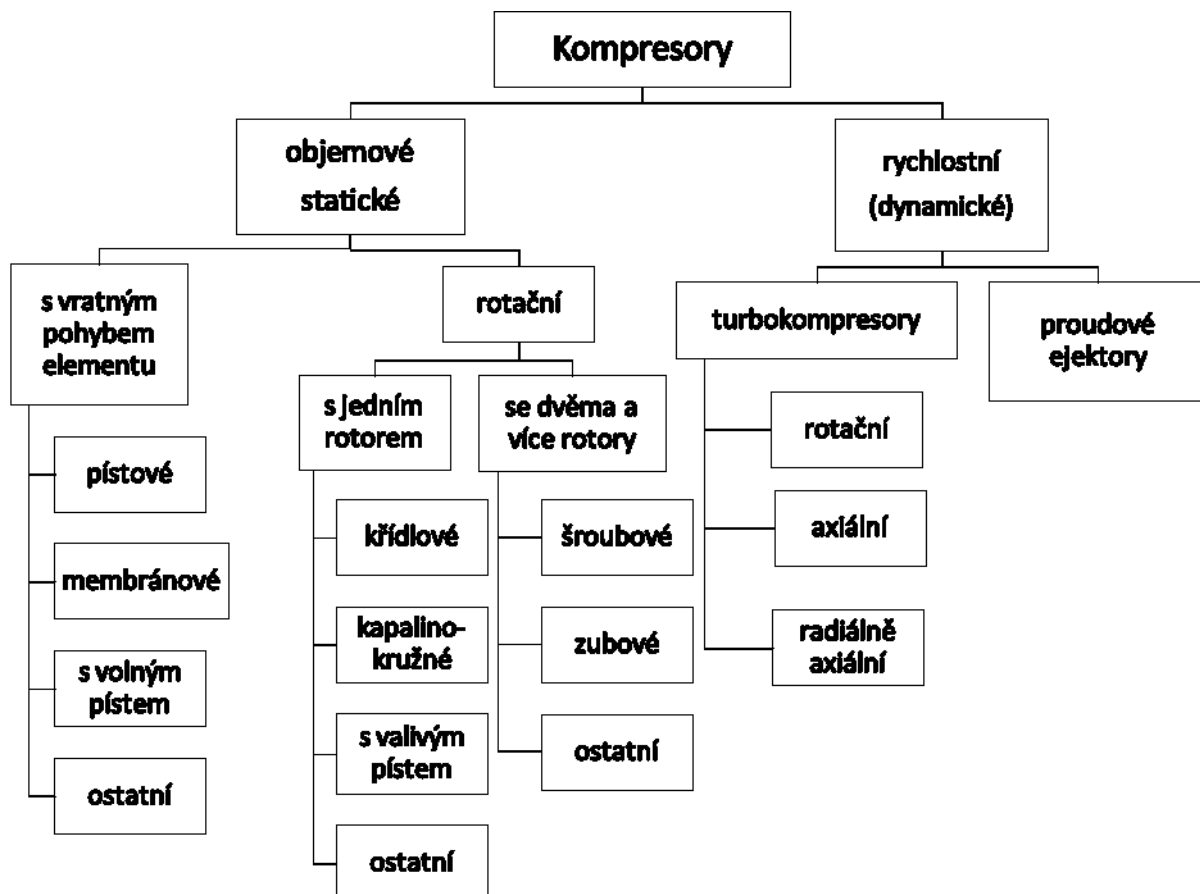
P_s absolutní tlak

P_p přetlak

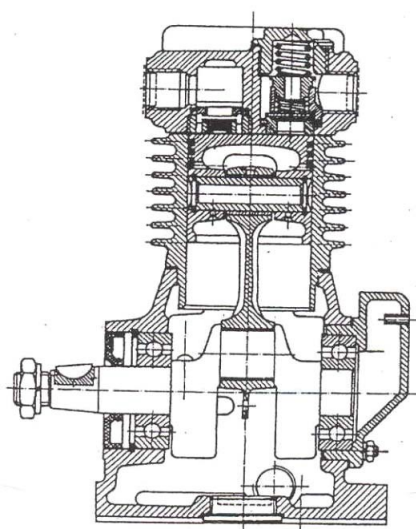
P_t podtlak

2. Kompresory

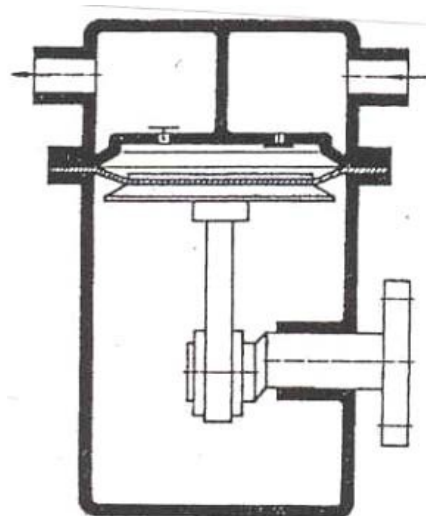
2.1. Rozdělení podle typu, dle ČSN 10 5010 (viz obr. 3)



Obr. 3 Rozdělení kompresorů podle typu



Obr. 4 Jednoválcový statický pístový kompresor [4]



Obr. 5 Schéma membránového kompresoru [4]

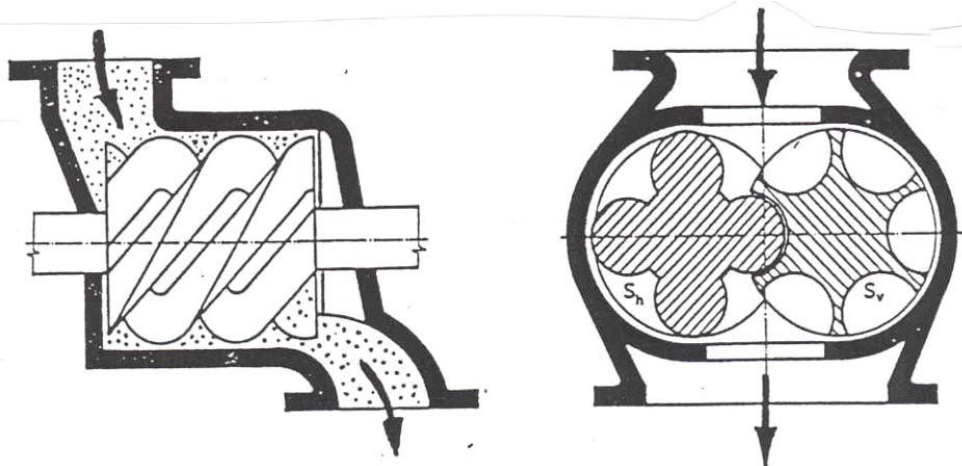
2.2. Nejpoužívanější typy kompresorů

Nejpoužívanější kompresory pro dosažení nejvyšších tlaků (běžně do 15 barů, max. 100 barů) jsou kompresory pístové (viz obr. 4), v potravinářském průmyslu se používají membránové (viz obr. 5), pro provoz bez nečistot a mastnoty z válců.

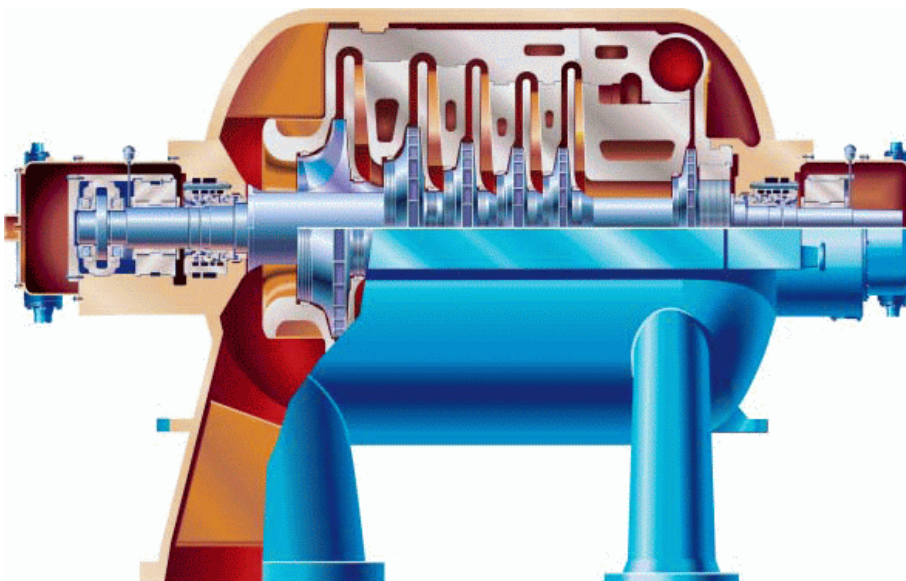
Šroubový kompresor (viz obr. 6) je v použití podobný pístovému kompresoru. Má nízké nároky na údržbu a dokáže pracovat se značně znečištěnými plyny. Nevýhodou je velká hlučnost a vyšší pořizovací cena, z důvodu složité výroby rotorů. Je hojně používán v průmyslu.

