

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

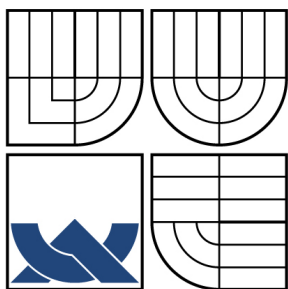
KONSTRUKCE STAVU PRO KONTROLU ODLITKU

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. TOMÁŠ KUTÍLEK

BRNO 2009



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

KONSTRUKCE STAVU PRO KONTROLU ODLITKU

DESIGN OF DEVICE FOR INSPECTION OF FINAL CASTING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. TOMÁŠ KUTÍLEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL VAVERKA, Ph.D.

BRNO 2009

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá konstrukcí kontrolního stavu pro odlitek k napínání rozvodového řemene automobilu. Kontrolní stav je určen ke kontrole funkčních částí odlitku, je ovládán pneumatickými prvky. Stav je určen přímo do výroby konkrétní firmy. Je zkonstruován podle zadaných požadavků a funkčnost byla ověřena na prototypu. Konstrukcí stavu byly vyřešeny problémy manuální kontroly.

V práci je proveden všeobecný rozbor kontroly odlitků a rozbor kontroly přímo odlitku k napínání rozvodového řemene automobilu ve firmě zadavatele, dále je zde rozebrána vlastní konstrukce kontrolního stavu, pneumatické ovládání stavu, ekonomické a technologické zhodnocení.

KLÍČOVÁ SLOVA

Kontrolní stav, odlitek k napínání rozvodového řemene, úplná kontrola, kontrolní pružina, kontrolní kolík

ABSTRACT

This thesis is focused on construction of device for inpection of final casting for machine casting dedicated for tension of car cam belt. Device for inpection of final casting is operated by pneumatic parts and is intended to check operational parts of the machine casting. Control is designed directly to enterprise production. It is constructed according to the custom requirements and it's operability was confirmed on a prototype. It's construction solves the problems with manual checking.

General analysis of machine cast checking as well as analysis of machine casting dedicated for tension of car cam belt in the submitting company is included in the thesis. Moreover, the thesis comprises of discussion of the construction itself, discussion of pneumatic operating elements and economical and technological review.

KEY WORDS

Device for inpection of final casting, machine casting dedicated for tension of car cam belt, full check, check spring, check baton

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KUTÍLEK, T. *Konstrukce stavu pro kontrolu odlitku*. Brno:

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2009. 92 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Michal Vaverka, Ph.D.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Čestně prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval sám pod odborným vedením Ing. Michala Vaverky, Ph.D. a za použití uvedené literatury.

V Brně dne 20.5.2009

.....
Bc. Tomáš Kutílek

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych tímto poděkoval svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Michalu Vavrkovi, Ph.D. za odborné vedení, obětavost a trpělivost při vytváření a psaní této diplomové práce. Dále bych rád poděkoval svým rodičům za umožnění studia, panu Zdeňkovi Kočímu za cenné rady a celé firmě Kovolis Hedvikov, a.s..

1 ÚVOD	13
2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ.....	14
2.1 Tlakové lití.....	15
2.2 Základní principy strojů pro lití pod tlakem.....	15
2.2.1 Tlakové stroje s teplou komorou	16
2.2.2 Tlakové stroje se studenou komorou	16
2.3 Metody výroby odlitků ve firmě zadavatele [4]	17
2.3.1 Metoda vakuového lití	18
2.3.2 Metoda Squeeze Casting	19
2.4 Výroba a apretáž odlitků ve firmě zadavatele	19
2.4.1 Technologické procesy [6]	19
2.5 Kontrola odlitků.....	22
2.5.1 Způsoby kontroly odlitků ve firmě zadavatele	23
2.5.2 Ukázka manuální kontroly odlitku na upínání rozvodového řemene ve firmě zadavatele.....	24
3 FORMULACE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU A JEHO TECHNICKÁ A VÝVOJOVÁ ANALÝZA.....	28
4 VYMEZENÍ CÍLŮ PRÁCE	30
5 NÁVRH METODICKÉHO PŘÍSTUPU ŘEŠENÍ	31
5.1 Postup práce.....	31
5.2 Volba pracovní skupiny	31
5.3 Volba software.....	31
6 NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ A VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY	32
6.1 Varianty řešení.....	32
6.1.1 Varianty spuštění kontroly odlitku	32
6.1.2 Varianty kontroly prostřížení a průchodnosti děr na odlitku.....	34
6.1.3 Varianty nastavení a upevnění razítka.....	35
6.2 Výběr optimální varianty	37
7 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ	38
7.1 Obecný popis základních částí stavu	38
7.1.1 Základní části.....	38
7.1.2 Popis základních prvků.....	38
7.2 Popis konstrukce.....	39
7.2.1 Základní desky.....	39
7.2.2 Podpěrná tyč a noha kontrolního stavu	41
7.2.3 Rotační uložení pružiny.....	42
7.2.4 Posuvný ozubený hřebec	47
7.2.5 Štít.....	49
7.2.6 Pracovní deska kontrolního stavu.....	55
7.2.7 Upevnění kontrolních kolíků pro kontrolu průchodnosti děr	57
7.2.8 Ostatní části kontrolního stavu	58
7.3 Pneumatický mechanismus	60
7.3.1 Pneumatické prvky kontrolního stavu	61
8 ZÁVĚR(KONSTRUKČNÍ, TECHNOLOGICKÝ A EKONOMICKÝ ROZBOR ŘEŠENÍ).....	76

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	78
10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	80
11 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	81
12 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK.....	83
13 SEZNAM PŘÍLOH.....	84

V současné době se výroba hliníkových odlitků, jako je např. odlitek pro napínání rozvodového řemene v automobilovém průmyslu, provádí pomocí tlakového lití. Obsahem diplomové práce je konstrukce stavu pro kontrolu odlitku pro napínání rozvodového řemene v automobilech. Práce vznikla jako metodický postup pro konstrukci kontrolních stavů tlakových odlitků ve spolupráci s firmou Kočí zámečnictví pro potřeby firmy Kovolis Hedvikov, a.s. (dále jen KH).

Vyrobené odlitky se opracovávají a kontrolují dle technologických postupů vydaných technologem firmy. Kontrola geometrie a funkce finálního odlitku, sloužícího pro napínání rozvodového řemene v automobilu, se u firmy KH provádí manuálně. KH se zabývá výrobou forem, tlakovým sléváním hliníkových slitin a obráběním odlitků. Vyrábí tlakové odlitky o hmotnosti od 5 g až přibližně do 9 kg. KH zavedla certifikaci systému jakosti dle norem ČSN ISO/TS 16949: 2002 a ČSN EN ISO 9001.

Zavedením certifikace do systému jakosti dle norem ČSN ISO/TS 16949: 2002 a ČSN EN ISO 9001 je manuální kontrola odlitků nedostačující, pomalá a nespolehlivá. Při manuální kontrole vznikají chyby a problémy jako lidský faktor (snaha pracovníka ulehčit si práci, nepozornost), zmetkovitost a s tím spojené náklady, které snižují zisk a poškozují dobré jméno společnosti. Pracovník není neomylný, jeho nepozornost nebo snaha urychlit si práci, znamenají pro firmu velké problémy. Při manuální kontrole funkčních částí odlitků dochází k nejčastějším chybám. Nejpočetnější vadou je špatné prostřížení mezikruží pro zašroubování pružiny a špatné prostřížení děr.

Důležitým impulsem pro změnu manuální kontroly na poloautomatizovanou a tím i výroba kontrolního stavu, jsou časté reklamace od zákazníků KH. Při přejímce odlitků se provádí statistická kontrola namátkově vybraných kusů z odlévané série. V případě, že dojde ke zjištění vady kusu mimo normu, požaduje odběratel uhradit veškeré náklady spojené s vadnou dodávkou.

Firma KH se snaží snížit reklamace použitím kontrolního stavu, který zaručuje úplnou, bezchybnou kontrolu geometrie a funkce odlitků (tj. průchodnost děr, bezchybnou průchodnost pružiny, správné prostřížení mezikruží).

Úplnou kontrolu odlitku zaručuje razítko, které je součástí kontrolního stavu. Po označení odlitku razítkem dojde k jeho uvolnění do expedice.

2 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU POZNÁNÍ

Výroba hliníkových odlitků pro automobilový průmysl (odlitek pro napínání rozvodového řemene) se provádí pomocí metody tlakového lití.



Obr. 2-1 Odlitek pro napínání rozvodového řemene



Obr. 2-2 Odlitek pro napínání rozvodového řemene

Čím je přeměna výchozího materiálu v požadovanou součást nebo výrobek kratší a jednodušší, tím je strojírenská výroba rychlejší a levnější.

Výsledkem stálých snah v tomto směru jsou různé moderní výrobní metody, kterými je materiálu dáván požadovaný tvar. Pokud jde o kovy a jejich slitiny, lze z těchto způsobů uvést jako příklad práškovou metalurgii, protlačování kovu a dále různé metody tzv. přesného lití, jako je lití metodou vytavitelného modelu pro slitiny železa, niklu atd. a lití do kokil, a zejména lití pod tlakem pro slitiny neželezných kovů [1].

Při nejčastěji používaném způsobu odlévání kovů vstupuje kov do formy (netrvalé nebo trvalé) vlastní hmotností. Rychlost, kterou přitom kov má, stačí, aby formu vyplnil dříve, než ztuhne. U trvalých kovových forem plněných uvedeným způsobem, zejména jde-li o tenkostěnné odlitky, je však nebezpečí, že kov ztuhne dříve, než zcela vyplní dutinu formy [1]. Toto nebezpečí odstraňuje metoda lití kovů po tlakem.

2.1 Tlakové lití

2.1

V podstatě jde o způsob výroby odlitků, při kterém je roztavený kov velkou rychlostí (10 až 100 m/s i více) vstřikován do trvalé kovové formy. Kov dosahuje velké rychlosti značným zúžením vtoku v místě, které se nazývá vtokové naříznutí, tím, že na něj působí vysoký tlak. Během krátké doby tuhnutí zůstává kov pod tlakem. Díky velké rychlosti plnění a působícímu vysokému tlaku je možné odlévat tímto způsobem tenkostěnné a velmi členité odlitky, které nevyžadují velmi často jiné opracování než odstranění vtoku a otřepů. Tím se tato metoda blíží ideální snaze o přímou přeměnu materiálu v hotový výrobek. Jedinou operací se tekutý kov v několika sekundách přemění v komplikovaný odlitek hladkého povrchu a poměrně velmi přesných rozměrů, které závisí na několika činitelích, o nichž bude zmínka dále [2].

Ve vtokovém zařízení se rychlost kovu volí podle členitosti a složitosti odlitku. Rychlým odvedením tepla vlastní ocelovou formou, kdy obě poloviny formy a v některých případech i jádra a vložky jsou chlazené vodou, proudící ve vyvrtaných kanálech, se dostane rychlého ochlazení odlitku. Lití kovů pod tlakem se dá hospodárně použít jen na výrobu odlitků ze slitin neželezných kovů do licí teploty max. 1000 °C z důvodu životnosti ocelových forem. Proto se používají slitiny olova, cínu, zinku, hliníku, hořčíku a mědi [2].

Lití kovů pod tlakem má proti dnes používaným způsobům lití mnoho předností. Porovnáme-li je např. s litím do písku nebo do kokil, dosahuje se jím podstatně většího výkonu, větší přesnosti odlitků, kvalitnějšího povrchu odlitků při větších sériích, menších výrobních nákladů a lepšího využití kovu. Odlitky také nevyžadují téměř žádné úpravy a velmi málo dodatečného obrábění.

Při lití pod tlakem lze bez obtíží dodržet u odlitků požadované rozměrové tolerance, vyhovující požadavku vyměnitelnosti součástí v hromadné výrobě. Tvar a povrch dutiny formy, která je vyrobena z oceli pro práci za tepla, odpovídá naprosto přesně tvaru a povrchu odlitků. Povrch odlitku může být galvanicky nebo chemicky zpracován. Další velkou předností jsou dobré mechanické vlastnosti, netenkostěnnost odlitků, možnost zalévání vložek z jiného kovu a možnost přelití všech nebo většiny otvorů. Zvláště u menších strojů poměrně rychlá výměna forem umožňuje snadný přechod z výroby jednoho odlitku na odlitek druhý [2].

2.2 Základní principy strojů pro lití pod tlakem

2.2

Podle toho, zda roztavená slitina je v trvalém či přechodném styku s ústrojím, ve kterém se na ni působí tlakem, rozeznáváme [2]:

Stroje s teplou komorou :

- vstřikování kovu pístem
- vstřikování kovu vzduchem

Stroje se studenou komorou :

- vstřikování ústrojí vertikální
- vstřikování ústrojí horizontální

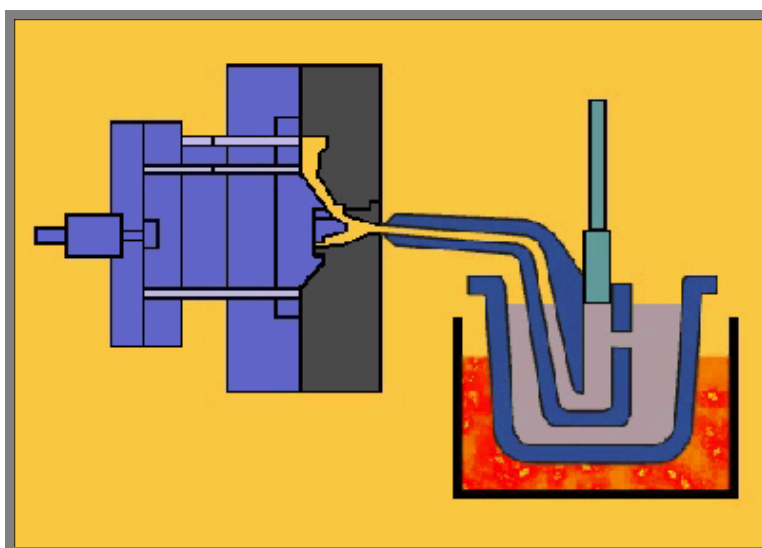
2.2.1

2.2.1 Tlakové stroje s teplou komorou

Stroje s teplou komorou slouží k odlévání kovů a slitin s nízkou teplotou kapalné fáze. Jde zejména o odlévání zinku, olova, cínu a jejich slitin. Základním znakem těchto strojů je to, že pracovní pec je součástí stroje a roztavený kov je z kelímku tlačен přímo do formy [2].



Obr. 2-3 Tlakový stroj s teplou komorou firmy BUEHLER [3]



Obr. 2-4 Schéma funkce tlakového stroje s teplou komorou [3]

2.2.2

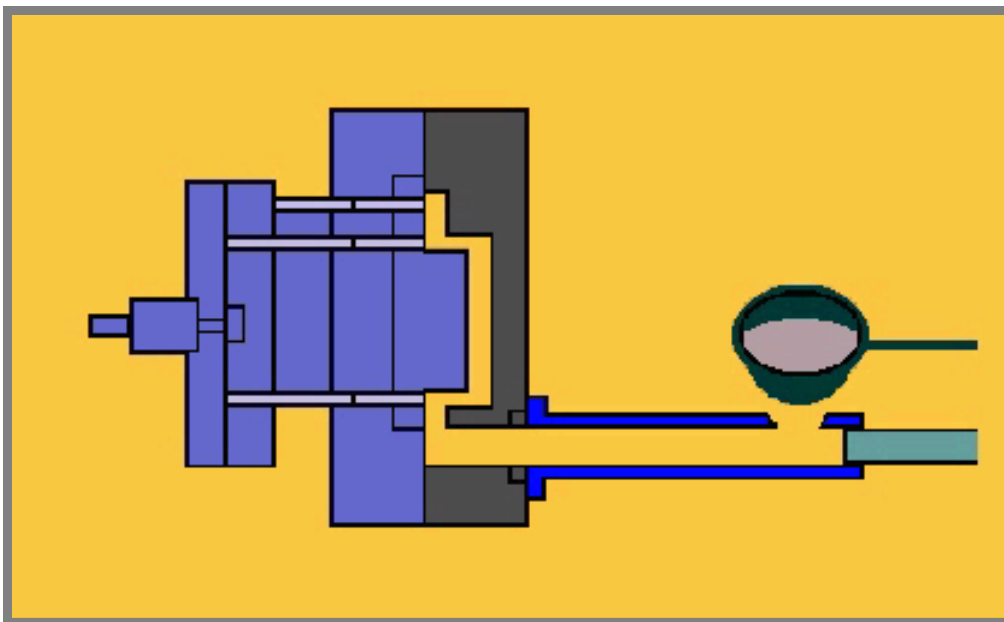
2.2.2 Tlakové stroje se studenou komorou

Pro odlévání hliníku se používají stroje se studenou tlakovou komorou, která může být uspořádána vertikálně nebo horizontálně. U strojů se studenou plnicí komorou na

rozdíl od strojů s teplou komorou není udržovací pec s roztaveným kovem součástí stroje. Je postavena zvlášť a kov z kelímku se dopravuje do plnicí komory před každým vstřikem vhodným mechanizovaným způsobem [2].