Turbokompresory (viz obr. 7) se využívají v provozech, kde není možné použití jiných kompresorů (znečištění média olejem, hmotnost – pro stejný výkon jsou turbokompresory lehčí než třeba pístové, životnost). Dokáží vyvinout tlak až 100 MPa. [4,5]

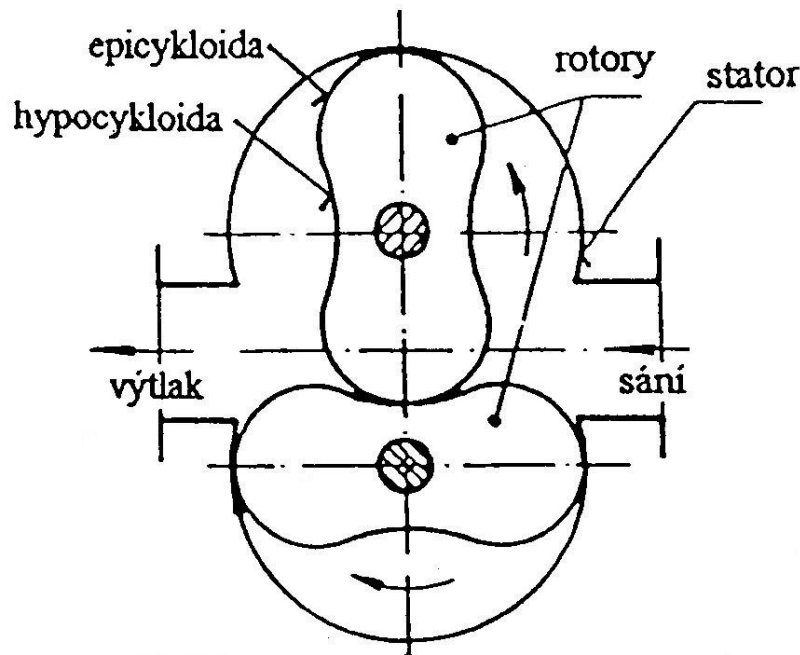
Snad nejzajímavější kompresor, co se konstrukce týče, je Rootsův kompresor (dmyhadlo) (viz obr. 8). Skládá se ze 2 rotorů, které mají různý počet zubů (nejčastěji 3). Je to nejpoužívanější zubové dmyhadlo a je zajímavé hlavně tím, že ke kompresi vzduchu nedochází v pracovním prostoru, ale až za ním. Nejčastější použití je v čistíčkách odpadních vod nebo při dopravě drceného vápence. [9]



Obr. 6 Šroubový kompresor [4]



Obr. 7 Řez turbokompresorem [5]



Obr. 8 Rootsovo dmychadlo

3. Výroba kompresoru

3.1. Hlavní části kompresoru

3.1.1. Pohon

Sehnat elektromotor, který by odpovídal mým požadavkům, bylo poměrně komplikované. Když už nějaký motor doma byl, byl vysokootáčkový a tat'ka mi ho zakázal použít, protože ho měl připravený pro výrobu jiného stroje.

Nakonec jsem sehnal elektromotor, který poháněl pásové dopravníky v havlíčkovobrodské textilce Pleas. Tento motor je 6- ti pólový o výkonu 3kw, otáčkách 900min^{-1} a váží 68 kg.

3.1.2. Kompresor

Kompresory jsem měl k dispozici dva. První byl dvouválcový pístový kompresor s cirkulačním mazáním. Druhý kompresor byl jednoválcový pístový kompresor. Oba tyto kompresory byly chlazené vzduchem.

Nakonec jsem použil jednoválcový kompresor, protože dvouválcový byl zbytečně velký a bylo by nutné použít hydraulické čerpadlo pro jeho mazání. Vybraný kompresor je modifikovaný typ kompresoru JIKOV 4101 (viz obr. 9), používaný na středních a těžkých vznětových motorech Tatra, kde dodával tlakový vzduch pro všechny potřeby brzdové soustavy a huštění pneumatik. [6]

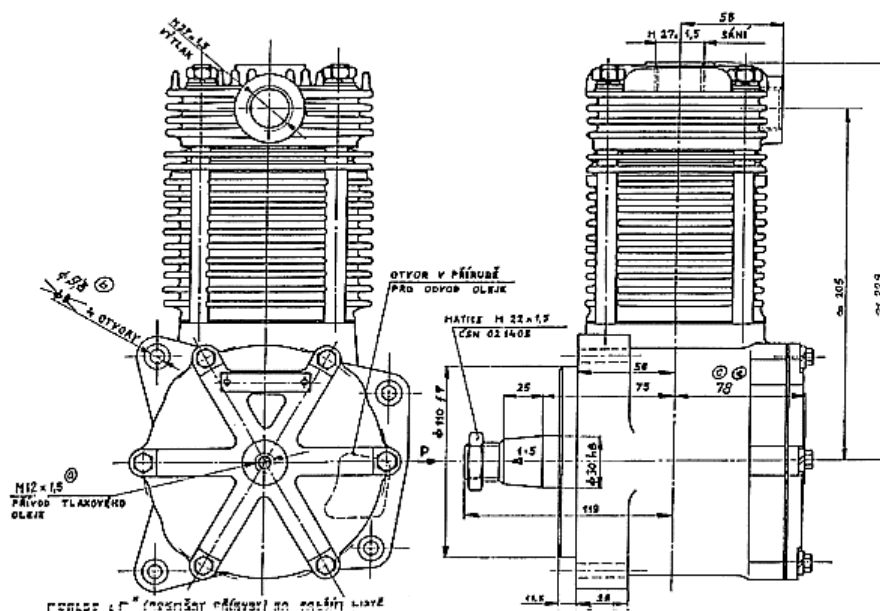
Tento kompresor se liší od sériově vyráběného kompresoru opačným umístěním klikové hřídele. To znamená, že kompresor nebyl poháněn přes ozubené kolo v bloku motoru, ale pomocí řemenového převodu. To mělo několik výhod. V případě zvýšení otáček motoru nad 2200ot/min řemen jednoduše začal prokluzovat. Tím snížil otáčky a zamezil zadření kompresoru. Mělo to také několik nevýhod. Každý řemen se časem vytáhne. Tento problém vyřešili jednoduše. Řemenici na kompresoru nechali půlenou a pomocí podložek se řemen posunul na větší průměr a tím se vymezila vzniklá volnost. Bylo sice nutné před každou

jízdu kompresor kontrolovat, ale toto řešení mi pomohlo i při mé práci, kdy já nemusím do určité míry „šponovat“ řemen oddálením motoru, což by zabralo mnohem více času.

Při čištění kompresoru jsem byl překvapen, že celý kompresor je v bezvadném stavu. Jen jeden šroub, pomocí kterého se sundává řemenice z kuželového náboje, byl zlomený. Musel jsem ho odvrtnat a následně odstranit vyťahovačem šroubů.

Technické údaje:	
Typ kompresoru	JIKOV 4101
Počet válců	1
Vrtání válce	80 mm
Zdvih pístu	50 mm
Zdvihový objem válce	251 mm ³
Maximální pracovní otáčky	2200 min ⁻¹
Provozní tlak	780 kPa
Maximální provozní tlak (krátkodobě)	980 kPa
Maximální přípustná teplota ve výtlačném hrdle	180 °C
Rychlost chladicího vzduchu	4 ms ⁻¹
Výkonnost kompresoru při tlaku 780 kPa a 1500 ot. min ⁻¹	11m ³ h ⁻¹
Příkon kompresoru při tlaku 780 kPa a 1500ot. min ⁻¹	3,2 kW
Mazání	mazací systém motoru
Provozní schopnost v rozmezí okolních teplot	-60 °C až +100°C
Smysl otáčení	pravý při pohledu na kužel klikového hřídele
Hmotnost kompresoru cca (bez olejové nádrže)	11,5 kg

Tab. 2 Parametry kompresoru JIKOV 4101 [6]



Obr. 9 Kompresor JIKOV 4101 [6]

3.1.Návrh a konstrukce kompresoru

3.1.1. Stroje a měřidla použité při výrobě kompresoru

Měřidla:

Posuvné měřítko
Metr svinovací 5m
Mikrometr
Dutinoměr

Stroje:

Soustruh SV 18
Vrtačka stojanová
Vrtačka sloupová
Stolní bruska
Rozbrušovačka stolní
Rozbrušovačka ruční malá
Rozbrušovačka ruční
Svářečka
Autogenní sestava

3.1.2. Chlazení kompresoru

Chlazení motoru obstarává ventilátor použitý z odsavače par (viz obr. 10). Digestoř, ze které je použitý ventilátor, jsme již několik let nepoužívali. Proto jsem se rozhodl tento ventilátor vyzkoušet, popřípadě použít. Nevěděl jsem totiž, jestli bude mít dostatečný výkon pro chlazení kompresoru. Poté co jsem ho zapojil, usoudil jsem, že bude stačit.

Tento ventilátor má motor o výkonu 200W na střídavý proud pro napětí 230V a frekvenci 50Hz. Celé tělo i vrtule ventilátoru jsou vyrobeny ze slitiny hliníku, tudíž jsou velmi lehké.