Obr. 2-5 Tlakový lis se studenou komorou od firmy BUEHLER [3]



Obr. 2-6 Schéma funkce stroje se studenou komorou [3]

2.3 Metody výroby odlitků ve firmě zadavatele [4]

Ve firmě KH probíhá tavení materiálu v moderních plynových a elektrických pecích.

2.3



Obr. 2-7 Tavárna Kovolís Hedvíkov [4]

Firma KH vyrábí tlakové odlitky s hmotností od 5 g až do 9 kg. Odlitky vyrábí na licích strojích o uzavírací síle 250 až 840 tun, výrobce TOS/RTS-ELAP, Vihorlat Snina, Buehler. Jsou zde nainstalována kompletní automatizovaná lící pracoviště s roboty firmy ABB a KAWASAKI [4].



Obr. 2-8 Robot firmy ABB [4]

Na strojích TOS/RTS-ELAP, Buehler je využívána i technologie vakuového lití a squeeze casting, která bude vysvětlena v následující podkapitole.

2.3.1

2.3.1 Metoda vakuového lití

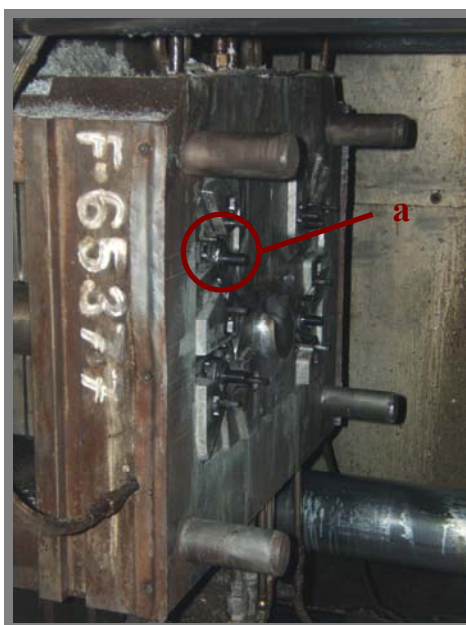
Metoda vakuového tlakového lití, označovaná jako Vacural, se řadí mezi netradiční, modifikované metody vysokotlakého lití. V tomto případě tvoří tlaková forma, tlaková komora a píst uzavřený vakuový prostor a celý proces probíhá ve vakuu. Odlitky neobsahují plynovou porozitu, oxidické vměstky, a tím vykazují větší mechanické vlastnosti než odlitky vyráběné běžnou metodou tlakového lití. Nové

metody tlakového lití též vyžadují speciální konstrukce a úpravy strojů pro tlakové lití. Mezi tyto metody se řadí také metoda Squeeze Casting [5].

2.3.2 Metoda Squeeze Casting

2.3.2

Metoda je založena na vtlačení speciálního píستku (obr. 2-9) do pomocného nálitku umístěného nad materiálovým uzlem odlitku ještě v okamžiku, než ztuhne kov ve formě. Tato metoda je vhodná při výrobě odlitků s teplými uzly nebo rozdílnou tloušťkou stěn, kdy metoda potlačuje vznik staženin nebo je rozptyluje do nepatrných velikostí. Pro potlačení staženin nebo jejich rozptýlení se používá tlakový stroj se speciálním přidavným zařízením a upravenou slévárenskou formou. Tímto způsobem je vyroben např. tlakový odlitek bloku spalovacího motoru vozidla Porsche Boxter nebo hliníkový blok spalovacích motorů ve Škoda – Auto. Zpomalené plnění formy umožňuje infiltraci odlévané taveniny do povrchu vložek založených do formy s cílem dokonalého zalití [5].



Obr. 2-9 Úprava formy; a – speciální pístek

2.4 Výroba a apretáž odlitků ve firmě zadavatele

2.4

Výroba a apretáž odlitků se provádí dle technologických postupů firmy. Apretáž odlitků (tj. čištění, omílání odlitků) je důležitá část technologického procesu, kdy se odlitek zbavuje všech nečistot, ořepů a hlavně dochází k uhlazování ostrých hran na odlitku.

2.4.1 Technologické procesy [6]

2.4.1

1. Operace čištění formy, mazání formy, dávkování kovu, odlití, vyjmutí sady, ostřížení:

Čištění formy, mazání formy, dávkování kovu, odlití je řízeno licím strojem a je plně automatizováno.

Vyjmutí a ochlazení sady provádí rameno robota. Při vyjmutí sady, robot provádí kontrolu správného odlití pomocí čtyř bodů umístěných u ochlazovací vany (obr. 2-12).

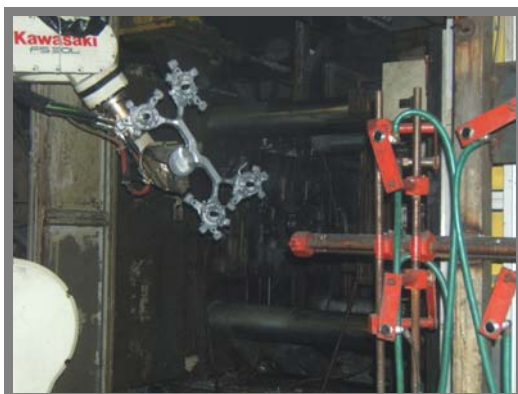
Ostřížení sady se provádí ostříhovacím lisem, který je součástí licího stroje (obr. 2-14). Ostřížené odlitky putují po automatizované lince dále do připravené bedny. Všechny tyto operace jsou řízeny programem robota a licího stroje [6].



Obr. 2-10 Dávkování kovu



Obr. 2-11 Dávkování kovu



Obr. 2-12 Vyjmutí sady



Obr. 2-13 Ochlazení sady



Obr. 2-14 Ostřížení sady

2. Omílání v omílacích bubnech [6]:

Operace omílání odlitků se provádí v bubnech (obr.2-15) pomocí omílacích tělísek (obr.2-16). Ty mohou být různého tvaru a velikosti (hvězdice, kuličky). Tvar a velikost omílacích tělísek se volí podle velikosti odlitků. Omílání odlitků se provádí při teplotě 130 °C, doba omílání je 8 minut.



Obr. 2-15 Omílací buben



Obr. 2-16 Omílací tělíska

Nejdříve se vloží odlitky do bubnu. Pneumaticky se spustí protihlukový kryt na omílací buben. Na časovém spínači se nastaví čas omílání a spustí se režim omílání. Po uplynutí nastavené doby omílání (stroj se automaticky vypne), se pneumaticky zvedne protihlukový kryt, vyhrnou se z prostoru separační klapky odlitky a omílací tělíska. Dále se spustí pneumaticky separační klapka a probíhá režim separace. U separace odlitků a omílacích tělísek je nejdůležitější tzv. síto (obr. 2-17). Velikost děr na sítu se volí podle velikosti omílacích tělísek a odlitků.



Obr. 2-17 Síto pro separaci odlitků

3. Sušení odlitků [6]:

Operace sušení odlitků je spojena s omílacím bubnem pomocí dopravního pásu. Odlitky projdou suškou a dále se umísťují ručně do bedny. Zde probíhá vizuální kontrola a třídění zbylých (zaseknutých) omílacích tělísek.



Obr. 2-18 Dopravní pás sušky

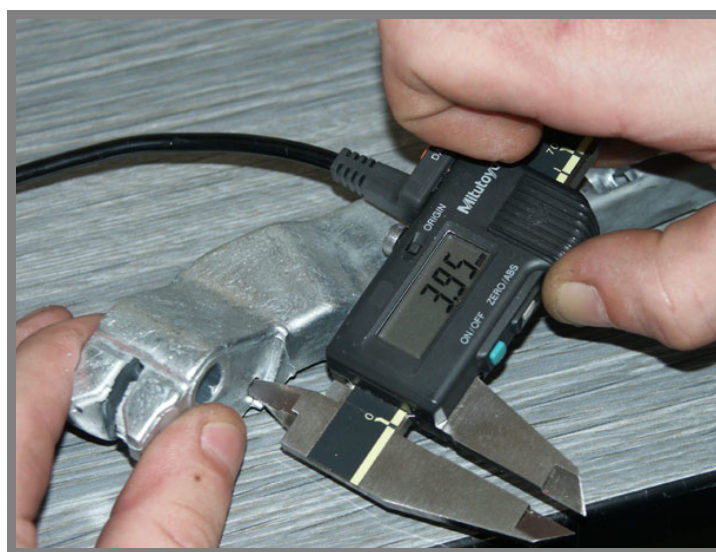


Obr. 2-19 Suška

2.5

2.5 Kontrola odlitků

Kontrolu odlitků můžeme rozdělit na kontrolu manuální a automatizovanou. Manuální kontrola není vhodná pro příliš malé nebo tvarově složité díly a pro příliš velké série. Automatizovaná kontrola je vhodná pro průběžné sledování kvality výroby, popř. kontrolu úplnou, která byla vysvětlena v úvodu práce [7].



Obr. 2-20 Ruční kontrola odlitku [19]

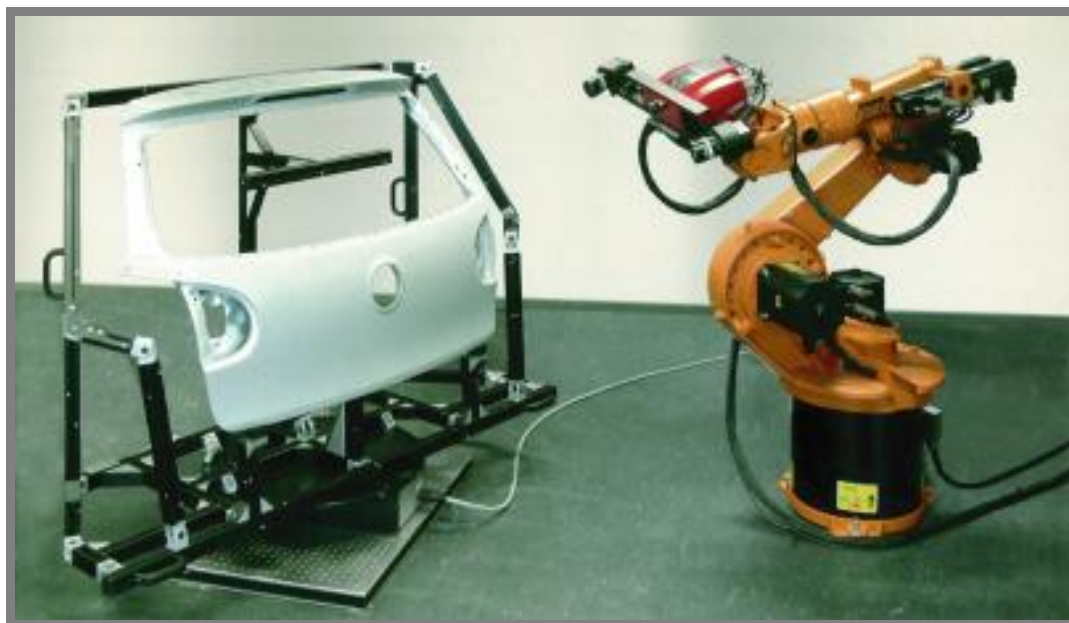
Oba typy kontrol umožňují např. kontrolu prostřížení, geometrie odlitků, průchodnosti děr, správné výšky. Kontrolují se čistota a kvalita odlitků a odstraňují se otřepy a jiné nečistoty.

Do těchto metod kontroly patří také kontrola odlitků na vnitřní vady materiálů (tzv. kontrola odlitků ultrazvukem), která je vždy závislá na druhu kontrolovaného materiálu. Výroba odlitků se provádí z materiálů jako je šedá litina nebo nerez, které patří mezi materiály těžko „prozvučitelné“. To znamená použít pro ultrazvukovou

kontrolu nižší frekvenci a nižší citlivost na vady než např. u výkovků nebo při kontrole svarů [7].

Pro měření tloušťky odlitků lze použít ultrazvukové tloušťkoměry, tzv. dvojité sondy, které obsahují dva skloněné piezokomponenty - jeden jako přijímač a jeden jako vysílač. Výsledný svazek má tvar písmena V. Touto metodou se sice sníží přesnost měření na cca 0,1 mm, ale zajistí se vyšší spolehlivost měření i na hrubém neobrobeném povrchu odlitků. Podobně jako při kontrole na vnitřní vady i zde je často nutné použít sondy o nižší frekvenci [7].

V současné době se začínají používat digitální metody kontroly odlitků. Jednou z takových metod je kontrola pomocí optického skeneru Atos vyrobeného firmou GOM. Doménou optického skenování ve výrobní kontrole se nejprve stala kontrola odlitků a plechových výlisků (např. dílů motorů nebo částí karoserií). Pomocí skenerů Atos v kombinaci s fotogrammetrickým systémem Tritop lze běžně snímat tělesa velikosti osobního automobilu. Na druhé straně lze měřit i malé díly o ploše základny několik čtverečních milimetrů díky možnostem vysokého rozlišení. S úspěchem tak lze měřit běžné plastové výlisky vyrobené vstřikováním do forem [8].



Obr. 2-21 Skenování pomocí průmyslového robota [8]

2.5.1 Způsoby kontroly odlitků ve firmě zadavatele

2.5.1

Každý podnik má vlastní systém kontroly odlitků. Volba systému kontroly odlitků je vždy vnitřní záležitostí dané firmy. Je velmi obtížné získat technologické postupy kontroly odlitků jiných firem. KH provádí kontrolu funkce odlitků manuálně podle technologických postupů vydaných technologem firmy.

Při manuální kontrole vznikají chyby a problémy jako lidský faktor (snaha ulehčit si práci, nepozornost), zmetkovitost a s tím spojené náklady, které snižují zisk a poškozují dobré jméno společnosti. Pracovník není neomylný, jeho nepozornost nebo snaha urychlit si práci, znamenají pro firmu velké problémy zmiňované v úvodu práce. Při manuální kontrole funkčních částí odlitků dochází k nejčastějším chybám. Nejpočetnější vadou je špatné prostřížení mezikruží pro zašroubování pružiny a špatné prostřížení děr. Tato firma dodává odlitky do automobilového průmyslu.

V případě, že dojde k přehlédnutí a prodeji špatného kusu nebo špatné série, požaduje automobilka uhrazení veškerých nákladů na odstranění špatných kusů nebo série. Díky těmto rizikům se firma snaží změnit manuální kontrolu odlitků na poloautomatizovanou pomocí kontrolního stavu. Kontrolní stav by měl zaručit bezchybnou kontrolu geometrie a funkce odlitků (průchodnost děr, pružiny, správné prostřížení). A zároveň by měl snížit čas kontroly.

2.5.2

2.5.2 Ukázka manuální kontroly odlitku na upínání rozvodového řemene ve firmě zadavatele

- *průchodnost a prostřížení děr* – prostřížení a velikost děr se kontroluje pomocí sady normalizovaných kalibrů.



Obr. 2-22 Kontrola průchodnosti a velikosti děr; správná kontrola



Obr. 2-23 Kontrola průchodnosti a velikosti děr; špatná kontrola



Obr. 2-24 Sada kalibrů pro kontrolu průchodnosti děr

Pro kontrolu děr odlitku (obr.2-24) se používá kontrolní přípravek a kalibr EMH0182. Označení kalibru je interní záležitostí firmy, které se používá pro držák kalibru. Držák má dva otvory pro uchycení kalibrů. Na jedné straně je umístěn kalibr, který musí projít dírou a na druhé straně, označenou červenou tečkou, je

umístěný kalibr, který nesmí projít dírou. Při zkoušce správného prostřížení a průchodnosti děr jedna strana kalibru projde dírou a druhá označená červenou tečkou ne. Pokud vše proběhne v pořádku, kontrola děr je považována za správnou.

- *průchodnost pružiny, prostřížení mezikruží* – provádí se ručně pomocí zkušební pružiny.



Obr. 2-25 Kontrola průchodnosti pružiny , prostřížení; příprava



Obr. 2-26 Kontrola průchodnosti pružiny , prostřížení; vložení pružiny



Obr. 2-27 Kontrola průchodnosti pružiny , prostřížení; zašroubování pružiny

Kontrola správného prostřížení a průchodnosti pružiny se provádí pomocí přípravku EMA0330. Toto označení je interním označením přípravku firmy, vyjadřující kontrolní pružinu. Aby se zjistilo správné prostřížení, je nutné našroubovat přípravek na odlitek. Tato kontrola je velmi silově náročná. Lidská síla nedokáže vyvinout takový tlak, aby se přípravek zcela zašrouboval do odlitku. Dochází k tomu, že se přípravek našroubuje jen do 1/3 odlitku. To ale nezaručuje úplnou kontrolu. Nedojde k úplnému zašroubování pružiny a pokud při montáži do automobilu nejde pružina zcela zašroubovat, je na vinně výrobce odlitků.