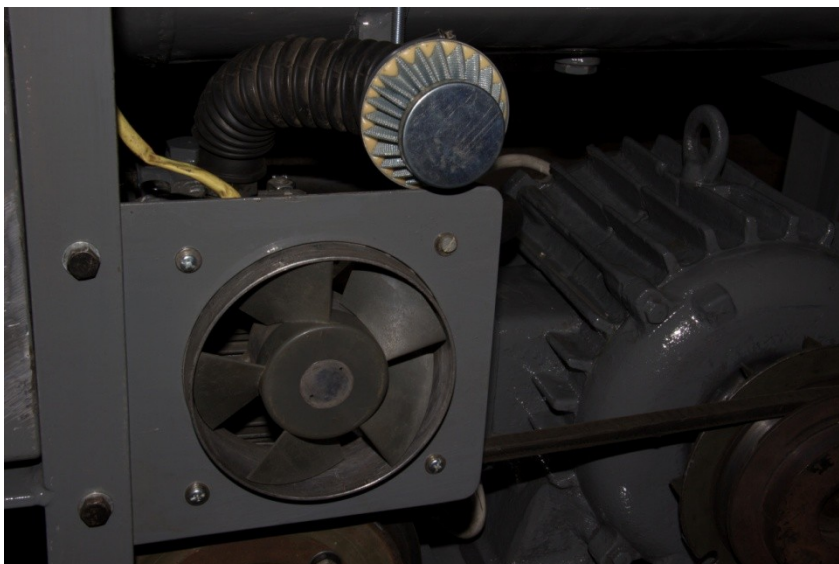
Uchycení ventilátoru je vyrobeno z plechu o tloušťce $t=3\text{mm}$. Bylo potřeba do něj udělat díru o průměru $\varnothing D=135\text{ mm}$ a vyvrtat 4 díry pro šrouby M5, na uchycení ventilátoru k plechu a 2 díry pro šrouby M8, k uchycení plechu k rámu.

3.1.3. Vzduchový filtr (sací)

Nejprve jsem chtěl použít nějaký filtr s papírovou vložkou, například z vozu Škoda 120, nebo z motorčky JAWA 21 Pionýr. Těch máme doma dostatek a není pro ně využití. Nakonec jsem se rozhodl použít „drátěný“ filtr s molitanovou vložkou z terénních motorek značek Orion a X-Motos (viz obr. 10).

Použil jsem ho nejen proto, že je malý, tudíž jsem neměl problémy s umístěním a hlavně dobře vypadá. A jak říká pan profesor Flekal: „Co dobře vypadá, to by mělo fungovat.“

Filtr je uložen na gumové vedení, které jsem měl připravené. Filtr je připevněn nad ventilátor a je upevněn pomocí uhnutého 2mm plechu, který je přišroubován šroubkem k objímce filtru a držáku ventilátoru.



Obr. 10 Umístěný ventilátor se vzduchovým filtrem

3.1.4. Olejová vana kompresoru

Bylo také potřeba vyrobit olejovou vanu, protože dříve byl kompresor mazán rozvodem oleje z bloku motoru Tatry (viz obr. 11).

Když jsem měl kompresor rozebrán, označil jsem si výšku hladiny oleje a zkontroloval, jestli opravdu není potřeba tlakové mazání. Také jsem zkontroloval způsob, jakým je olej dopravován do kompresoru, tzn. jestli záleží na směru otáčení kompresoru. Zjistil jsem, že není potřeba řešit směr otáčení, protože na klikové hřídeli jsou pouze malé nálitky, které usnadňují dopravu oleje k pístu.

Bylo také jasné, že celý kompresor musí být uchycen za olejovou vanu, protože dříve držel přímo na bloku motoru. Proto jsem musel použít větší tloušťku plechu (5 mm). Vrtání děr, kterými proudí olej do kompresoru, bylo o něco obtížnější, ale na druhou stranu jsem neměl takové problémy se svářením. Přeci jenom se nemusí tak markantně hlídat velikost proudů, abych plechem tzv. „nepropadl“. Jeden šroub, pomocí kterého je uchycen kompresor, se musel přivařit napevno ke stěně vany, protože je umístěn přímo uvnitř a nebylo možné ho dotáhnout. Ostatní tři šrouby jsou volně umístěny mimo prostor olejové vany.

Otvor pro doplnění oleje je umístěn na vrchu vany. Maticí M16 jsem provrtal, abych do ní umístil a zavařil drát, na který jsem pomocí pilky vyrobil drážky označující minimální a maximální množství oleje. To jsem odměřil na kompresoru, kde byly tyto rysky udělány.

Další, co bylo nutné zajistit, byla výpust oleje. Tu jsem nemohl umístit naspod olejové vany, protože by byla v kolizi s plechem na rámu. To by šlo určitě zajistit vyvrtáním díry do plechu, který je na rámu, nebo posunutím výpusti do mezery mezi plechy rámu, ale celý kompresor je položen nízko nad zemí, a tak by byl špatný přístup ke šroubu. Proto jsem

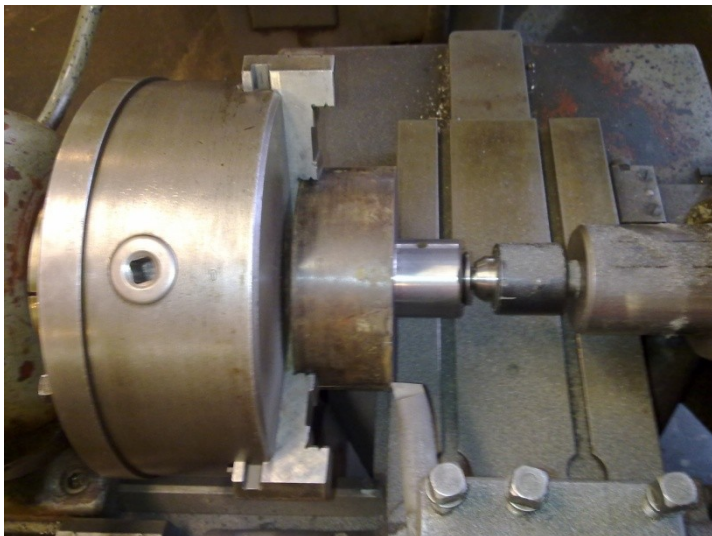
vyvrtal závit v úrovni podstavy. To sice nezajistí, že při výměně oleje bude vřechen starý olej vyjmut, ale to by nemělo mít takový vliv.



Obr.11 Kompresor při výrobě olejové vany

3.1.5. Výroba řemenice

Originální řemenice na elektromotoru byla na ploché řemeny a ještě k tomu měla vylámaný věnec. Použití jiné řemenice nepřicházelo v úvahu, protože náboj je mírně kuželovitý. Proto jsem byl nucen použít řemenici originální. To znamenalo, že jsem musel zarovnat kotouč řemenice a vyrobit do něj drážku pro klínový řemen klasického průřezu, řemen typu 17/B (viz obr. 12). Pro výpočtový průměr řemenice o velikosti $d_p=145\text{mm}$ je úhel drážky pro řemen 17/B $\alpha=34^\circ$ [8] (STT str. 535).



Obr. 12 Výroba první řemenice

Řemenici jsem vyrobil během šesti vyučovacích hodin praxe ve školní dílně. Následující den taťkovi řemenice nešťastnou náhodou upadla a vylámala se část věnce.

Zmenšení průměru řemenice už nepřicházelo v úvahu, protože menší výpočtový průměr jak 125mm už „sedmnáctka“ řemen prostě nezvládá. Lepší jak výroba nové řemenice mi přišlo snazší vzít starší řemenici a zvětšit otvor, do kterého se uloží náboj. Celé toto uložení musí být s přesahem $\frac{H7}{s7}$ [8] (STT str. 124).

Celý tento proces jsem pečlivě a s obavami konzultoval s panem Flekalem. On mě uklidnil a během celého postupu mi vždy poradil a pomohl se vším, co jsem potřeboval.

Přesah těchto dvou průměrů činil $s_p=0,038\text{mm}$. To mně kladlo velké nároky na přesnost výroby.

Nejprve jsem si na soustruhu připravil otvor, a pečlivě si ho změřil dutinoměrem. Výsledný rozměr byl $\varnothing D=49,965\text{mm}$. Následně jsem „stočil“ původní řemenici na soustruhu s přídatkem na následující broušení $s=0,04\text{mm}$ na průměru, než průměr výsledný. Přídatkem byl na broušení na kulato, kde bylo snazší dosáhnout větší přesnosti a tudíž přesného rozměru. Pan Flekal následně obrousil vnější průměr kotouče původní řemenice na daný rozměr $\varnothing d=50,003\text{ mm}$ a náboj mohl putovat do školní kuchyně k podchlazení v mrazáku. Mezitím se nový věnec řemenice nahřál na teplotu přibližně 400°C . Následující spasování šlo velmi hladce, kdy náboj „zapadl“ do řemenice. Z chladnutí řemenice jsem měl také velké obavy, protože řemenice je z šedé litiny (ČSN 42 2415). Šedá litina je velmi křehká a pnutí způsobené uložení s přesahem by nemusela vydržet. Nakonec vše dobře dopadlo a už jen stačilo zarovnat drážku řemenice tvarovým nožem, aby „neházela“. Ještě jsem k řemenici připevnil „větrák“, který slouží spíše jen k víření vzduchu okolo motoru, než k přímému chlazení. Ještě jsem do řemenice vyvrtal závit oběma částmi řemenice. Šroub v této závitové díře brání prokluzu obou částí řemenice.