- *výška zapaštění pístku* – provádí se pomocí výškoměru



Obr. 2-28 Výškoměr



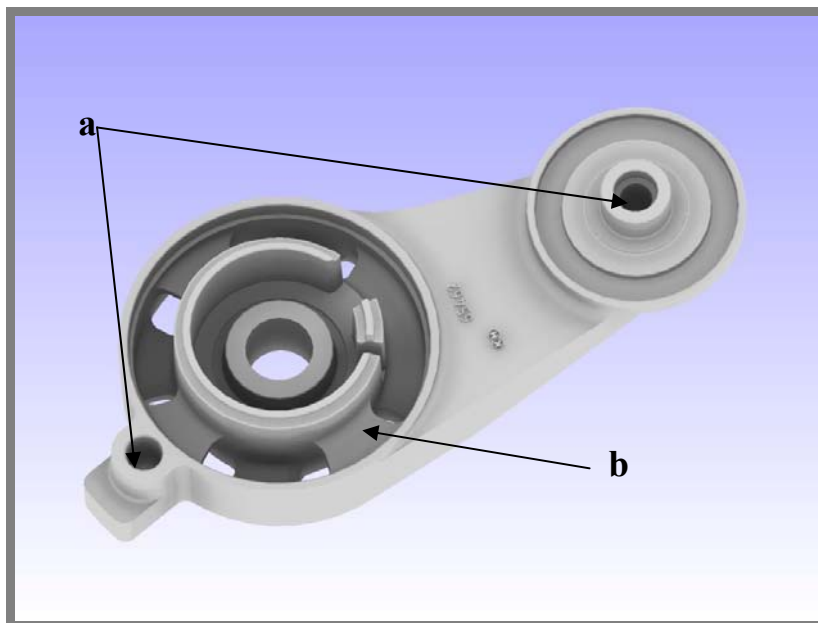
Obr. 2-29 Výškoměr (detail)

U tohoto zařízení se kontroluje správná výška zálitku a tím i spojená celková výška odlitku.

Aby nedocházelo k dalším reklamacím a tím i ke finančním ztrátám firmy, je zapotřebí dosáhnout úplné, spolehlivé kontroly funkčních částí odlitků (tj. průchodnost děr, bezchybnou průchodnost pružiny, správné prostřížení mezikruží). Proto vznikl tento projekt konstrukce stavu pro kontrolu odlitků pro napínání rozvodového řemene v automobilu.

3 FORMULACE ŘEŠENÉHO PROBLÉMU A JEHO TECHNICKÁ A VÝVOJOVÁ ANALÝZA

Diplomová práce na téma „Konstrukce stavu pro kontrolu odlitku“ vznikla na základě potřeb firmy KH, která se v současné době zabývá tlakovým litím hliníkových odlitků pro automobilový průmysl (jako je např. odlitek pro napínání rozvodového řemene), pro který je kontrolní stav navrhován. Takto vyrobené odlitky se musejí opracovávat a kontrolovat dle technologických postupů firmy. Kontrola geometrie a funkce finálního odlitku sloužícího pro napínání rozvodového řemene v automobilu se u této firmy provádí manuálně. Při manuální kontrole vznikají chyby a problémy jako je zmetkovitost a s tím spojené náklady, které snižují zisk a poškozují dobré jméno společnosti, zaviněné lidskou nepozorností nebo snahou pracovníka ulehčit si práci. Díky těmto rizikům je snaha změnit manuální kontrolu odlitků na poloautomatizovanou pomocí kontrolního stavu. Stav by měl zaručit bezchybnou a úplnou kontrolu funkce odlitků.



Obr. 3-1 Odlitek pro napínání rozvodového řemene v automobilu
a - správné prostřížení děr; b - průchodnost pružiny = správné prostřížení mezikruží

Důvody proč vyvíjet stav pro kontrolu odlitků

- Neexistuje v této firmě žádný poloautomatizovaný systém kontroly odlitků.
- Při manuální kontrole není zaručena úplná, bezchybná kontrola funkčních částí odlitků.

Oblast použití stavu

- Stav je určen pro kontrolu funkčnosti odlitků.

- Stav bude sloužit ke kontrole funkčních parametrů odlitků (tj. správné prostřížení děr, průchodnost pružiny = správné prostřížení mezikruží – viz. kapitola 2.5.2), (obr. 3-1).
- Stav bude využíván ve výrobě.

Požadavky na konstrukci stavu

- Musí se zaručit bezpečnost při manipulaci s kontrolním stavem a pracovní činnosti.
- Stav musí být odolný proti poškození.
- Stav musí být kompaktní.
- Stav musí být schopný používat pouze zaškolený pracovník podle přiloženého návodu (viz příloha 5)
- Stav musí být zkonstruován jako mechanický, ovládaný pneumatickými prvky.
- Konstrukce a části stavu musejí vydržet celoroční 24 hodinový nepřetržitý provoz v průběhu 5 - ti let, pneumatické prvky kontrolního stavu musejí vydržet minimálně 2 roky.

Tab. 3-1 Základní údaje

Základní údaje		Jednotky	Kontrola vizuální	Kontrola funkčních částí	Odebírání	Celkem
Položka	x					
Počet pracovníků	p/sm		1	2	1	4
Směnnost	sm			R/N		
Hmotnost odlitku	g			250		
Rychlost kontroly	ks/hod			45		45
Doba kontroly	s		20	30	30	80
Záměr, Cíl						
Počet pracovníků	p/sm			1		1
Rychlost kontroly	ks/hod			60		60
Doba kontroly	s		20	10	30	60
Počet hodin v provozu	hod/rok			8760		8760
Počet cyklů stavu	cyklus/rok			525 600		525 600

4 VYMEZENÍ CÍLŮ PRÁCE

Cílem této diplomové práce je konstrukční návrh a realizace kontrolního stavu pro kontrolu funkce finálního odlitku sloužícího pro napínání rozvodového řemene v automobilu s parametry umožňujícími kontrolovat všechny funkční rozměry a funkčnost výrobku dle zadaných požadavků a odstranit tak problémy vzniklé při dosavadní manuální kontrole popsané v kapitole 2.5.1. Dále nastínit princip použití kontroly na jiných odlitcích a nastínit možné inovace stavu.

Primární cíl:

- **Realizace a zkonstruování stavu pro kontrolu odlitků dle zadaných parametrů.**

Sekundární cíle:

- Nastínit princip použití kontroly na jiných odlitcích.
- Vypracovat návod k použití stavu.
- Vypracovat výkresovou dokumentaci, seznam položek.

5 NÁVRH METODICKÉHO PŘÍSTUPU ŘEŠENÍ

5

5.1 Postup práce

5.1

1. Zadání požadavků firmy.
2. Objednávka firmy vytvoření prototypu.
3. Průzkum kontroly odlitků u jiných firem.
4. Návrh konstrukčních variant řešení.
5. Konzultace s pověřenými pracovníky firmy a výběr nejvhodnější varianty.
6. Vytvoření konstrukce a CAD modelu.
7. Objednání požadovaných dílů.
8. Konzultace s pověřenými pracovníky firmy.
9. Výroba prototypu.
10. Odkoušení funkčnosti prototypu.
11. Při vyskytnutí problémů - řešit problém a nebo přijít s novým řešením.
12. Realizovat a odkoušet funkčnost a přesnost finální verze.
13. Vypracování návodu k použití.
14. Vyhodnocení, ukázka prototypu vedení firmy.
15. Ekonomický návrh prodejní ceny prototypu firmě KH.

5.2

5.2 Volba pracovní skupiny

Podmínkou výroby prototypu bylo, že výroba nebude probíhat ve firmě KH. Proto bylo vypsáno výběrové řízení. Bylo nutno vytvořit konstrukční a ekonomické řešení prototypu. Pracovní skupina byla složena z vyhotovitele diplomové práce a firmou Klempířství Kočí.

5.3 Volba software

5.3

CAD systém

Pro tvorbu CAD modelu kontrolního stavu byl zvolen systém Autodesk Inventor 2008. Tento CAD systém byl vybrán pro dobrou znalost autorem práce, a také proto, že firma KH s tímto CAD systémem pracuje.

Pro tuto práci budou využity moduly pro modelování dílů, sestavení dílů.

6 NÁVRH VARIANT ŘEŠENÍ A VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

6.1 Varianty řešení

Při návrhu variant bylo vycházeno z požadavků, které jsou popsány v kapitole 3, z všeobecně známých faktů uvedených v kapitole 2.

6.1.1 Varianty spuštění kontroly odlitku

Varianty spuštění kontroly odlitku byly řešeny z ohledem na bezpečnost pracovníka, který bude obsluhovat kontrolní stav a na funkčnost zařízení. Byly navrženy dvě varianty, které splňovaly kritéria zadání. Varianta spuštění kontroly odlitku pomocí dvouručního ovládání a varianta spuštění kontroly odlitku pohybem štítu.

Varianty se liší způsobem a konstrukcí spuštění kontroly odlitku, pneumatickým obvodem kontrolního stavu (kapitola 7.3.2), pneumatickými prvky (kapitola 7.3.1).

První varianta (obr. 6-1) je řešena pomocí dvouručního ovládání, který je napojen na pneumatický obvod kontrolního stavu. Na začátku kontroly odlitku musí pracovník, který ovládá kontrolní stav, sepnout oba rozváděče najednou. Po celou dobu kontroly musí být oba prvky sepnuty. Tato varianta je výhodnější z hlediska konstrukce a výroby stavu, dvouruční ovládání je normalizovaná část pneumatických prvků.

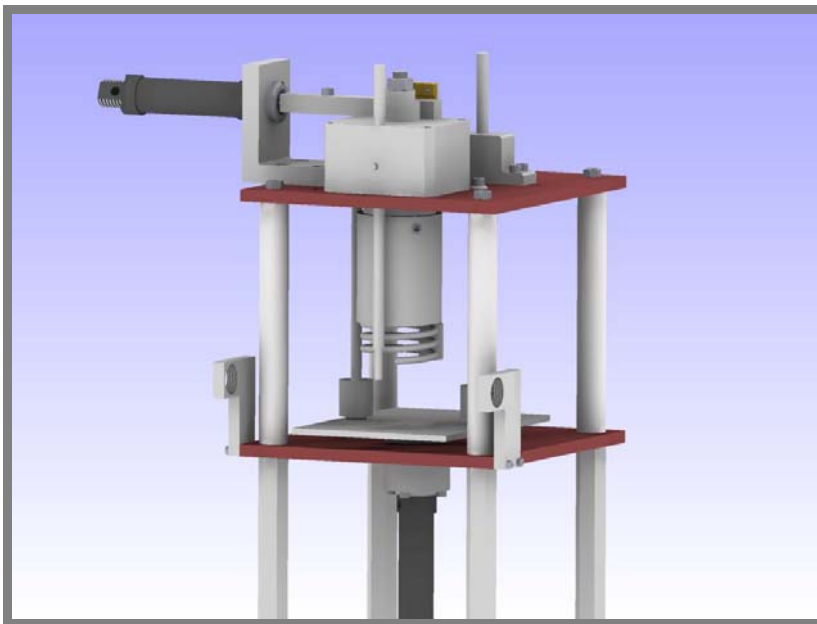
Varianta spuštění kontroly odlitku stažením štítu (obr. 6-2) je řešena pomocí mechanicky ovládaných rozváděčů a pneumatického válce (viz. kapitola 7.3.1), které jsou napojeny na pneumatický obvod kontrolního stavu. Kontrola odlitku proběhne tehdy, pokud dojde ke stažení štítu do pracovní polohy a tím i k přestavení mechanicky ovládaných rozváděčů a uzavření pracovního prostoru stavu. Při ukončení kontrolního cyklu ochranný štít se přestaví do výchozí polohy. Tato varianta zaručuje požadovanou bezpečnost, je časově náročnější na výrobu a konstrukci štítu. Dále varianta umožňuje v době činnosti stavu další pracovní činnosti pracovníka (např. vizuální kontrola, manipulace s dalším odlitek).

Varianta A – spuštění kontroly pomocí dvouručního ovládání

Spuštění kontroly pomocí dvouručního ovládání (obr. 6-1) je upevněno na spodní základní desce. Ručně ovládané rozváděče jsou umístěny v držácích a jsou napojeny na pneumatický obvod kontrolního stavu.

Výhody: Výhodnější z hlediska konstrukce a výroby kontrolního stavu

Nevýhody: Časová prodleva (nutno držet tlačítka stisknutá obě najednou)
Neúplně uzavřený pracovní prostor stavu



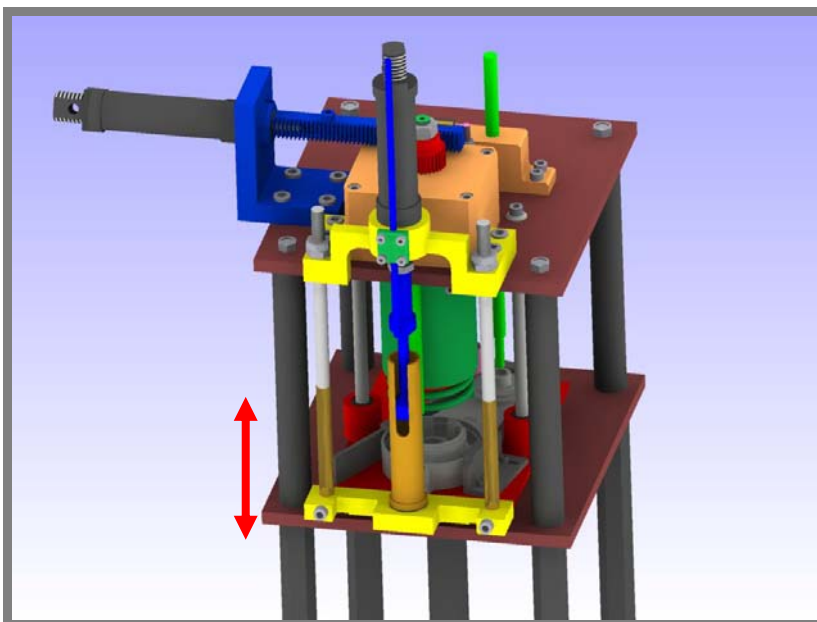
Obr. 6-1 Příprava pro tlačítka ke spuštění kontroly – varianta A

Varianta B – spuštění kontroly odlitku stažením štítu

Spuštění kontroly odlitku stažením štítu (obr. 6-2) je umístěno na horní základní desce. Štít je připevněn k desce a je napojen na pneumatický obvod. Pohyb vykonává pomocí pneumatického válce a mechanicky ovládaných rozváděčů.

Výhody: Zcela uzavřený pracovní prostor stavu
Rychlost kontroly (příprava dalších kusů)

Nevýhody: Vyšší časové náklady na výrobu a konstrukci štítu
Složitější pneumatický obvod s ohledem na vrácení štítu do základní polohy



Obr. 6-2 Spuštění kontroly pomocí štítu – varianta B

6.1.2 Varianty kontroly prostřížení a průchodnosti děr na odlitku

Varianty kontroly prostřížení a průchodnosti děr (viz. kapitola 2.5.2) na odlitku se provádějí pomocí kontrolních kolíků. Byly navrženy dvě funkční varianty kontroly prostřížení a průchodnosti děr na odlitku. Varianta A - signalizace pomocí elektrického snímače (světelná) a varianta – B provedení pomocí mechanického upevnění kontrolních kolíků (nedokončí kontrolní cyklus). Varianty se liší konstrukcí a uchycením kontrolních kolíků.

První varianta (obr. 6-3, 6-4) je řešena pomocí elektrického snímače polohy, který je umístěn do vyfrézované drážky na kontrolním kolíku. Při přehlédnutí signalizace varovné kontrolky docházelo k uvolnění vadných odlitků k zákazníkovi. Další nevýhodou varianty je pravidelná kontrola stavu baterií. Při tomto systému kontroly docházelo k nechtěnému přehlédnutí signalizace (vady) prostřížených děr na odlitku.

Varianta provedení pomocí mechanického upevnění kontrolních kolíků (obr. 6-5) je řešena mechanickým upevněním kontrolního kolíku pomocí stavěcího šroubu do držáku (obr. 6-6). Tato varianta využívá pneumatického obvodu, který je rozdělen do pracovních cyklů. Při neprůchodnosti kolíku dírou se přeruší pracovní cyklus (pneumatický válec 1.0 se nepřestaví do pracovní polohy). Tím nemůže dojít k přehlédnutí vady odlitku a obsluha stavu musí ručním vytažením štítu uvést stav do základní polohy.

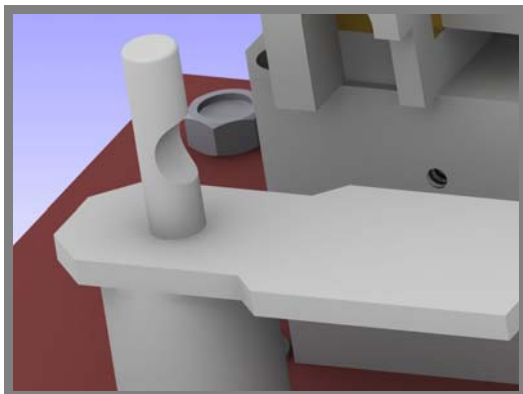
Tato varianta je konstrukčně složitější, využívá pneumatický obvod kontrolního stavu.

Varianta A – signalizace pomocí elektrického snímače

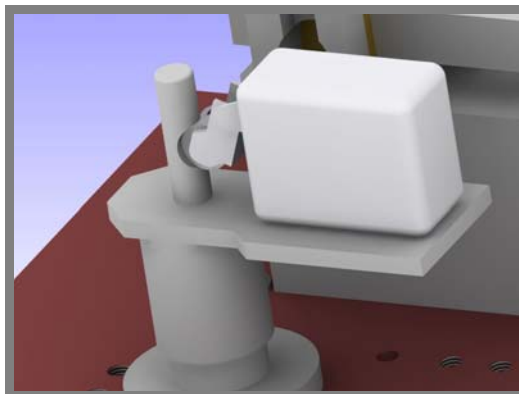
Varianta signalizace pomocí elektrického snímače (obr. 6-3, 6-4) je umístěna na horní základní desce. Do kontrolního kolíku, který je umístěn v držáku je vyfrézovaná drážka (obr. 6-4). Do drážky je umístěn snímač, který je schopen detekce polohy. Při neprůchodnosti kolíku se změní poloha páčky snímače. Kolík vyjede nahoru, páčka snímače vyjede z drážky kontrolního kolíku a tím se snímač sepne do jiné polohy, na snímači se rozsvítí varovná kontrolka, která znázorňuje neprůchodnost kontrolního kolíku dírou.

Výhody: Není nutné uvést stav do základní polohy

Nevýhody: Nepřesnost a poruchovost elektrického snímače



Obr. 6-3 Příprava pro elektrický snímač
varianta – A



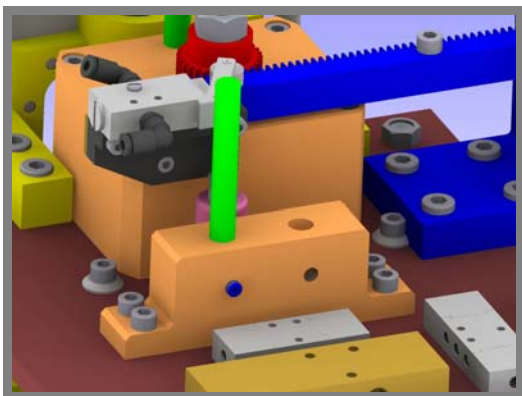
Obr. 6-4 Umístění snímače do drážky kolíku

Varianta B – provedení pomocí mechanického upevnění kontrolních kolíků

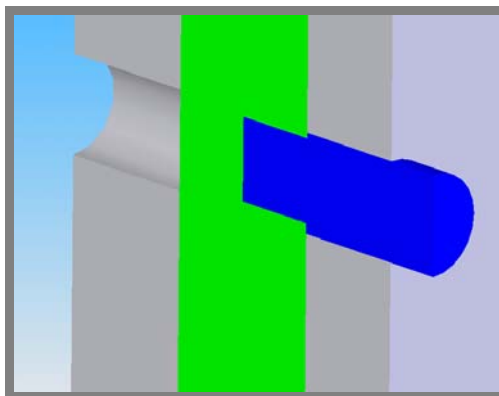
Varianta provedení pomocí mechanického upevnění kontrolních kolíků (obr. 6-5) je umístěna na horní základní desce. Tato varianta využívá pneumatického obvodu, který je rozdělen do pracovních cyklů. Při neprůchodnosti kolíku dírou se přeruší pracovní cyklus (pneumatický válec 1.0 se nepřestaví do pracovní polohy). Tím nemůže dojít k přehlédnutí vady odlitku a obsluha stavu musí ručním vytažením štítu uvést stav do základní polohy.

Výhody: Přesnost a spolehlivost kontroly

Nevýhody: Složitější pneumatický obvod kontrolního stavu



Obr. 6-5 Kontrola pomocí mechanického upevnění kolíků – varianta B



Obr. 6-6 Uložení kontrolních kolíků

6.1.3 Varianty nastavení a upevnění razítka

6.1.3

Pomocí razítka připevněného na horní základní desce kontrolního stavu se označují zkontrolované odlitky (viz. kapitola 1). Varianty se liší upevněním razítka k horní základní desce a principem tisknutí.

První varianta mechanické nastavení a upevnění razítka (obr. 6-7) je řešena konstrukcí držáku razítka (viz. kapitola 7.2). Tato varianta je ekonomicky levnější, konstrukčně jednodušší a není napojena na pneumatický obvod kontrolního stavu.

Varianta razítka poháněného pneumatickým válcem (obr. 6-9) je řešena pomocí pneumatického válce a konstrukcí držáku. Tato varianta má výhodu přesnějšího nastavení, je napojena na pneumatický obvod.

Varianta A – Mechanické nastavení a upevnění razítka

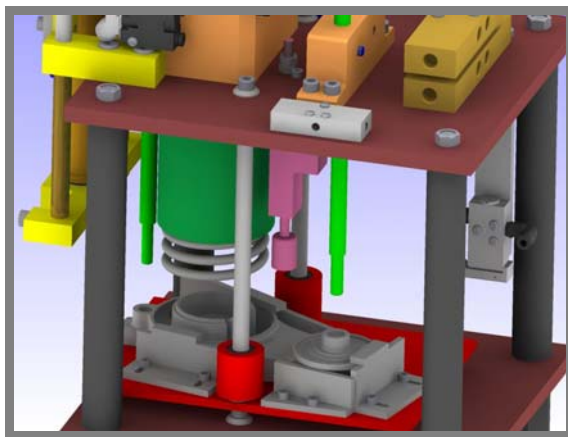
Mechanické nastavení a upevnění razítka (obr. 6-7, 6-8) je umístěno na horní základní desce kontrolního stavu. Je pevně přišroubováno k horní desce. Nastavení razítka je ruční. Provádí se zašroubováním nebo vyšroubováním tyče razítka. Pohyb vykonává jen pracovní deska s odlitkem (viz. kapitola 7.2).

Výhody: Nižší cena konstrukce razítka a držáku

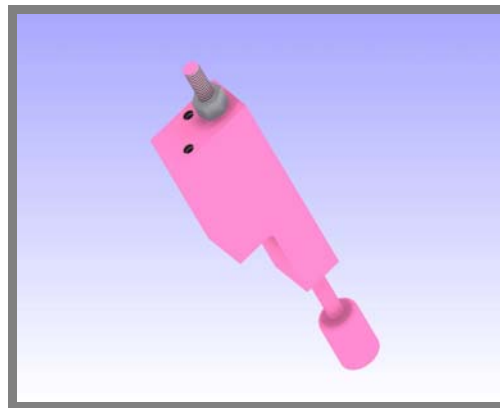
Jednodušší konstrukce držáku

Razítko není napojeno na pneumatický obvod kontrolního stavu

Nevýhody: Ruční nastavení výšky razítka



Obr. 6-7 Upevnění razítka – varianta A



Obr. 6-8 Upevnění razítka

Varianta B – Razítko přestavované pneumatickým válcem

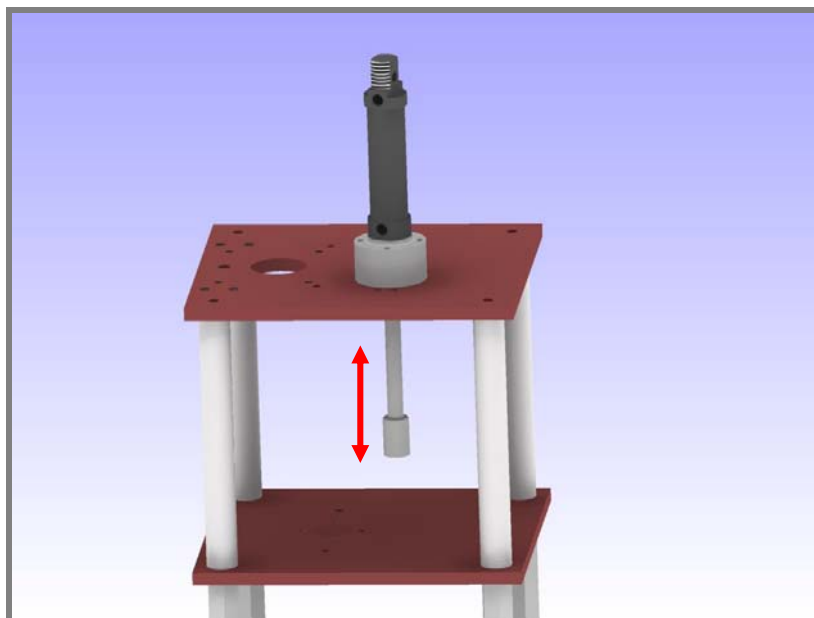
Razítko přestavované pneumatickým válcem (obr. 6-9) je připevněno k pneumatickému válci, který je umístěn na horní základní desce kontrolního stavu. Razítko koná pohyb pomocí pneumatického válce. Nastavení výšky se provádí pomocí tzv. regulací tlaku v pneumatickém válci.

Výhody: Přesnější nastavení výšky razítka

Nevýhody: Vyšší náklady na konstrukci razítka

Složitější pneumatický obvod kontrolního stavu

Náročnější na prostor k upevnění pneumatického válce



Obr. 6-9 Upevnění razítka – varianta B

6.2 Výběr optimální varianty

6.2

- Optimální varianty jednotlivých řešení jsou zvoleny tak, aby podléhaly potřebám firmy, které byly vysvětleny v kapitole 3.

Volby optimálních konstrukčních řešení se po zhotovení a odzkoušení kontrolního stavu ukázaly jako vhodné.

Výběr optimální varianty

Optimální varianty konstrukčního řešení kontrolního stavu byly zvoleny dle potřeb zadavatele. Po konzultaci s pracovníky firmy, kteří měli tento projekt na starosti, se dospělo k tomuto cíli:

Optimální konstrukční řešení kontrolního stavu bude zahrnovat varianty:

- Spuštění kontroly odlitku pohybem štítu.
- Kontrola prostřížení a průchodnosti děr na odlitku pomocí mechanického upevnění kolíků.
- Mechanické nastavení a upevnění razítka.

Varianta spuštění kontroly odlitku pohybem štítu se ukázala s ohledem na bezpečnost obsluhy, praktičnost a funkčnost zařízení jako nejvíce vyhovující varianta. Tato varianta má vyšší náklady na výrobu, ale bezpečnost pracovníků je na prvním místě.

Varianta kontroly prostřížení a průchodnosti děr na odlitku pomocí mechanického upevnění kontrolních kolíků byla zvolena pro její spolehlivost, funkčnost a bezchybnost. U této varianty není potřeba elektrický snímač, který byl největším problémem varianty kontroly pomocí elektrického snímače. Je zaručeno automatické přerušení kontroly při neprůchodnosti kontrolních kolíků do kontrolované díry na odlitku.

Varianta mechanického nastavení a upevnění razítka byla zvolena z důvodu jednodušší konstrukce, praktičnosti. Nejdůležitějším faktorem pro zvolení této varianty je to, že razítko není napojeno na pneumatický obvod, a tudíž není poháněno pneumatickým válcem. Byla volena varianta bez pneumatického obvodu proto, protože při vyšším počtu cyklů v pneumatickém obvodu kontrolního stavu by mohlo docházet k poruchovosti stavu.

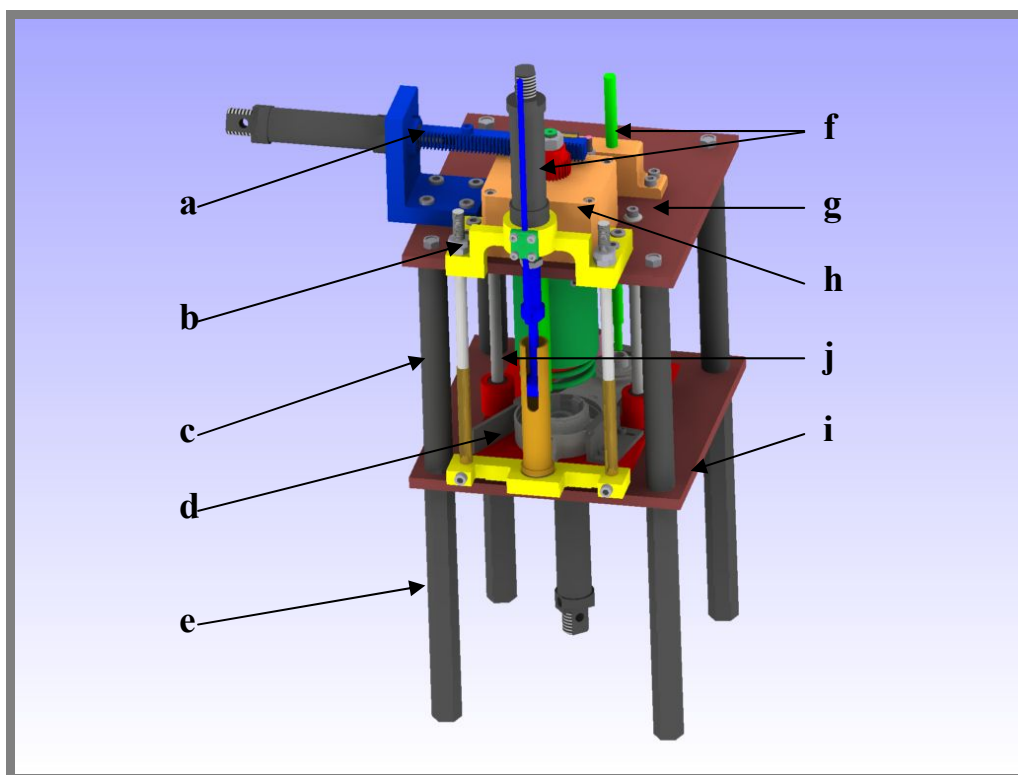
7 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

7.1 Obecný popis základních částí stavu

V této kapitole budou vysvětleny základní funkce, detaily konstrukce jsou uvedeny dále.

7.1.1 Základní části

Pro názornost jsou jednotlivé díly vyobrazeny různými barvami. Barevnost dílů je pro přehlednost shodná na všech obrázcích kapitol 7.1 a 7.2.



Obr. 7-1 Základní popis kontrolního stavu

a – posuvný ozubený hřeben; b – štít; c – podpěrná tyč; d – pracovní deska; e – noha; f – upevnění kolíku pro kontrolu průchodnosti děr; g – základní horní deska; h – rotační uložení pružiny; i – základní spodní deska; j – vodící tyče pracovní desky

7.1.2 Popis základních prvků

Základní částí kontrolního stavu jsou dvě základní desky (horní a spodní, obr. 7-1g,i), které tvoří rám kontrolního stavu. Mezi deskami jsou umístěny podpěrné tyče z kruhového profilu (obr. 7-1c), které vymezují pracovní prostor. Ke spodní základní desce jsou upevněny nohy z šestiúhelníkového profilu (obr. 7-1e), tento profil byl zvolen pro lepší stabilitu stavu.

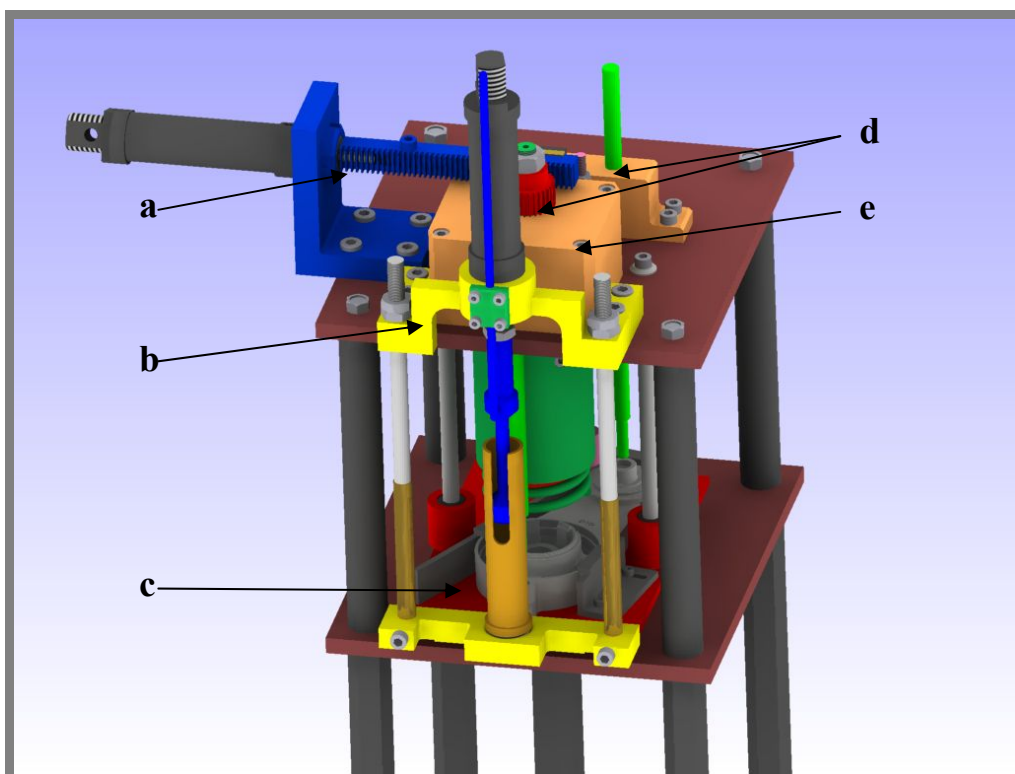
Na horní základní desce jsou upevněny pohybové díly (štít, převodový mechanismus ozubeným hřebem, razítko, upevnění kontrolních kolíků).

Štít (obr. 7-1b) je upevněn na horní základní desce a provádí vertikální posuvný pohyb. Část štítu slouží také k upevnění pneumatického válce. Pohybem štítu lze

zahájit kontrolu odlitků. Nastavení štítu se provádí pomocí kontramatic umístěných na vodících tyčích štítu (viz. kapitola 7.2).