Výroba druhé řemenice nebyla potřeba, protože mám dvě originální sady řemenic použitého kompresoru. Řemenice na kompresoru je půlená. To znamená, že se dá měnit převodový poměr. Stačí povolit tři matice a vložit podložky, kterými se oddálí obě poloviny. Tudíž řemen bude zabírat na menším průměru, než byl předtím, naopak odebráním podložek se dá vymezit vůle „vytaženého“ řemenu.

3.1.6. Tlaková nádoba

Tlaková nádoba je použita ze strojní podbíječky kolejí. Má objem 42l a je určena do 8bar.

Byl jsem nucen předělat přívod vzduchu, z důvodu rozdílných závitů a nedostatku místa, navařit šroubení pro manometr a vyrobit desku, která je přišroubována na čelo nádoby.

Výpust kondenzátu je původní a je umístěna na spodku nádrže.

Nádobu jsem vyzkoušel i při 11 barech. Neměla s vyšším tlakem žádný problém, jen jsem musel opravit jeden netěsný svár u manometru. To, že vzdušník vydržel takto vysoký tlak, je zárukou, že při provozním tlaku 7,8 bar by neměly nastat žádné komplikace.

Dále jsem vyzkoušel těsnost nádoby. Natlakoval jsem ji na 4 bary a nechal jsem ji 2 dny v klidu. Tlak za tuto dobu klesl o pouhých 0,1 bar. Tento pokles mohl být dán netěsností závitů, protože všechny komponenty jsem neměl na nádobě „dotažené na krev“.

3.1.7. Rám kompresoru

Při výrobě rámu pro celý kompresor jsem musel hodně přemýšlet nad rozmístěním motoru, kompresoru, tlakové nádoby, ventilů a ovládacích prvků. Chtěl jsem, aby kompresor měl vyvážené těžiště, tudíž jsem musel posunout těžký motor více do středu základny.

Při návrhu jsem nepoužil žádné pevnostní výpočty. Prvním důvodem byla hmotnost motoru. Mně na samotné váze kompresoru nezáleželo, proto bylo snadné kompresor předimenzovat. Druhým důvodem bylo, že bych byl schopen spočítat pouze statické namáhání, protože nevyváženost řemenic a klikové hřídele kompresoru nejsem schopen zjistit.

Nejprve jsem vyrobil obdélníkovou podstavu z U profilů (U50mm). V částech profilů byly díry $\varnothing 32$ mm. Proto jsem zkrátil profily tak, aby díry byly na stejné úrovni a mohly se použít pro uchycení nápravy.

Na podstavu jsem navařil ocelové plechy. Tloušťka plechů je 5mm. Ten není přes celou délku rámu, protože doma nalezené kusy plechů nebyly tak rozměrné a investování do nového plechu by zbytečně navýšilo náklady.

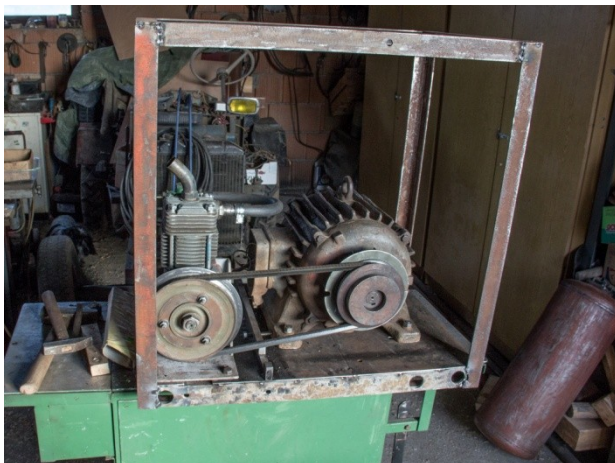
Dále jsem usadil motor a vyrobil příčku. V ní jsou díry se závity a šrouby, kterými se dá motor nasměrovat a oddálit, aby řemenice na motoru a na kompresoru byly v jedné rovině.

Samotný motor je pak uchycen čtyřmi šrouby M8 v drážkách, které právě umožňují posun motoru a jeho zajištění. V případě výměny motoru lze přizpůsobit drážky, nebo je vyrobit podle potřeby v jiném místě.

Poté jsem usadil kompresor. Snažil jsem se zachovat rovnoběžnost s rámem a řemenicí motoru, abych neměl problémy při napínání klínového řemenu a svrtal jsem díry pro jeho uchycení.

Poněvadž jsem nechtěl, aby byl celý kompresor rozměrný, rozhodl jsem se umístit vzdušník nad motor s kompresorem. Svařil jsem velký rám kolem celého kompresoru (z profilů L 40x40x4) (viz obr. 13). Tak je tlaková nádoba krytá a celý kompresor je chráněn vůči mechanickému poškození. Vrchní plochu rámu je možné využívat, jako prostor pro lakování nebo pracovní plochu.

Uchycení vzdušníku bylo poměrně problematické. První návrh směřoval k uchycení vzdušníku za horní plochu rámu. To bych ale musel navařit příčky, kterými by byla dotahována objímka. Jenže původním plánem bylo zachovat horní plochu rovnou, aby na ní mohl přijít ocelový plát a celý kompresor mohl fungovat jako lakovací stůl. Další řešení bylo přitáhnout nádobu z boku, ale to jsem se dostal vývody tlakové nádoby do rámu a nebylo by možné nasadit podložku, na které je uchycen spínací ventil. Takže poslední možnost byla výroba nosníků, na kterých nádrž ležela (viz obr. 14).



Obr. 13 Kompresor před výrobou uchycení tlakové nádoby



Obr. 14 Kompresor s připevněnou tlakovou nádobou

Nosník se skládá z jeklu 50x30x2, který drží dva L profily **50x50x5**. Stažením nádrže objímkami přímo na rovnou plochu nosníku nebylo možné z důvodu nebezpečí promáčknutí stěny nádrže. Proto jsem ohnul pásovinu 30/4, tak aby v ní nádrž seděla. Na ní jsem přivařil dvě „nohy“ (30mm dlouhý profil L50x50x5), do kterých jsem vyvrtal otvory pro šroub.

Celý nosník je přivařen k rámu. Možná se může zdát obtížná demontáž tlakové nádoby, ale opak je pravdou. Při odšroubování dvou objímk (závitových tyčí M8) lze snadno vysunout nádobu a není zapotřebí pomoci druhé osoby.

Uchycení skříně na elektriku je vyrobeno z pásoviny o šířce 50mm a tloušťce 6mm. Ta je přivařena z boku k rámu a do ní jsou navrtány 2 otvory pro šroub M8.

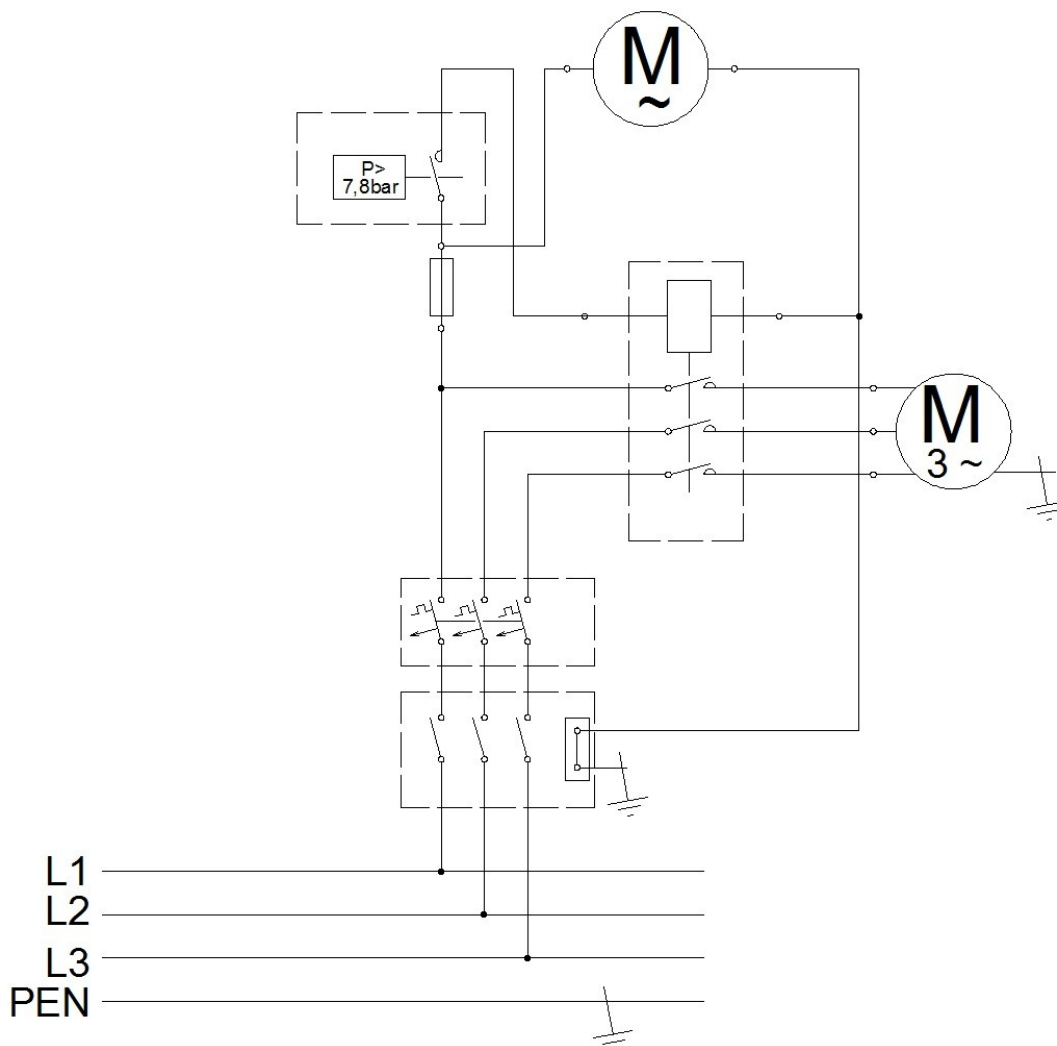
Konečné tvarové úpravy na rámu končily přivařením nápravy a dvou noh. Nápravu jsem původně chtěl umístit blíže ke středu rámu. To jsem nakonec neudělal, protože by se razantně zmenšily nájezdové úhly, potřebné při případné manipulaci s kompresorem. Náprava je l=640 mm dlouhá a její průměr je $\varnothing=30$ mm, ten je na konci zmenšen na průměry $\varnothing_1=25$ mm a $\varnothing_2=20$ mm. Je to dáno ložisky použitými v kolečkách. Ty jsou rozdílných rozměrů. Kolečka na nápravě jsou na dvou kuličkových ložiskách a dotaženy maticí M16, která je zajištěna závlačkou. Nohy jsou vyrobeny z profilu L 50x50x5 a 60 mm dlouhé pásoviny 50/5.