Převodový mechanismus ozubeného hřebene slouží k přenosu přímočarého pohybu na pohyb rotační. Mechanismus je složen ze dvou částí (obr. 7-2a, e). První část mechanismu = ozubený hřeben (obr. 7-2a) koná posuvný pohyb pomocí pneumatického válce. Druhá část mechanismu = pastorek (obr. 7-2e) koná rotační pohyb. Tento pohyb je převáděn na hřídel, která umožňuje rotaci pružiny a kontrolu odlitku. Nastavení mechanismu viz kapitola 7.2.

Dalšími prvky, které jsou umístěny na horní základní desce jsou razítko a kontrolní kolíky pro kontrolu odlitků. Tyto prvky jsou podrobně probrány v kapitole 7.2.



Obr. 7-2 Pohyblivé prvky kontrolního stavu

a – posuvný ozubený hřeben; b – štít; c – deska; d – upevnění kolíku; e – rotační uložení pružiny

Součástí spodní základní desky je pracovní deska na založení odlitku (obr. 7-2c). Deska koná vertikální posuvný pohyb pomocí pneumatického válce.

7.2 Popis konstrukce

7.2

V této kapitole bude podrobně popsána celá konstrukce kontrolního stavu. Kontrolní stav je rozdělen do několika konstrukčních celků (obr. 7-1). Každý člen bude probrán samostatně.

7.2.1 Základní desky

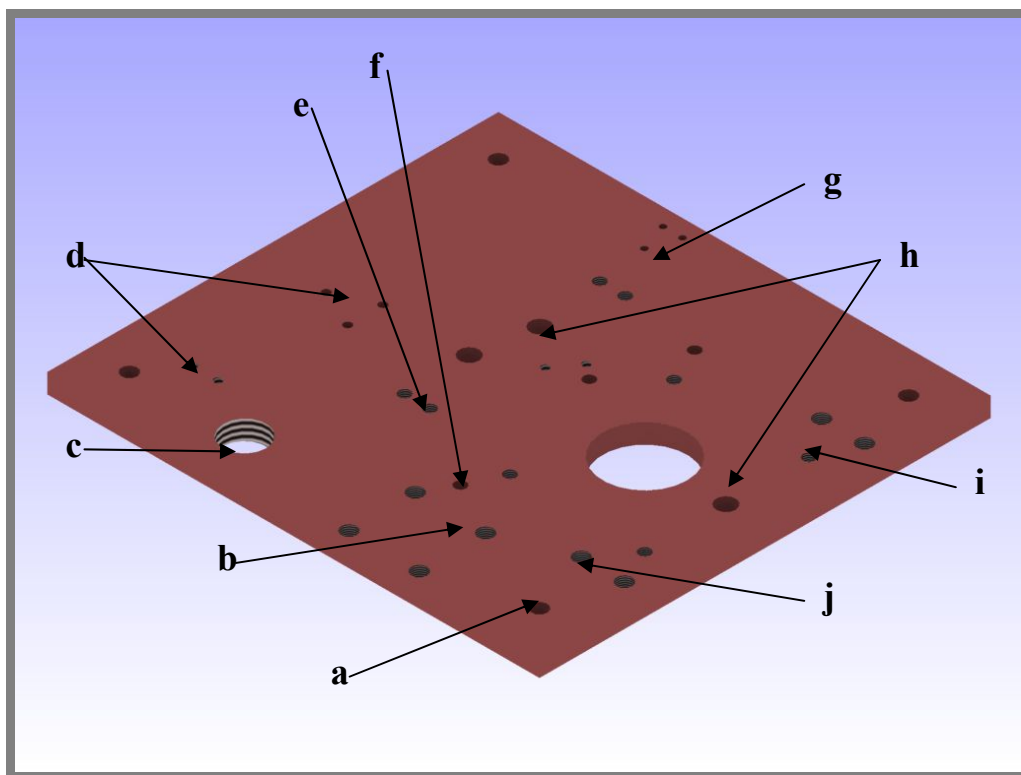
7.2.1

Základní desky (obr. 7-3, 7-4) jsou vyrobeny tak, aby byly dostatečně tuhé a přiměřeně těžké. Obě desky jsou proto zkonstruovány z tyče ploché válcované za tepla o rozměrech 250 x 230 mm o tloušťce 10 mm. Jsou vyrobeny jako výpalek

z oceli 1.057 (11 523), který je dobře svařitelný a obrobitelný. Tento způsob výroby pro malosériovou výrobu není levný, ale pro úsporu času byla zvolena tato varianta. Horní základní deska obsahuje čtyři otvory pro šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem ISO 4017 M8, které spojují horní desku s podpěrnou tyčí kontrolního stavu. Základní deska je opatřena otvorem o průměru 43 mm pro průchod části rotačního uložení pružiny. Dále jsou zde vyrobeny otvory pro šrouby s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem ISO 4017 M5, M6, M8, M10, které slouží k upevnění různých součástí (štít, tělo rotačního uložení pružiny, razítko, upevnění kontrolních kolíků, vodící tyče pracovní desky).

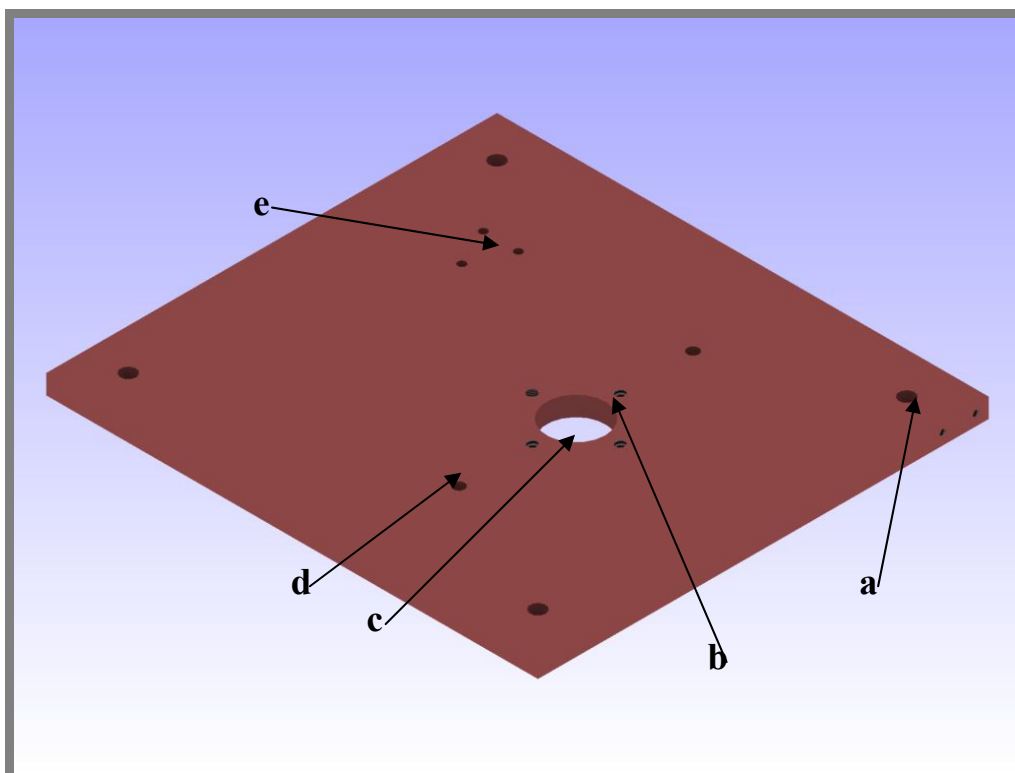
Spodní základní deska je opatřena otvorem o průměru 30 mm, který byl vyroben pro uchycení pracovní desky s pneumatickým válcem. Otvor pro šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem ISO 4017 M8 slouží ke spojení spodní základní desky, podpěrné tyče a nohy kontrolního stavu. Dále obsahuje otvory pro šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem ISO 4017 M5, M6, a také pro upevnění dalších součástí. Rozměry základních desek byly zvoleny tak, aby bylo dostatek pracovního místa pro umístění pneumatických prvků kontrolního stavu.

Všechny otvory na základních deskách byly vyrobeny vrtáním, otvory pro pneumatické prvky byly vyvrtány následně po konstrukci kontrolního stavu z důvodu umístění pneumatických prvků.



Obr. 7-3 Horní základní deska

a – díra pro šroub M8 ke spojení horní základní desky s podpěrnou tyčí; b – díra M8 pro upevnění držáku ozubeného hřebene; c – díra M22 pro ručně ovládaný rozváděč série 105; d – díra M4 pro upevnění rozváděčů; e – díra M6 pro upevnění držáku kontrolního kolíku; f – díra M6 pro vodící tyče pracovní desky; g – díra M3 pro upevnění rozváděče; h – díra pro kontrolní kolík o průměru 10mm; i – díra M6 pro upevnění těla rotačního uložení pružiny; j – díra M8 pro upevnění horního držáku štítu



Obr. 7-4 Spodní základní deska

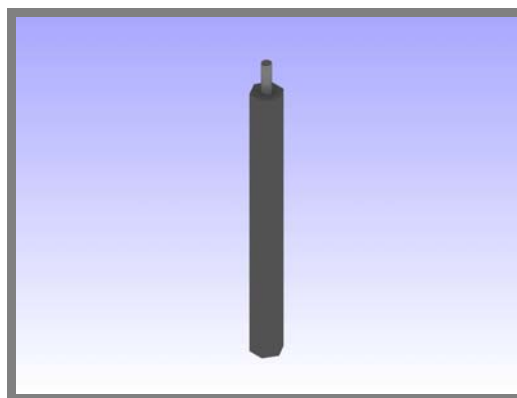
a – díra pro šroub M8 ke spojení spodní základní desky s nohou; b – díra M5 pro upevnění držáku pneumatického válce; c – díra o průměru 30 mm pro uchycení pracovní desky; d – díra M6 pro vodící tyče pracovní desky; e – díra M4 pro upevnění rozváděče

7.2.2

7.2.2 Podpěrná tyč a noha kontrolního stavu

Podpěrná tyč kontrolního stavu (obr. 7-5) spojuje horní a spodní základní desku. Je vyrobena z oceli 1.057 (11 523) o průměru 24 mm a délce 200 mm. Je zkonstruována tak, aby vydržela zátěž horní základní desky a součástí na ní připevněných. Je opatřena závitem z obou stran pro šroub M8.

Noha kontrolního stavu (Obr. 7-6) je vyrobena z tyče šestihranné tažené za studena z oceli 1.0715 (11 109) o rozměru $s = 22$ mm a délce 250 mm, (automatová ocel). Tyč byla zvolena pro lepší stabilitu stavu, vyšší pevnost a jednodušší montáž. Spojuje spodní základní desku a podpěrnou tyč kontrolního stavu. Na noze je vyroben závit M8 o délce 25 mm pro uchycení podpěrné tyče. Noha kontrolního stavu musí vydržet zatížení celého stavu.



Obr. 7-5 Noha kontrolního stavu

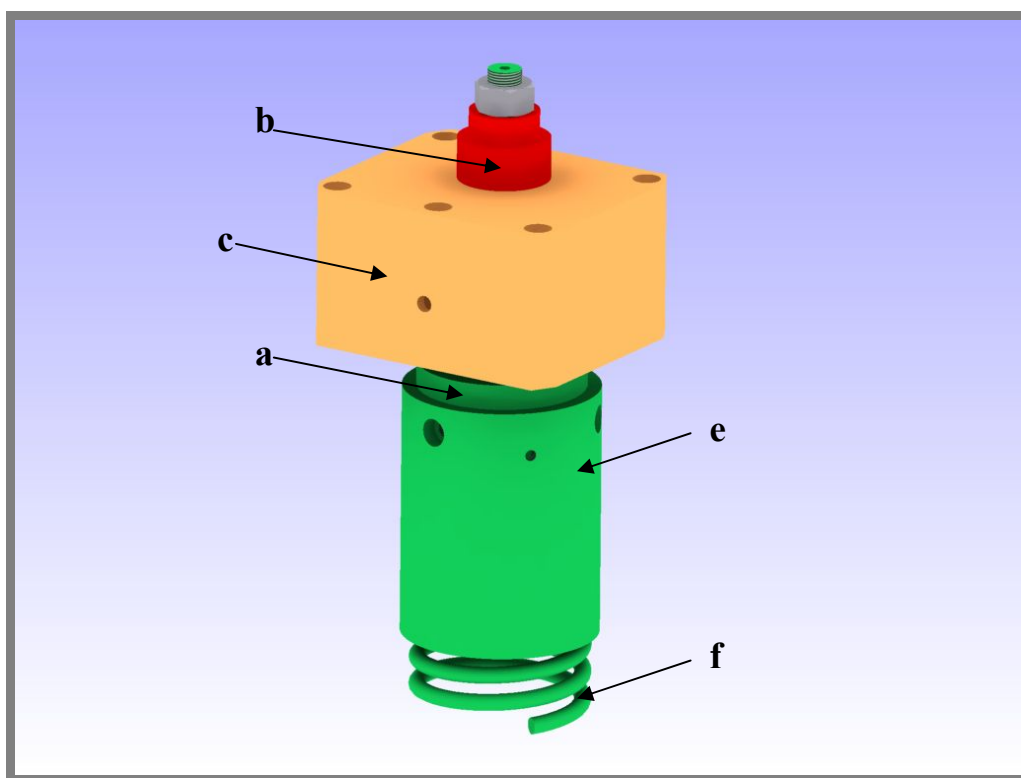
7.2.3 Rotační uložení pružiny

Rotační uložení pružiny (obr. 7-6) je tvořeno z několika částí. Je složeno z držáku pružiny, pastorku, tělesa uložení, krytu pružiny a pružiny. Toto uložení je upevněno na horní základní desce a umožňuje zasouvání pružiny, která provádí kontrolu prostřížení a zašroubování pružiny na odlitku (kontrola odlitku byla probrána v kapitole 2.5.2).

Držák tvoří s krytem pružiny mezikruží, do kterého je připevněna kontrolní pružina. Kryt pružiny slouží jako ochrana kontrolní pružiny před vnějšími vlivy, a také jako stabilizace pružiny. Nesmí docházet k jakémukoli ohnutí nebo vyosení pružiny.

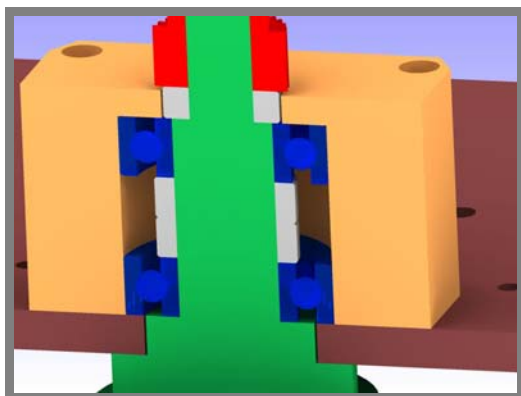
Držák pružiny je umístěn přes horní základní desku do rotačního uložení (obr. 7-7). Uložení je umístěno na horní základní desce a tvoří hlavní pohybové ústrojí (obr. 7-8). Uvnitř uložení jsou kolem hřídele umístěna dvě oboustranně zakrytovaná kuličková ložiska. Distanční kroužky, které jsou umístěné mezi ložisky, slouží jako upevnění ložisek.

Aby mohlo docházet k přenosu posuvného pohybu na rotační, je na konci hřídele umístěn pastorek, který je zajištěn maticí. Pastorek spoluzabírá s ozubeným hřebenem a tvoří tak čelní ozubení. Pod pastorkem je další distanční kroužek, který slouží k upevnění rotačního uložení pružiny.

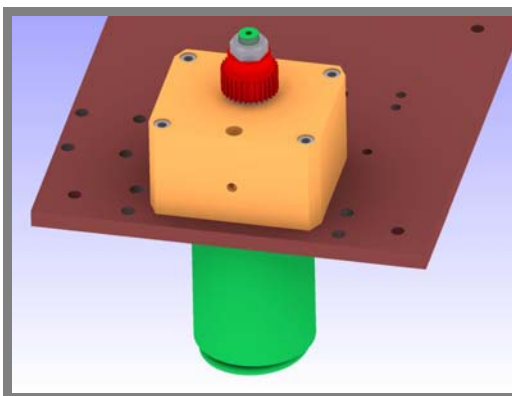


Obr. 7-6 Rotační uložení pružiny

a – držák pružiny; b – pastorek; c – tělo rotačního uložení; e – kryt pružiny; f – kontrolní pružina



Obr. 7-7 Řez rotační uložení



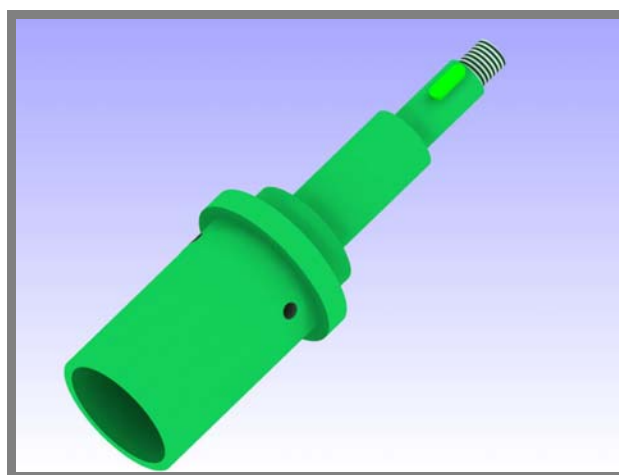
Obr. 7-8 Umístění rotačního uložení

Držák pružiny

Držák pružiny (obr. 7-6a, 7-9) prochází rotačním uložením. Slouží jako hřídel, na které je nasazen pastorek, a také jako držák pružiny. Je vyroben z oceli 1.057 (11 523) o průměru 60 mm a délce 190 mm obráběním.

Na konci držáku je vyroben závit M12 pro kontramatici, upevňující pastorek (obr. 7-6b). Na části držáku je umístěno normalizované pero 5 e7 x 5 x 16 dle normy ČSN 02 2562 pro pastorek. Zvolené pero bylo dodané od objednavatele, tedy automobilky, pro který se odlitek vyrábí.

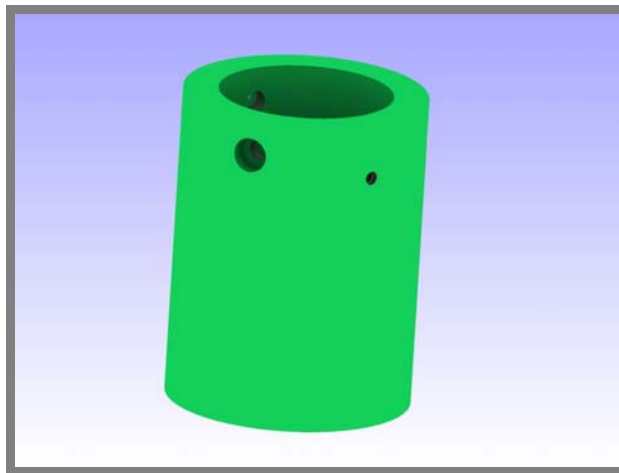
Držák obsahuje tři otvory pro šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem ISO 4017 M6, které spojují držák pružiny s krytem pružiny. Pro snížení hmotnosti je odlehčen (obr. 7-12d).



Obr. 7-9 Držák pružiny

Kryt pružiny

Kryt pružiny (obr. 7-6e, 7-10) je vyroben jako trubka ocelová bezešvá přesná z oceli 1.0308 (11 353) o průměru 70 mm, tloušťce 20 mm a délce 90 mm. Slouží jako kryt pružiny a stabilizace pružiny. Tvoří s držákem pružiny mezikruží, do kterého je umístěna kontrolní pružina. Kryt je vyroben obráběním. Je opatřen třemi otvory se zahlboulením pro šroub M6 pro uchycení krytu k držáku pružiny. Dále obsahuje otvor o průměru 6 mm pro konec pružiny a otvor pro šroub M4, kterým je konec pružiny zajištěn k celkovému uložení (obr. 7-12a).

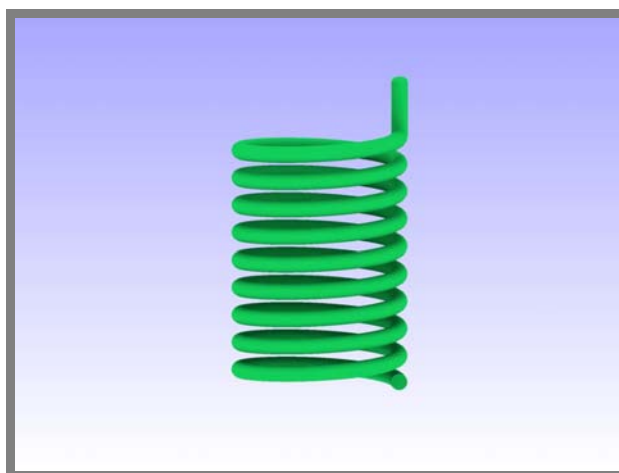


Obr. 7-10 Kryt pružiny

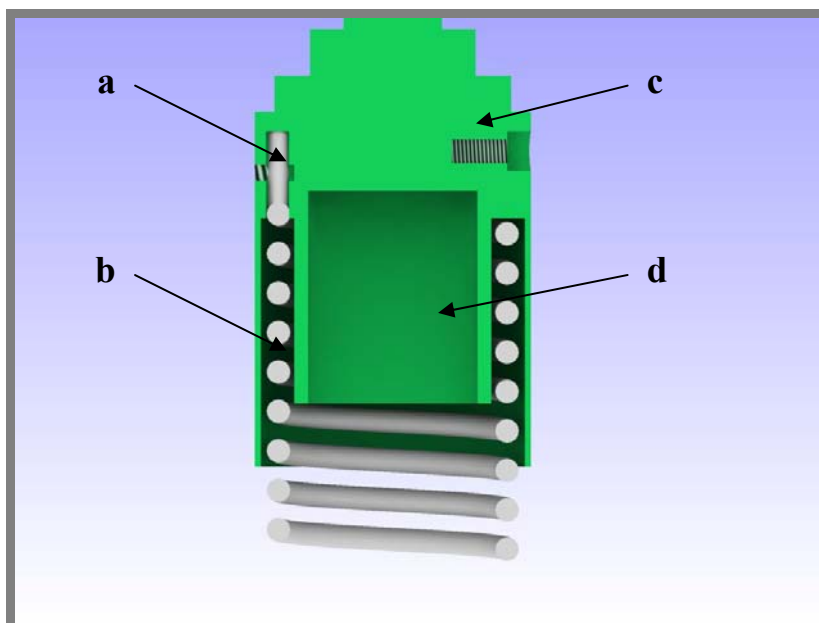
Kontrolní Pružina

Pružina (obr. 7-6f, 7-11) je dodávána přímo od dodavatele. Konec pružiny je opatřen destičkou z tvrdé oceli 1.2842 (19 312), aby nedocházelo k opotřebení a dobře se odstraňovaly otřepy. Pracovní část pružiny v kontrolním stavu je na rozdíl od přípravku EMA A0330 (viz. kapitola 2.5.2) válcovaná na danou sadu odlitků. Tím pádem pružina kopíruje drážku odlitku a umožňuje tak lehčí zašroubování a vytáhnutí pružiny.

Druhý konec kontrolní pružiny je ohnut pro uchycení ke krytu (obr. 7-11).



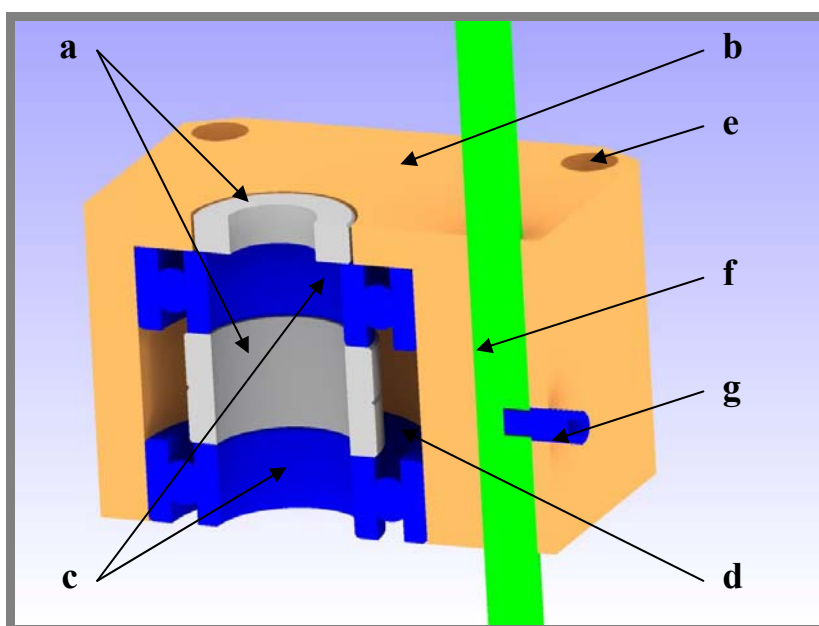
Obr. 7-11 Pružina



Obr. 7-12 Řez části uložení
a – upevnění pružiny; b – mezikruží; c- upevnění krytu; d - odlehčení

Těleso rotačního uložení

Těleso rotačního uložení je tvořeno kostkou, kontrolním kolíkem, ložisky a distančními kroužky. Je základem rotačního uložení pružiny.

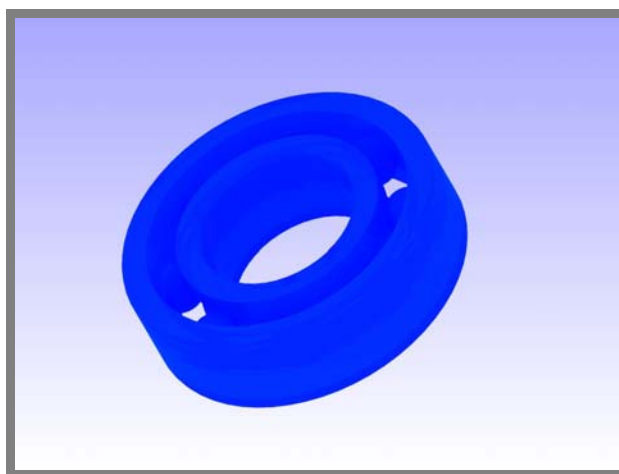


Obr. 7-13 Těleso uložení
a – distanční kroužek; b – základ uložení; c – ložisko; d - frézovaná díra pro uložení ložisek a distančních kroužků; e - díra pro šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem ISO 4017 M6; f - kontrolní kolík; g - stavěcí šroub

Základ rotačního uložení (obr. 7-13b) je vyroben jako výpalek a následně opracován obráběním. Je vyroben z oceli 1.057 (11 523) o velikosti 100 x 85 x 57 mm. Frézovaná díra o průměru 52 mm je určena pro umístění ložisek, distančních kroužků a kontrolního kolíku. Na tělesu jsou vyrobeny otvory pro šroub s válcovou

hlavou a vnitřním šestihranem ISO 4017 M6, kterými se upevňuje k horní základní desce. Dále jsou zde vyrobeny otvory o průměru 10 mm pro zkušební kolík, kterým se zkouší průchodnost děr na odlitku a otvor o průměru 6 mm pro stavěcí šroub, kterým je kontrolní kolík uchycen.

Kuličkové ložisko SKF 6205 2Z (obr. 7-14) bylo zvoleno dle normy ČSN 02 4630 o vnitřním průměru 25 mm, vnějším průměru 52 mm a šířce 15 mm. Je určeno pro uchycení hřídele, na které je umístěn pastorek. Je oboustranně zakrytované, samomazné (výpočet trvanlivosti ložiska viz. příloha 2).

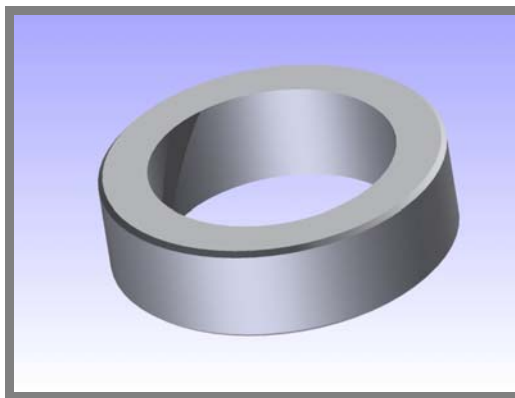


Obr. 7-14 Ložisko kuličkové SKF 6205 2Z ČSN 02 4630

Distanční kroužek (obr. 7-15) je vyroben z oceli 1.057 (11 523) o vnějším průměru 35 mm a vnitřním 25 mm, šířce 10 mm. Je umístěn mezi ložisky a dírou pro hřídel. Zabraňuje rázům a zajišťuje upevnění spodní a horní části rotačního uložení pružiny. Je navrhnut tak, že vnitřní průměr je shodný s vnitřním průměrem ložiska, aby se dala nasadit hřídel. A vnější průměr musí být větší než vnitřní průměr ložiska.

Druhý distanční kroužek je umístěn pod pastorkem, je vyroben ze stejné oceli o vnějším průměru 29 mm a vnitřním 16 mm, šířce 7 mm.

Distanční kroužek lze vyrobít levněji z oceli 1.0308 (11 353), ale pro kusovou výrobu se z ohledem na práci a při zanedbatelném rozdílu ceny nevyplatí.

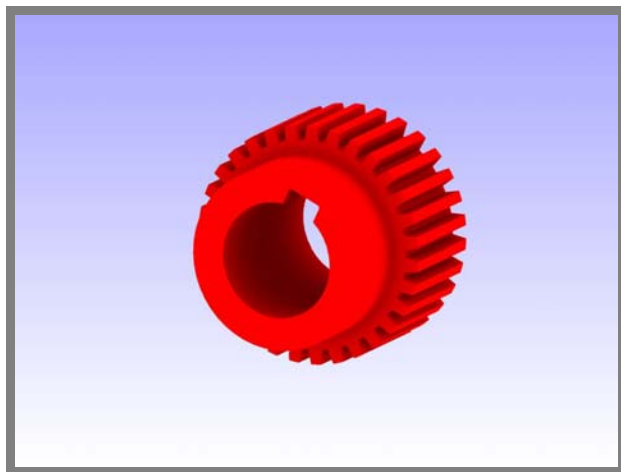


Obr. 7-15 Distanční kroužek

Pastorek

Pastorek (obr. 7-16) je typizované standardní čelní ozubené kolo vyrobené z oceli 1.057 (11 523). Je určeno k přenosu pohybu. S ozubeným hřebenem tvoří čelní ozubení a mění tak posuvný pohyb na rotační. Obsahuje drážku pro pero a je na něm vyrobeno 31 zubů s modulem $m=1$ mm.

Ozubení na pastorku bylo vyráběno s podmínkou, že na délce 100 mm se musí pružina, tedy i pastorek při kontrole otočit o 360° . U těchto a podobných zařízení se toto ozubení standardně používá.

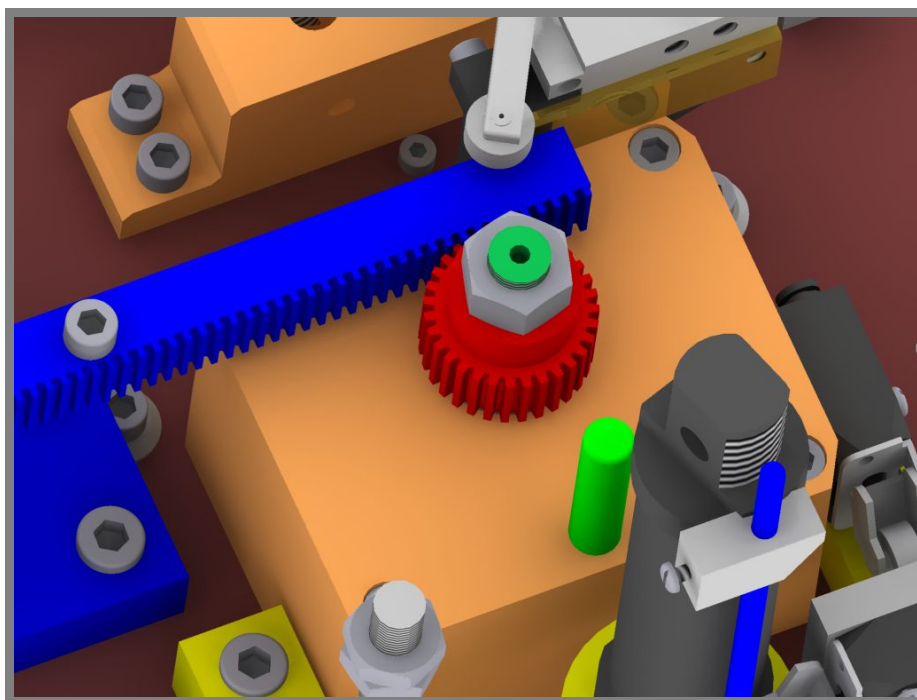


Obr. 7-16 Pastorek

7.2.4

7.2.4 Posuvný ozubený hřeben

Posuvný ozubený hřeben (obr. 7-17) je pomocí držáku a pneumatického válce 2.0 (viz. 7.3.2) umístěn na horní základní desce a tvoří převodový mechanismus ozubeného hřebene.



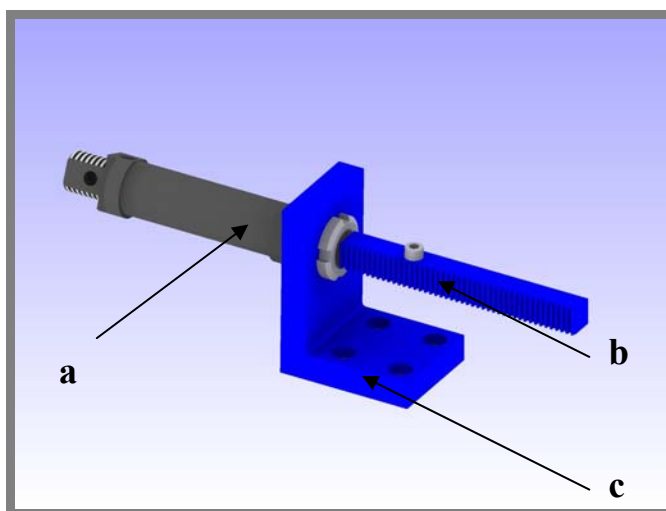
Obr. 7-17 Umístění posuvného ozubeného hřebene

Je tvořen ozubeným hřebenem, pneumatickým válcem 2.0, držákem. Pomocí mechanismu se převádí posuvný pohyb na rotační. Je napojen pomocí pneumatického válce na pneumatický obvod, který řídí tento cyklus pohybu.