Na vrch rámu je umístěn ocelový plech o tloušťce 3mm a slouží tak jako plocha pro lakování a místo pro práci.

Zakrytování kompresoru ještě není hotové, ale bude provedeno drátěným sítem. To umožní rychlé zjištění případných závad a hlavně zvýší bezpečnost.

3.1.8. Elektrické zapojení

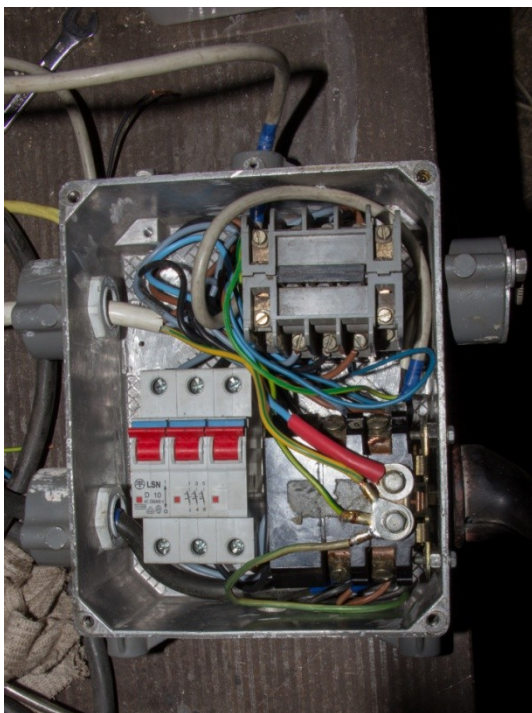
Elektrické zapojení (viz obr. 15) nebylo tolik komplikované a náročné na čas jako zapojení pneumatických členů. Stačilo nalézt všechny potřebné součástky v naší dílně a mohlo se vymýšlet umístění a zapojení.



Obr. 15 Schéma elektrického zapojení kompresoru (zapojení se 4mi vodiči)

Problém byl poměrně malá elektrická skříň (viz obr. 16), do které jsme chtěli umístit spínač, jistič, stykač a pojistku. Kvůli staršímu a objemnějšímu jističi jsem měl strach, že se nedostanu dráty na všechny kontakty potřebné k zapojení. To nakonec vyřešil taťka, který donesl nový jistič. Ten je takřka o polovinu menší než předchozí a vše se bez sebemenších problémů vešlo.

Proběhly drobné úpravy skřínky, aby šly umístit průchodky a pojistka, která je zasazená v krytce z Al plechu o tloušťce 2mm.



Obr. 16 Elektrické zapojení v rozvodové skříni

Chtěl jsem, aby se po zapnutí „rozběhl“ motor a poháněl kompresor, dokud nebude tlak v nádrži 7,8 bar. To zajistil spínací ventil připojený na cívku stykače. Na spínacím ventilu jsem si nastavil požadovaný tlak, pomocí šroubu, který stlačoval pružinu, na které jsou doteky. Ty zajišťují spínací polohy. Měl jsem obavy ze spínacího tlaku. Ten je nastavený z výroby a nikde nebylo uvedeno, při jakém tlaku spíná. Vypínací dotek může být nastaven až do 16 bar. To mohlo klidně znamenat, že spínací dotek mohl být nad 8bar a zakoupený spínací ventil by mi byl k ničemu. Naštěstí po vyzkoušení jsem zjistil, že spínací tlak je na 5,5 bar a to mi vyhovuje, protože většina pneumatickým náradí má provozní tlaky nejvýše do 6 bar.

Potřeboval jsem vyřešit problém s chlazením. Kompresor je chlazen pouze ventilátorem a při delší pracovní době se poměrně dost zahřívá. Proto jsem zapojil ventilátor, aby byl stále sepnutý, i když spínací ventil vypne motor.

3.1.9. Pneumatické členy

Název

Znázornění

Filtr vzduchu s
odlučovačem kondenzátu s
dvěma vývody



Zpětný ventil s
manometrem



Tlakový spínací ventil



Pojistný ventil



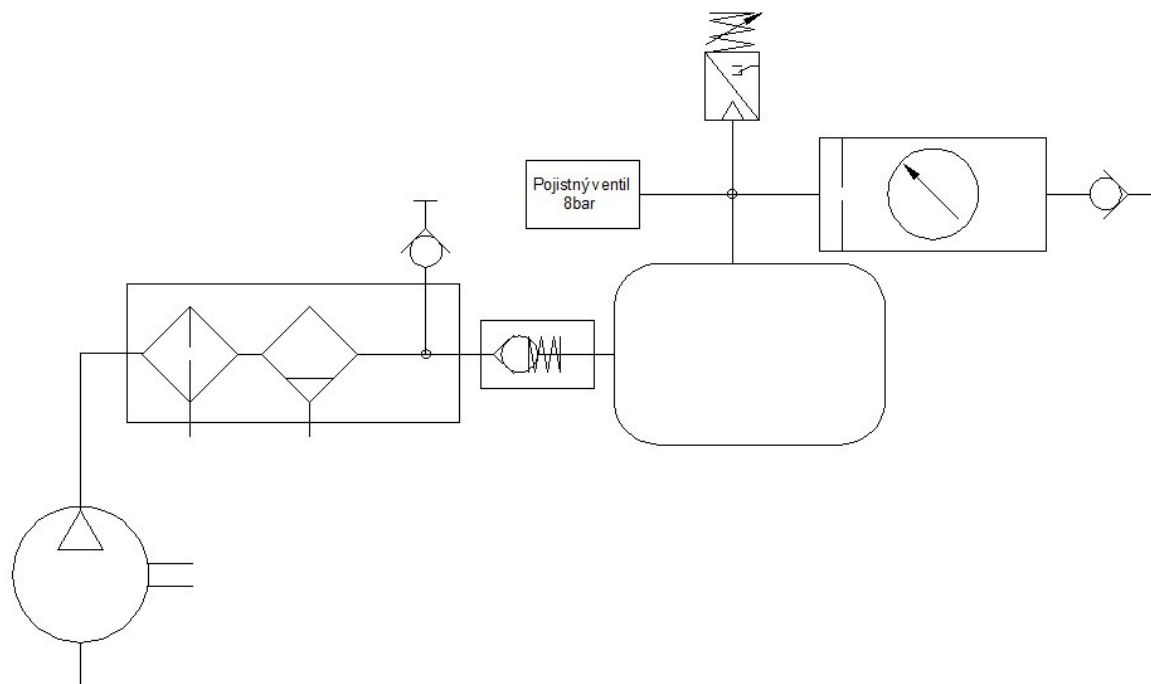
Redukční ventil s filtrem a manometrem



Manometr

Tab. 3 Seznam použitých pneumatických členů

Pneumatické zapojení bylo prakticky dané už od samého začátku (viz obr. 17), kdy jsem začal na kompresoru pracovat. Měl jsem doma připravenou filtrační jednotku a k ní nějaké šroubení. Tady nastal první problém. Samotný kompresor, tak i filtr vzduchu (obojí od firmy Jikov) byly vyráběny do nákladních aut. V automobilové pneumatice jsou používány závity metrické (M), na rozdíl od klasických pneumatických rozvodů, kde jsou používány závity trubkové (G). Naštěstí jsem dokázal sehnat potřebné šroubení. Tam, kde nebylo možné sehnat redukce, tak jsem si vypomohl buď přechodem pomocí hadice, nebo ocelovými redukcemi, které jsem k sobě přivařil.