Nastavení mechanismu se provádí přímo až při montáži kontrolního stavu, kde se nastaví správná poloha pružiny, aby docházelo k úplnému zašroubování pružiny do mezikruží kontrolovaného odlitku.

Ozubený hřeben je normalizovaný díl, který tvoří s pastorkem čelní ozubení. Typ ozubení byl vybrán jako standardní z ohledem na bezproblémové používání u stejných nebo podobných zařízení.

Pneumatický válec je spojen s ozubeným hřebenem pomocí upínacího závitu M10x1,25. Je umístěn v držáku, do kterého je zašroubován a jeho poloha je zajištěna kontramaticí.

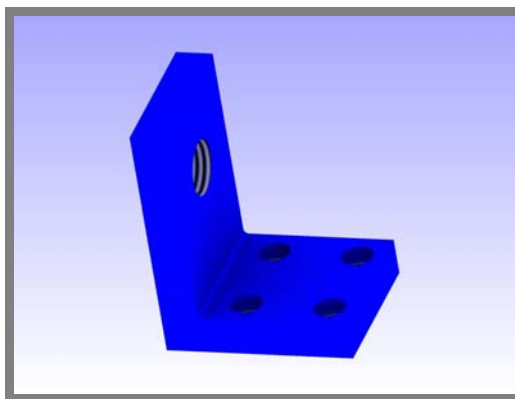


Obr. 7-18 Posuvný ozubený hřeben

a – pneumatický válec; b – ozubený hřeben; c – držák ozubeného hřebene

Držák ozubeného hřebene

Držák ozubeného hřebene (obr. 7-18c, 7-19) je vyroben jako svařenec ze dvou částí z oceli 1.057 (11 523). Je vyroben tak, aby unesl pneumatický válec a vydržel zatížení při konaném pohybu. Slouží k upevnění pneumatického válce, který je spojen s ozubeným hřebenem.



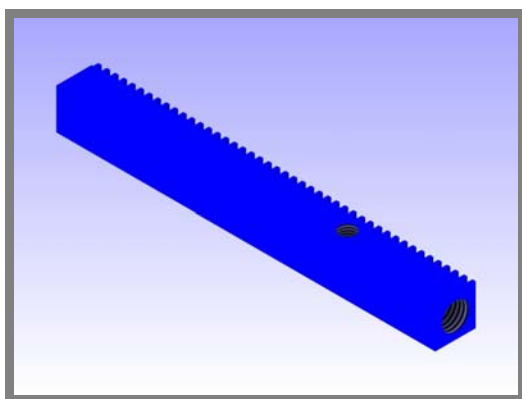
Obr. 7-19 Držák pneumatického válce posuvného ozubeného hřebene

Obsahuje otvory pro šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem ISO 4017 M8, který upevňuje držák k horní základní desce a závit M22 pro upevnění pneumatického válce

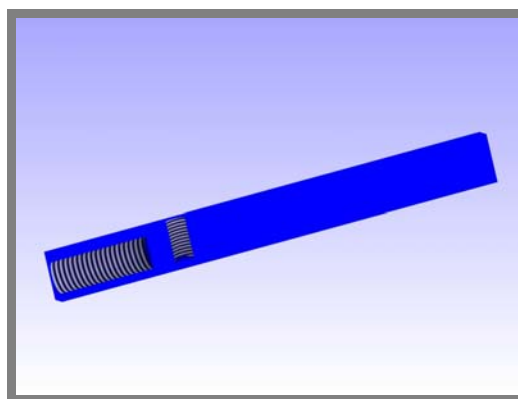
Ozubený hřeben

Ozubený hřeben (obr. 7-20, 7-18b) je normalizovaný díl, který je vyroben z oceli 1,057 (11 523). Je napojen na pneumatický válec 2.0 a s pastorkem tvoří čelní ozubení. Umožňuje tím přenášet posuvný pohyb na rotační a kontrolu prostřížení odlitku (viz.kapitola 2.5.2).

Obsahuje závit M10x1,25 pro upevnění pneumatického válce a otvor pro šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem ISO 4017 M6, který slouží jako bod pro přestavení poloh. Otvor je umístěn 100 mm od začátku hřebene z důvodu přestavení při otočení pastorku o 360° .



Obr. 7-20 Ozubený hřeben



Obr. 7-27 Řez ozubeným hřebenem

Pneumatický válec je popsán v kapitole 7.3.1 Pneumatické prvky kontrolního stavu. Na držáku je jeho upevnění pojištěno pojistnou maticí (obr.7-18).

7.2.5 Štít

Štít (obr. 7-22) je složen z několika částí, které jsou znázorněné na obrázku. Tento díl kontrolního stavu slouží jak k ochraně pracovníka před úrazem, tak i po stažení ke spuštění procesu kontroly odlitku. Štít je napojen na pneumatické prvky, které pohyb štítu zaznamenávají a řídí ho (viz. kapitola 7.3.1).

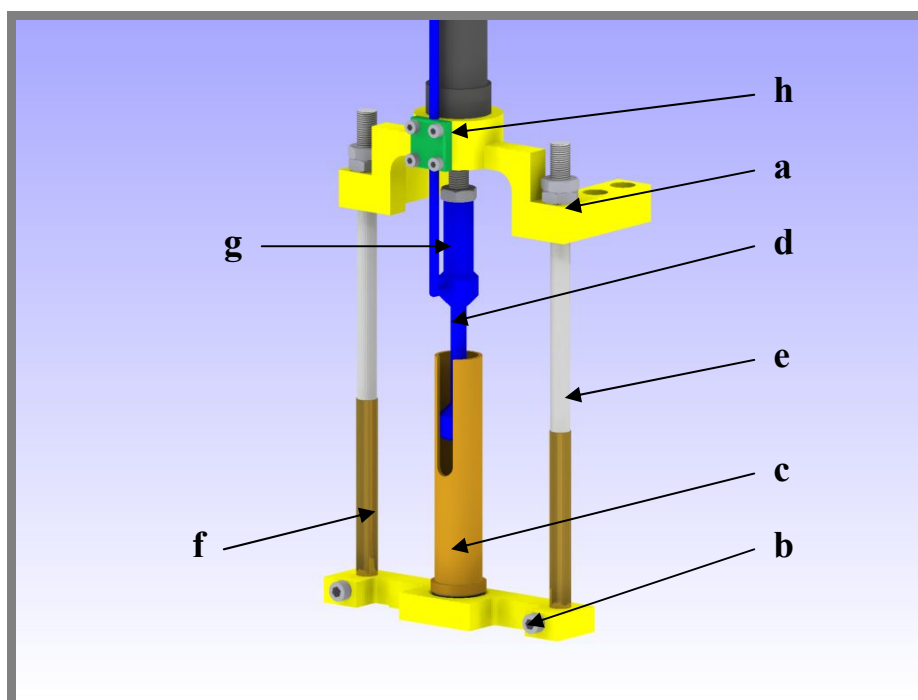
Hlavní částí štítu (obr. 7-23) je pohybové ústrojí. Pouzdro je zašroubováno pevně k spodní části štítu a zalepeno proti otočení. Do pouzdra se vloží píst štítu, který má ve spodní části vyvrtaný otvor pro uložení pružinky a ložiskových kuliček. Kuličky zamezují otírání a opotřebení pouzdra s pístem štítu.

Pružinka je vložena mezi kuličky do otvoru a tlačí se do pouzdra. Pružinka je vyrobena tak, aby při stlačení o 4mm vyvíjela sílu 2 Kp. Je vyrobena s větším počtem závitů, aby kuličky k pouzdru přiléhaly těsněji. Ve spodní části pouzdra je vyroben zápch R4 do hloubky na průměr 24 mm.

Štít se vysune do základní polohy pomocí pneumatického válce 3.0. Pneumatický válec obsahuje pracovní píst, který koná posuvný pohyb. Píst je schopen se přestavit do délky 100 mm. Vodicí tyče obsahují dorazy, které jsou vyrobeny na míru, podle délky štítu. Tedy pracovní pohyb pneumatického válce musí být delší než pracovní pohyb vodicích tyčí. Proto při vysunutí štítu do horní polohy kuličky zapadnou do zápch pouzdra a pneumatický válec přestaví štít do horní polohy (obr. 7-23). Ale

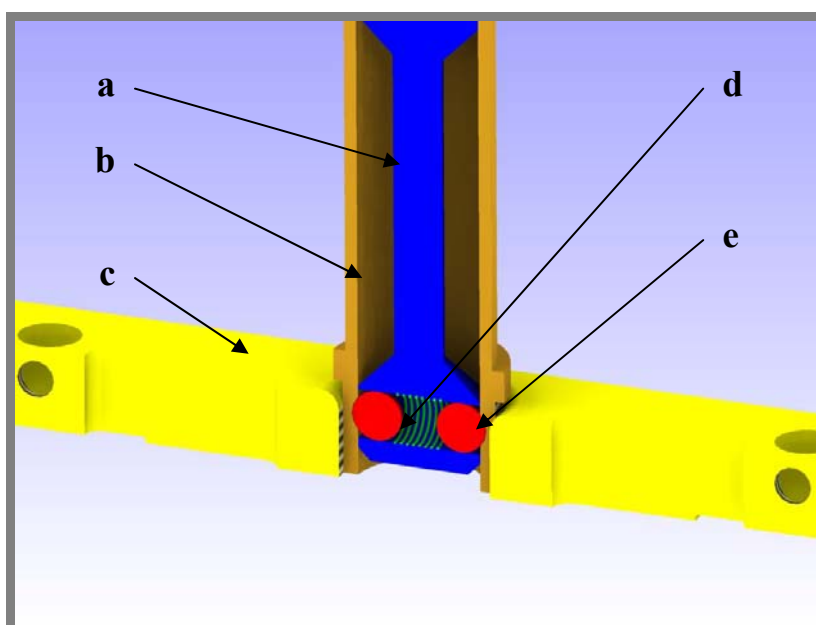
jak je zde uvedeno, válec musí mít delší pracovní pohyb, a proto dojde k vytažení ložiskových kuliček ze zápichu (obr. 7-24). Tím lze lidskou silou stáhnout štít do pracovní polohy a pokračovat v kontrole.

Docházelo k tomu, že ložiskové kuličky zapadly do zápichu pouzdra a pracovník obsluhy stavu nevyvine takovou sílu, aby kuličky vysunul z drážky. Proto byla navržena tato varianta.



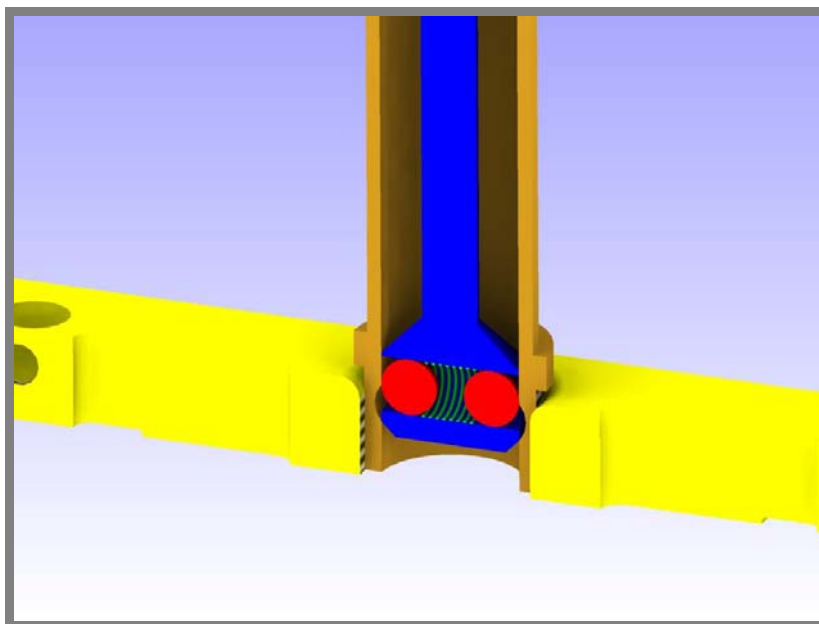
Obr. 7-22 Štít

a – horní držák štítu; b – spodní držák štítu; c – pouzdro; d – píst; e – vodící tyč štítu; f – dorazy; g – vodící tyč pístu; h – kryt vodící tyče



Obr. 7-23 Pohybové ústrojí štítu; vysunutí štítu

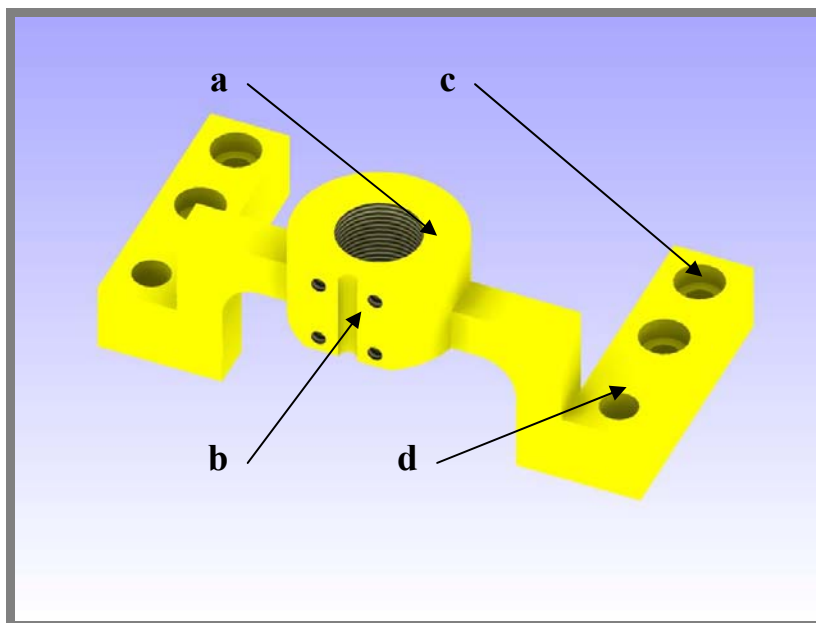
a – pístek; b – pouzdro; c – spodní držák štítu; d – pružinka; e – kulička



Obr. 7-24 Stažení štítu

Horní držák štítu

Horní držák štítu (obr. 7-25) je připevněn na horní základní desce pomocí šroubů s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem ISO 4017 M8. Držák slouží k vedení vodících tyčí a pneumatického válce 3.0, který umožňuje zasunout štít do výchozí polohy. Je vyroben jako svařenec ze tří předfrézovaných dílů z oceli 1.057 (11 523). Výroba tohoto dílu byla náročnější z ohledu na rovinnost a kolmost.



Obr. 7-25 Horní držák štítu

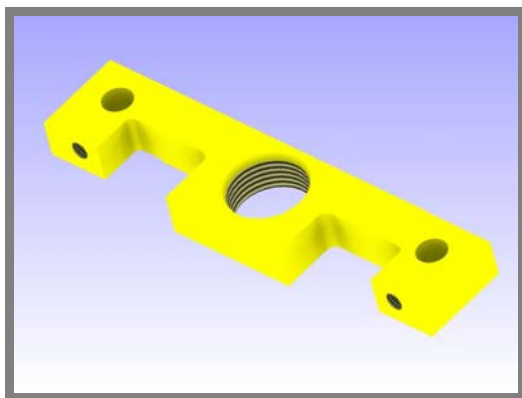
a - pouzdro se závitem M22 pro pneumatický válec; b - drážka pro vodící tyč; c - díra pro šroub s válcovou hlavou a vnitřním 6HR ISO 4017; d - díra pro vodící tyč

Obsahuje otvory pro šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem ISO 4017 M8, který slouží k připevnění horní části štítu k horní základní desce. Dále jsou zde vyvrtány otvory pro vodící tyče o průměru 10 mm, pomocí nichž je spojena horní a dolní část štítu. Pro upevnění pneumatického válce obsahuje držák otvor se závitem M22 a otvory pro šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem ISO 4017 M4, které spojují kryt drážky s držákem.

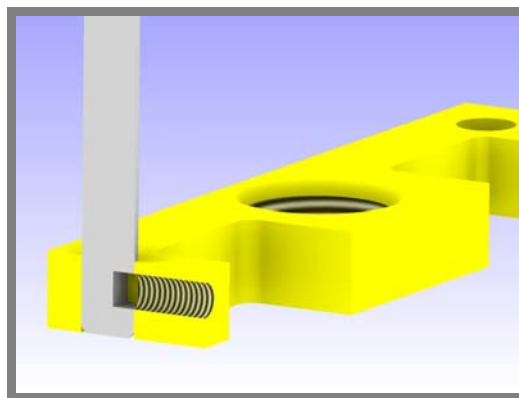
Na horní části štítu je vyfrézovaná drážka pro vodící tyč štítu, na které je umístěna zářezka pro přestavení pneumatického rozváděče (viz. kapitola 7.3.1).