Obr. 17 Schéma pneumatického zapojení

V momentě, kdy jsem už měl vyřešené problémy s redukcemi mezi závity metrickými a trubkovými, šlo vše bez problémů. Po konzultaci s panem Přichystalem, jednatelem firmy Davelop, specializující se na pneumatické systémy a strojní součásti, jsem objednal zpětný ventil G3/8“, z důvodu vyššího průtoku vzduchu do tlakové nádoby, ale ze vzdušníku je vzduch veden v G1/4“.

Po kompresi vzduchu je stlačený vzduch veden do filtru nečistot a je z něj odloučena také vodní pára. Odtud se může vzduch odebírat „napřímo“. To se využije hlavně při huštění pneumatik, kde není potřeba redukovaného tlaku vzduchu. Nevýhodou je, že pro odebrání vzduchu je potřeba našroubovat originální matici, která odtlačí kuličku bránící úniku vzduchu a to znamená značné zdržení. Nebo je vzduch veden do tlakové nádoby přes zpětnou klapku, kde může být uskladněn.

Přívod vzduchu do tlakové nádoby byl dříve řešen přes desku, která byla přišroubována na čele vzdušníku. To nyní nepřicházelo v úvahu, kvůli nedostatku místa a použití spínacího ventilu, který musí být umístěn přímo na tlakové nádobě. Proto jsem byl nucen navařit šroubení na tlakovou nádobu.

Na tlakovou nádobu je upevněn zpětný ventil, který zabraňuje zpětnému průchodu vzduchu ke kompresoru v okamžiku, kdy je motor vypnut.

Místo zmiňované podložky jsem umístil pásovinu, na kterou je upevněn spínací ventil.

Na těle spínacího ventilu jsou 4 přívody. Jeden G3/8“, který jsem využil na přívod stlačeného vzduchu a zbylé tři závitky G1/4“.

Na první jsem umístil pojistný ventil. Ten slouží jako pojistka pro případ selhání spínacího ventilu. V případě nárůstu tlaku nad stanovenou mez (v mém případě nad 8 bar) se tento ventil otevře a bude upouštět vzduch, dokud neklesne tlak pod stanovenou mez.

Na dalším vývodu je umístěna záslepka, protože jsem neměl dostatek místa pro opačné umístění spínacího ventilu tak, aby tento vývod směřoval do prostoru a mohl jsem na něj umístit manometr. Proto jsem byl nucen přichytit manometr přímo na tlakovou nádobu.

Třetím vývodem je vzduch veden do redukčního ventilu. Tam je stlačený vzduch opět filtrován a je z něj odloučen kondenzát. Následně můžu redukovat průchod vzduchu na výstup.

3.2. Příslušenství kompresoru

3.2.1. Příslušenství mého kompresoru

3.2.1.1. Hadice

Úplně základní příslušenství je hadice. Pomocí ní se dopraví stlačený vzduch tam, kam potřebujeme. K mému kompresoru mám k dispozici dva druhy hadic. První má světlost 6mm o délce 5m a druhá 4mm o délce 4m. Hadici s větší světlostí mám osazenou rychlospojkami, takže se dá velmi rychle odnímat od kompresoru a nasazovat další příslušenství. Menší hadice je uzpůsobena na vývod vzduchu na filtrační jednotce, která je usazená hned za kompresorem. Připevňuje se pomocí převlečné matice. Do budoucna bych chtěl osadit rychlospojkami obě hadice a vyřešit problém při zdouhavé montáži hadice „napřímo“.

3.2.1.2. Plnič pneumatik

Co nechybí snad u žádného „domácího kompresoru“ je plnič pneumatik. Zařízení, díky kterému můžeme dávkovat množství vzduchu, např. do pneumatik. Na manometru, umístěném přímo na pistoli, se Vám ukazuje tlak vzduchu v daném prostředí (v pneumatice).

3.2.1.3. Stříkací pistole

Další hojně využívaná „pistole“ je stříkací pistole. Umožňuje nanášení barev. Dá se regulovat množství nanášené barvy a rozstřík barvy pomocí vyměnitelných trysek.

3.2.1.4. Pískovací pistole

Skvělá věc, při odstranění barvy, rzi nebo špíny. Tryskáním písku na součást vzniká povrchová úprava srovnatelná s použitím ocelového kartáče a smirkového papíru. Vhodné je používat ji tam, kde je špatný přístup.

3.2.2. Další využívané příslušenství

3.2.2.1. Příklepové utahováky

Jedno z nejnámějších příslušenství, které vidáme snad v každém pneuservisu. U kvalitnějších modelů lze nastavit také momentový klíč. Ten zajistí, aby se daný šroubový spoj nepovoloval, ale také aby nedošlo k přetržení šroubu.

3.2.2.2. Sponkovačky, hřebíkovače

Skvělý pomocník ve stavebním průmyslu. Rychlost vystřelených spon bývá kolem 50km/hod, ale rychlost vystřelených hřebíků může dosahovat až 80km/hod.

3.2.2.3. Ostatní příslušenství

Existuje nepřeberné množství nářadí. Mohou to být například pneumatické brusky, nýtovačky, vrtačky, sekací kladiva, jehlové oklepávače apod.. Prakticky všechny druhy nářadí pracující na elektrický proud lze také vyrobit, aby fungoval pneumaticky. Někde si pneumatické řešení našlo své místo a uplatnění, ale někde je prakticky zbytečné.

Závěr

Samotný kompresor jsem navrhnul tak, aby vyhovoval mým požadavkům. Návrh kompresoru a umístění komponentů jsem předem nepřipravoval, protože je lepší, když si každou část můžete vyzkoušet, jestli daná součást pasuje a nebude překážet jiným částem.

Myslím si, že výrobek splnil má očekávání a cíle. Tento kompresor by určitě nebyl konkurenceschopný, protože výroba je velmi nákladná a zabere mnoho hodin práce. Přesto jsem rád, že jsem zkonstruoval kompresor, na kterém je mnoho vlastních nápadů a řešení. To dělá můj kompresor něčím výjimečným a určitě mohu prohlásit, že podobný kompresor nikdo nemá.

Seznam použité literatury

- [1] LIŠKA, A., NOVÁK; P. Kompresory; 1. vydání; Praha: Vydavatelství ČVUT, 1994; 227 s. ISBN: 80-01-01145-3
- [2] CHLUMSKÝ; V. Pístové kompresory; 2. vydání; Praha: SNTL, 1958; 404 s.
- [3] HOMÉR; Ílias; Přeložil Rudolf Mertlík; 9.vydání; Praha: Odeon, 1980; 514 s.
- [4] KAMINSKÝ, KOLARČÍK; Kompresory; Skripta Vysoké školy báňské; dostupné z: <http://www1.vsb.cz/ke/vyuka/PS/kompresory-skripta.pdf>
- [5] <http://www.transformacni-technologie.cz/tepelna-turbina-a-turbokompresor.html>
- [6] http://www.marting.sk/adaco/adaco_4101.htm
- [7] <http://cs.wikipedia.org/wiki/Vzduch>
- [8] LEINVEBER, VÁVRA, Strojnické tabulky; 4. doplněné vydání; Albra 2008; 908s.
- [9] <http://www.mmspektrum.com/clanek/zakladni-moznosti-vyuziti-rootsovyeh-dmychadel.html>

Anotace

Práce pojednává o výrobě funkčního kompresoru. Obsahuje definici kompresorů, dále přehlednou historii kompresorů od starověku až po dnešní dobu. V další části je přehledné rozdělení kompresorů a jejich využití v praxi. Následuje popis výroby samotného kompresoru, ve kterém jsou uvedeny jednotlivé části a jejich použití a zapojení. Nakonec je uvedeno příslušenství využívané na běžných kompresorech a je také kompatibilní i s tímto kompresorem.

Resumé

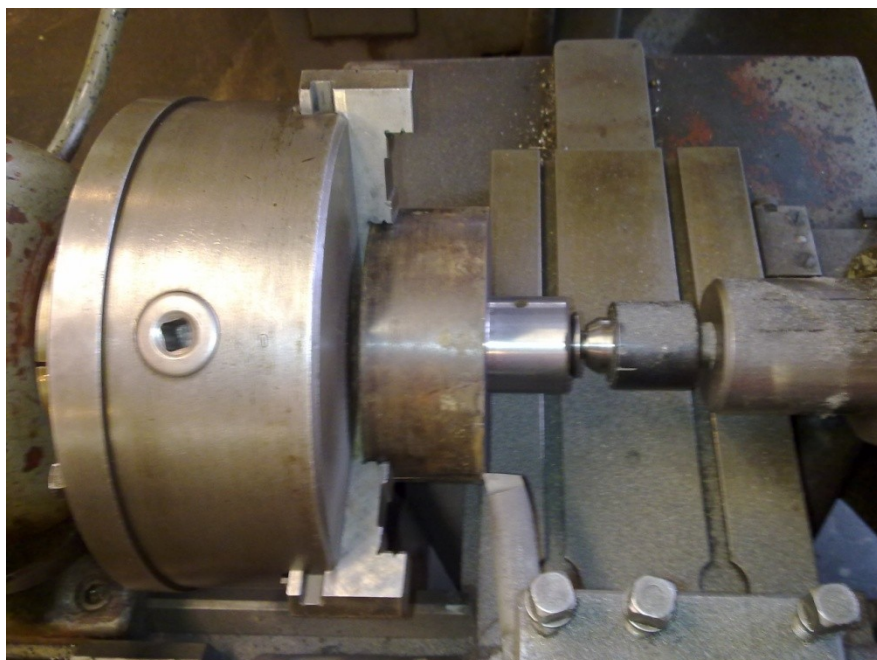
I suggested a compressor, which complies with my requirements. I didn't prepared any drawings or placement of components before I started with production. It's better, when you can prove every part, if it's fitting or it's hindering.

I think that the product has fulfilled my expectations and my targets. This compressor wouldn't be competitive because the production is expensive and it takes many hours of work. Still, I am pleased that I had constructed the compressor, where are my ideas and resolutions. It makes my compressor unique and I can definitely say that nobody has the same.

Seznam příloh

Fotodokumentace kompresoru	str. 32- 36
Elektrické zapojení	str. 37-39
Pneumatické zapojení	str. 39
Technologický postup při výrobě řemenice	str. 40-41
Výkresová dokumentace	-

Výroba řemenice



Konstrukce olejové vany



Výroba rámu



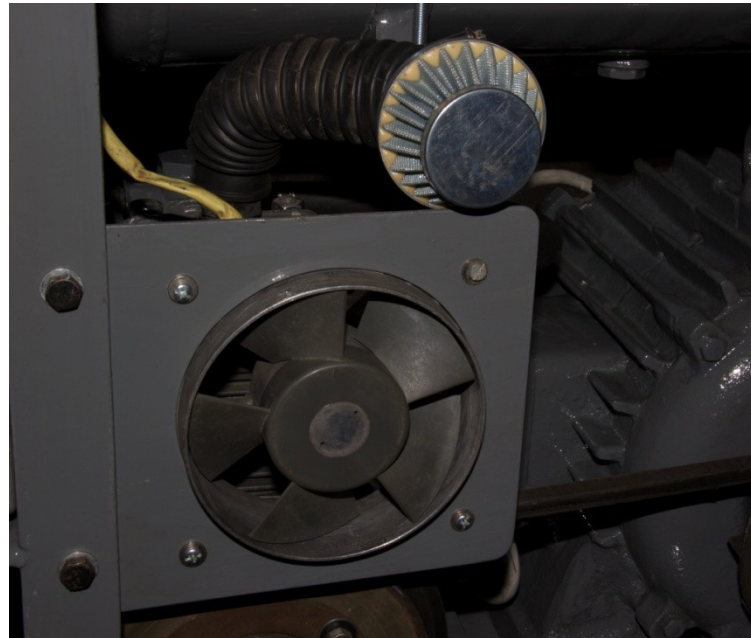
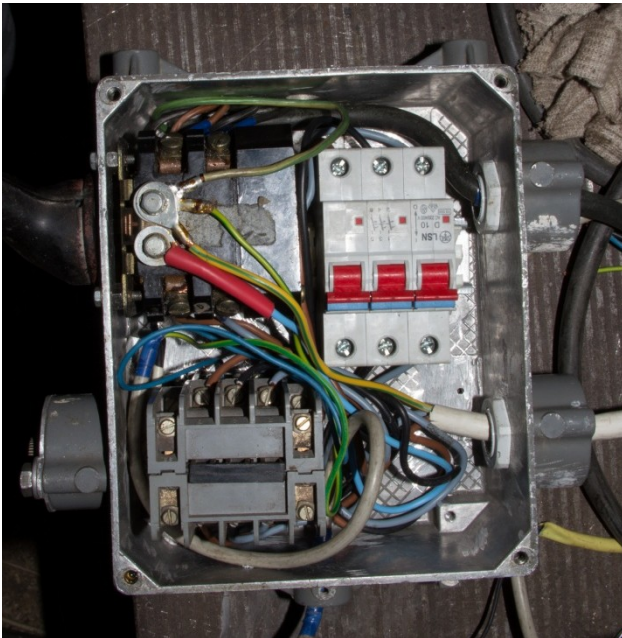


Lakování kompresoru





Kompletace



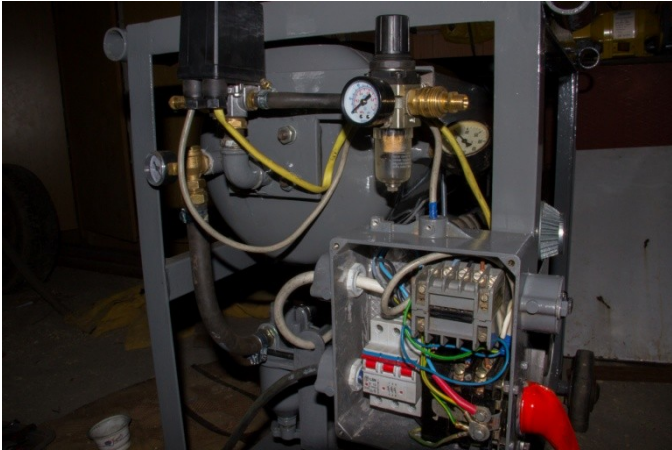
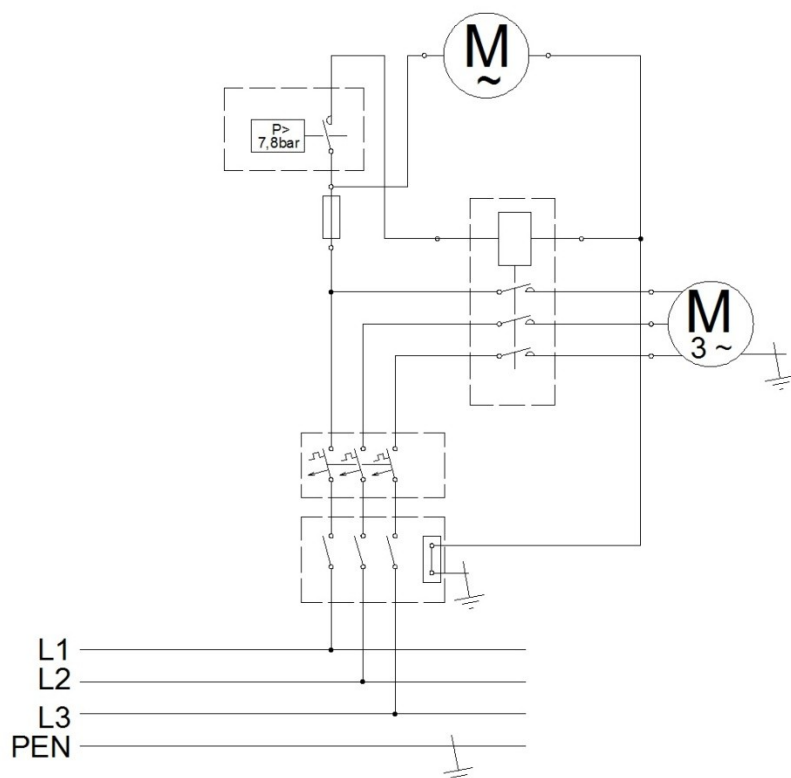
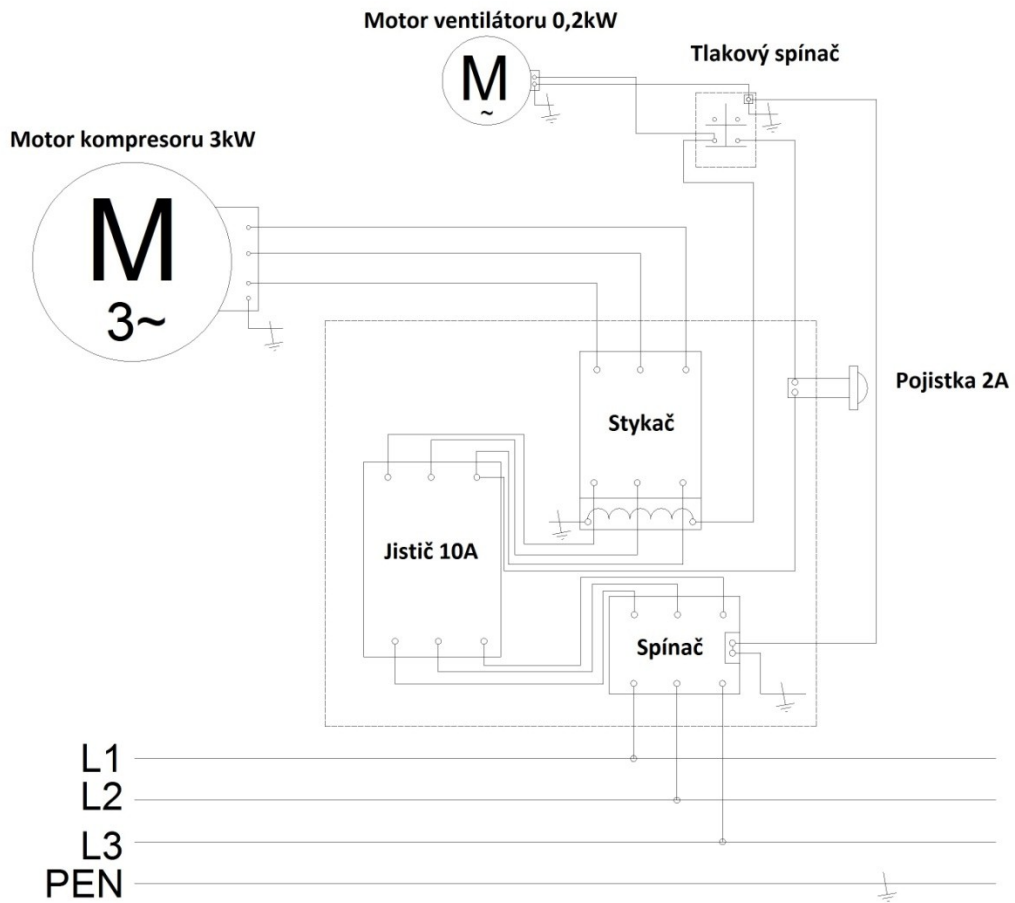


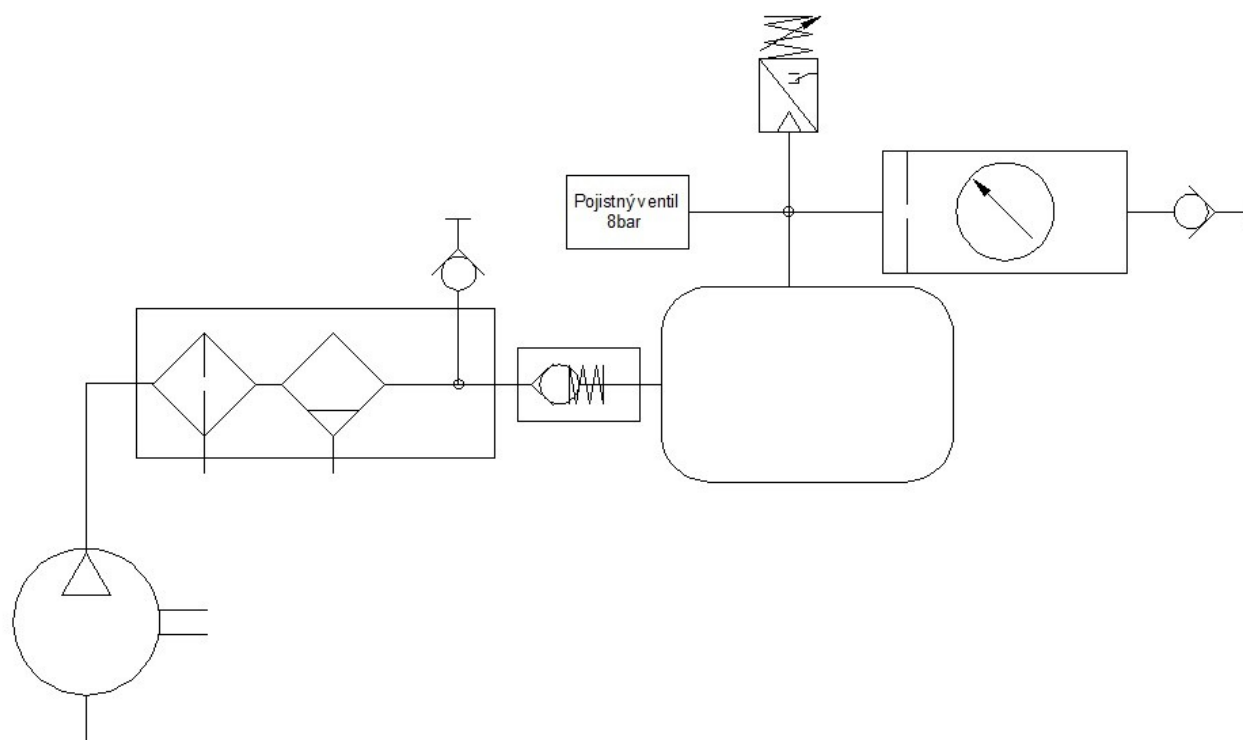
Schéma elektrického zapojení

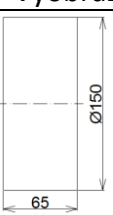
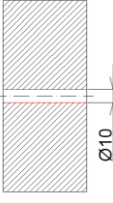
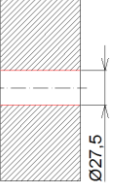

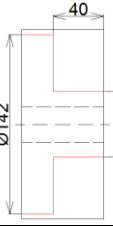
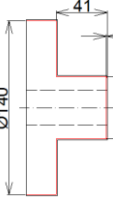
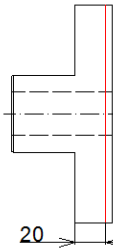
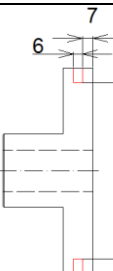


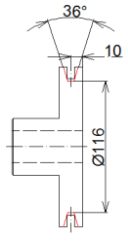
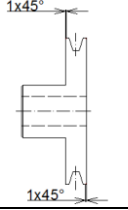
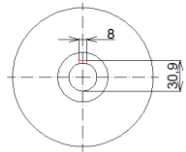
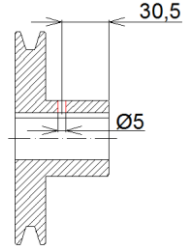
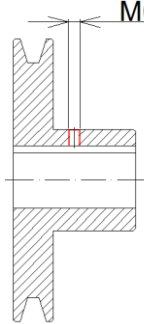
**Elektrické zapojení
skutečné**



Pneumatické schéma zapojení



Výrobní postup			Název součásti: HNACÍ ŘEMENICE KOMPRESORU						Číslo listu:1	
									Počet listů:2	
Operace	Úsek	Popis práce	n	v	f	s	i	ts	Vyobrazení	Výrobní pomůcky
	Sklad	Polotovar ø150x65 z materiálu ČSN 42 2425	-	-	-	-	1	-		-
Vrtání	Soustružna	Vyvtání díry	800 ot/min	25 m/min	0,25 mm/ot	-	1			Soustruh SV 18 Vrták ø10 mm ČSN 22 1121
Vrtání	Soustružna	Vyvtání díry ø27,5 mm do osy polotovaru	225 ot/min	19,8 m/min	0,52 mm/ot	-	1			Soustruh SV 18 Vrták ø27,5 mm ČSN 22 1140
Vystružování	Soustružna	Vyvtání otvoru výstružníkem ø28 H7	70 ot/min	6,2 m/min	0,81 mm/ot	-	1			Soustruh SV 18 Výstružník ČSN 22 1431
Soustružení	Soustružna	Hrubování tvarů řemence, viz. vyobrazení (podepřeno koníkem)	471 ot/min	222 m/min	0,16 mm/ot	1 mm	1			Soustruh SV 18 Soustr. nůž ČSN 22 3716
Soustružení	Soustružna	Zarovnání čela a hřbetu na čisto, viz. vyobrazení (podepřeno koníkem)	558 ot/min	249 m/min	0,10 mm/ot	1 mm	1			Soustruh SV 18 Soustr. nůž ČSN 22 3716
Soustružení	Soustružna	Zarovnání čela na čisto z druhé strany, viz. vyobrazení (podepřeno koníkem)	566 ot/min	249 m/min	0,10 mm/ot	1 mm	1			Soustruh SV 18 Soustr. nůž ČSN 22 3716
Soustružení	Soustružna	Zápich do materiálu, viz. vyobrazení (podepřeno koníkem)	35 ot/min	15 m/min	0,05 mm/ot	-	1			Soustruh SV 18 Soustr. nůž ČSN 22 3730

Výrobní postup			Název součásti: HNACÍ ŘEMENICE KOMPRESORU							Číslo listu:2	
										Počet listů:2	
Operace	Úsek	Popis práce	n	v	f	s	i	ts	Vyobrazení	Výrobní pomůcky	
Soustružení	Soustružna	Konečné zapíchnutí tvarovým nožem, úhel špičky nože $\epsilon=36^\circ$, viz. vyobrazení (podepřeno koníkem)	35 ot/min	15 m/min	0,05 mm/ot	-	1			Soustruh SV 18 Soustr. nůž ČSN 22 3744	
Soustružení	Soustružna	Sražení hran řemenice, viz vyobrazení (podepřeno koníkem)	566 ot/min	249 m/min	0,10 mm/ot	1 mm	1			Soustruh SV 18 Soustr. nůž ČSN 22 3716	
Obrázení	Obrobna	Výroba průchozí drážky pro pero dle ČSN 02 2575, viz. vyobrazení	-	30 m/min	0,4 mm/ zdvih	1 mm	1			Obrázečka Obráž. nůž ČSN 22 3600	
Vrtání	Obrobna	Vrtání díry $\varnothing 5$ mm pro uchycení pera, viz. vyobrazení	1670 ot/min	26,2 m/min	0,07 mm/ot	-	1			Stolní vrtačka Vrták $\varnothing 5$ mm ČSN 22 1121	
Obrábění	Obrobna	Řezání závitu M6 pro zajištění pera, viz. vyobrazení	-	-	-	-	1	1		Závitník M6 ČSN 22 3010	