Spodní držák štítu

Spodní držák štítu (obr. 7-26) je pomocí vodících tyčí připevněn k horní části štítu. Slouží k upevnění vodících tyčí, pouzdra a ke stažení štítu. Je vyroben z oceli 1.057 (11 523). Je odfrézován s ohledem na snížení hmotnosti. Do držáku jsou vyvrtány otvory pro vodící tyče o průměru 10 mm, kterými se spojují obě části (obr. 7-27), dále otvory pro šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem ISO 4017 M6, pomocí nichž jsou kolíky připevněny ke spodní části držáku. Obsahuje otvory se závitem M27x1,5, které slouží pro upevnění pouzdra.



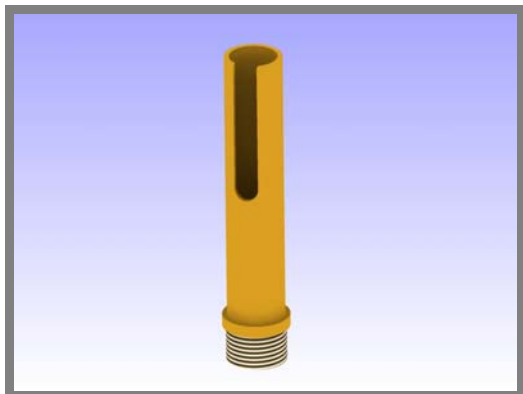
Obr. 7-26 Spodní držák štítu



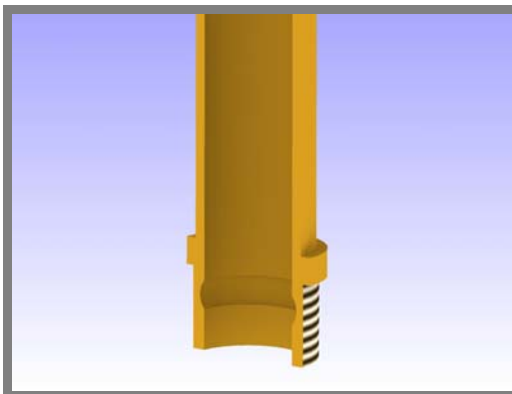
Obr. 7-27 Upevnění držáku k vodícím tyčím

Pouzdro

Pouzdro (obr. 7-28) je vyrobeno z mosazi (tažená trubka). Slouží k pohybu pístu, ve kterém jsou uloženy ložiskové kuličky, pomocí nichž dochází k zasouvání nebo vysouvání štítu a tím může dojít ke kontrole odlitků. Tento materiál byl vybrán pro dobrou odolnost proti opotřebení a otěru. Na spodní části pouzdra je vyroben závit M27x1,5. Pomocí závitu je pouzdro zašroubováno a přilepeno do spodní části štítu. Drážka, která je umístěna v horní části pouzdra musí být vyrobena až po zašroubování pouzdra s ohledem na přesnost. Je vyráběna frézováním. Kdyby výroba drážky proběhla před zašroubováním, nebylo by možné přesně tuto drážku vyrobit. Ve vnitřní části pouzdra je vyroben zápich R4 na průměru 24 mm pro ložiskové kuličky (obr. 7-29). Zápich má menší průměr než kulička, aby nedocházelo k trvalému zasekávání kuliček do drážky.



Obr. 7-28 Pouzdro



Obr. 7-29 Řez pouzdra

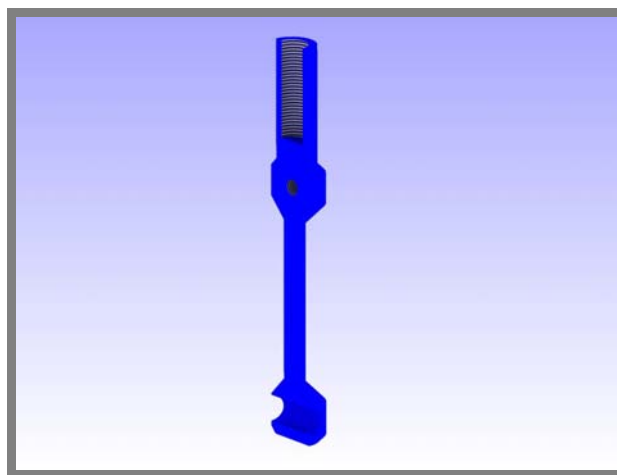
Píst štítu

Píst štítu (obr. 7-30) je vyroben z oceli 1.0715 (11 109), automatová ocel. Na píst je napojen pneumatický válec, který umožňuje jeho pohyb. Je umístěn v pouzdře, kde pomocí ložiskových kuliček koná pohyb. Na pístu je napojena vodící tyč, na které jsou dorazy pro pneumatické prvky (viz. kapitola 7.3.1).

Píst obsahuje otvor se závitem M10x1,25, do kterého je našroubován pneumatický válec. Na závitu pneumatického válce je našroubována matice, aby nedocházelo k samovolnému otáčení a tím i změně polohy.

Dále otvor o průměru 8 mm, kde jsou umístěny ložiskové kuličky a pružinka. Pro uchycení vodící tyče štítu je vyvrtán otvor se závitem M5.

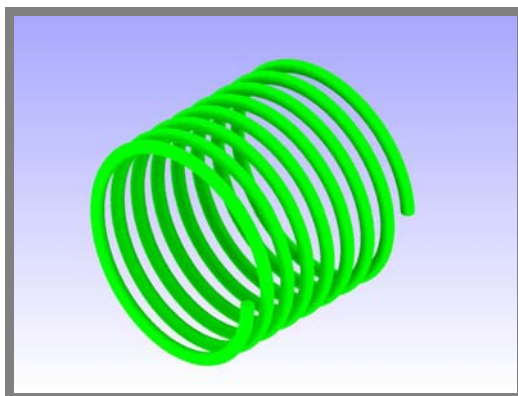
Posouvání pístku a délka štítu se dá nastavit pomocí vodících tyčí štítu, na kterých je vyroben závit M10x1,25.



Obr. 7-30 Pístek štítu

Ostatní části štítu

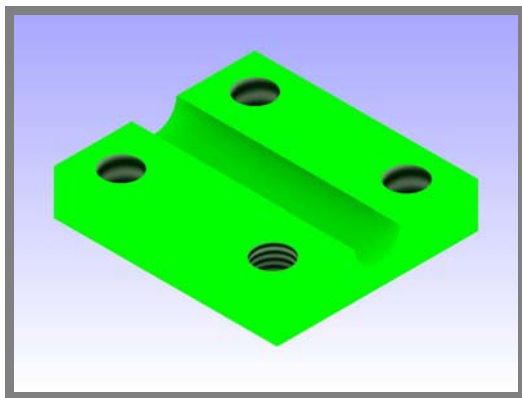
Ložisková kulička a pružinka jsou typizované nakupované komponenty. Jsou umístěny v pístu štítu.



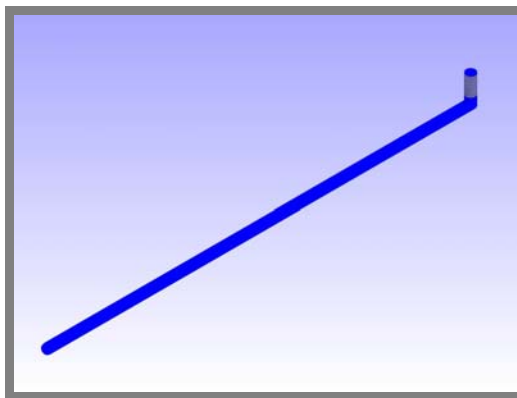
Obr. 7-31 Pružinka

Stabilizace vodící tyče (obr. 7-32) je vyrobena z oceli 1.057 (11 523) o velikosti 25 x 22,5 mm a šířce 6 mm. Na ní je vyfrézovaná drážka pro vodící tyč. Dále obsahuje otvory pro šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem ISO 4017 M4, který připevňuje kryt k horní části štítu. Pomocí stabilizace je vodící tyč upevněna ve vodorovné poloze a nemůže docházet k výkyvům vodící tyče nebo k špatnému chodu kontrolního stavu.

Vodící tyč (obr. 7-33) je vyrobena svařováním dvou tyčí o průměru 5 mm. Na konci tyče je vyroben závit M5 pro uchycení tyče k pístu štítu. Na konci tyče je umístěn doraz, který slouží k přestavení mechanicky ovládaného rozváděče.



Obr. 7-32 Stabilizace vodící tyče

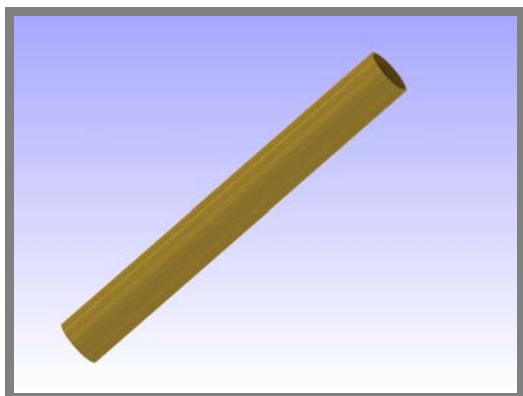


Obr. 7-33 Vodící tyč pístku

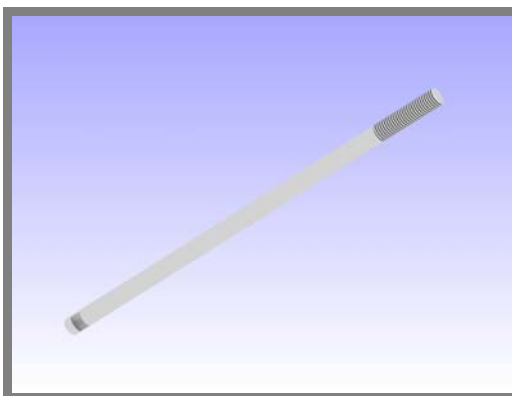
Dorazy (obr. 7-34) jsou vyrobeny z oceli 1.0308 (11 353) o vnitřním průměru 10 mm. Jsou umístěny na vodících tyčích, které spojují horní a spodní část štítu. Slouží jako dorazy při pohybu štítu. Jsou vyrobeny a namontovány později z ohledem na délku celého štítu. Dorazy se vyrábějí přímo na míru, aby nedocházelo k úplnému zaseknutí ložiskové kuličky do zápichu pouzdra.

Vodící tyče štítu spojují horní a spodní části štítu. Jsou opatřeny drážkou, která byla vyrobena frézováním. Jsou vyrobené z chrom niklové oceli o průměru 10 mm pro lepší otěr a životnost. Pomocí drážky se uchytí kolíky do spodní části štítu (obr. 6-35).

Na horní části vodících tyčí je vyroben závit M10x1,25 pro nastavení délky štítu. Na závitu jsou našroubovány matice pro zajištění polohy štítu (obr. 7-22).



Obr. 7-34 Doraz štítu



Obr. 7-35 Vodící tyč štítu

7.2.6 Pracovní deska kontrolního stavu

7.2.6

Pracovní deska kontrolního stavu (obr. 7-37) je složena z osmi částí. Tvoří ji pracovní deska, čtyři úchyty odlitku, pouzdra pro vodící tyče a uchycení pneumatického válce. Pracovní deska koná posuvný pohyb po vodících tyčích. Po stažení štítu se pracovní deska přestaví do horní polohy a tím dojde ke spuštění dalšího cyklu = cyklu kontroly. Slouží k založení a k vysunutí kontrolovaného odlitku do pracovní polohy, kde dochází ke kontrolám funkčních částí odlitku.

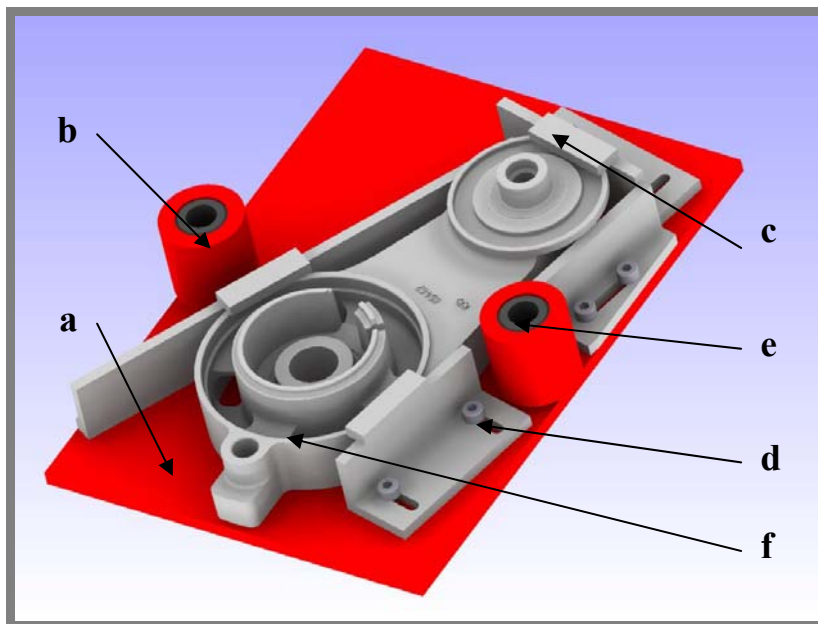
Deska (obr. 7-37a) je vyrobena jako výpalek z oceli 1.057 (11 523) o velikosti 200 x 140 x 5 mm a je broušená. Na desce jsou vyvrtány otvory se závitem M5, pro uchycení držáku pneumatického válce 1.0, otvory se závitem M18x1, do kterých se zašroubovávají pouzdra vodící tyče. Dále deska obsahuje otvory pro šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem ISO 4017 M4, které slouží k upevnění úchytů odlitku.

Pouzdro (obr. 7-37b) pro vodící tyče je vyrobeno z oceli 1.0308 (11 353) o vnějším průměru 28 mm. Na konci pouzdra je vyroben závit M18x1 pro uchycení pouzdra k pracovní desce. Pouzdra se po zašroubování musejí přilepit, tím dochází k zajištění pouzdra před vyšroubováním.

Pracovní deska koná posuvný pohyb. Aby nedocházelo k poškozování a otírání vodících tyčí jsou v pouzdře umístěna lineární kuličková ložiska (obr. 7-36, 7-37). Tato ložiska se vyznačují nízkým průřezem. Ložiska se snadno montují, mohou se domazávat a nemusí být axiálně pojištěna v tělese. Lineární kuličková ložiska SKF LBBR jsou opatřena integrovanými třecími těsněními, která v normálních provozních podmínkách chrání ložisko před nečistotami [9].

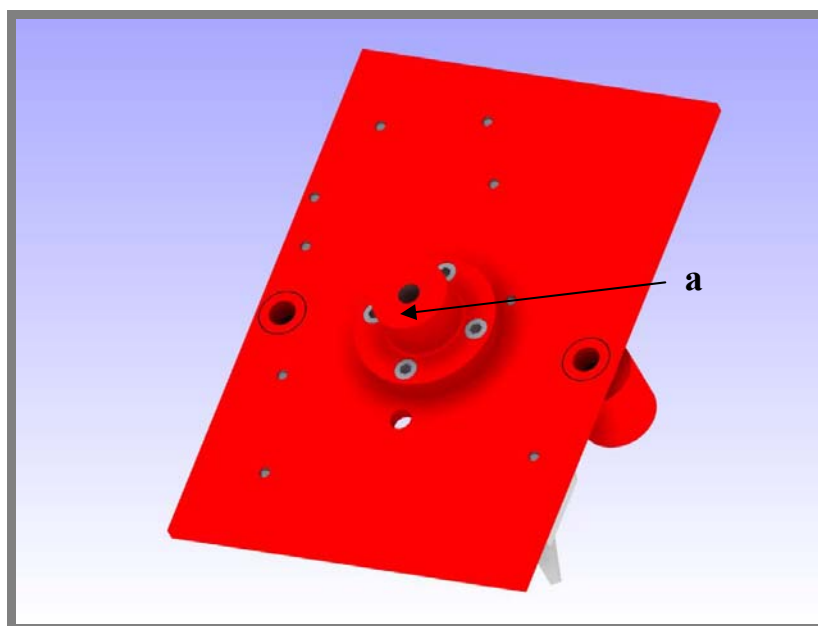


Obr. 7-36 Lineární ložisko SKF LBBR 10-2LS [9]



Obr. 7-37 Pracovní deska kontrolního stavu

a – deska; b – pouzdro pro vodící tyč; c – dorazy úchytů; d – uchycení odlitku; e – ložisko SKF LBBR 10-2LS; f - odlitek



Obr. 7-38 Pracovní deska – pohled upevnění pneumatického válce

a – uchycení pneumatického válce

Úchyty odlitku (obr. 7-37d) jsou vyrobeny z oceli 1.057 (11 523) obráběním. Úchyty jsou nastavitelné. Slouží k přesnému uchycení odlitku do správné polohy. Na konci úchytů jsou dorazy, které přidrží odlitek, aby nedocházelo k zasekávání kontrolních kolíků. Při prvních zkouškách, kdy na úchytech nebyly dorazy docházelo k zasekávání kontrolních kolíků v kontrolovaných otvorech z důvodu velké síly, které vytvoří pneumatický válec. Tím nedošlo k úplnému dokončení cyklu a neproběhla úplná kontrola a docházelo k zastavení kontrolního stavu. Proto byla zvolena varianta s dorazy, kde dochází k přidržení odlitku a tím se kontrolní kolík

může vysunout a kontrolní cyklus proběhne celý. Slouží především k upevnění kontrolovaného odlitku a k vysunutí odlitku do pracovní polohy.

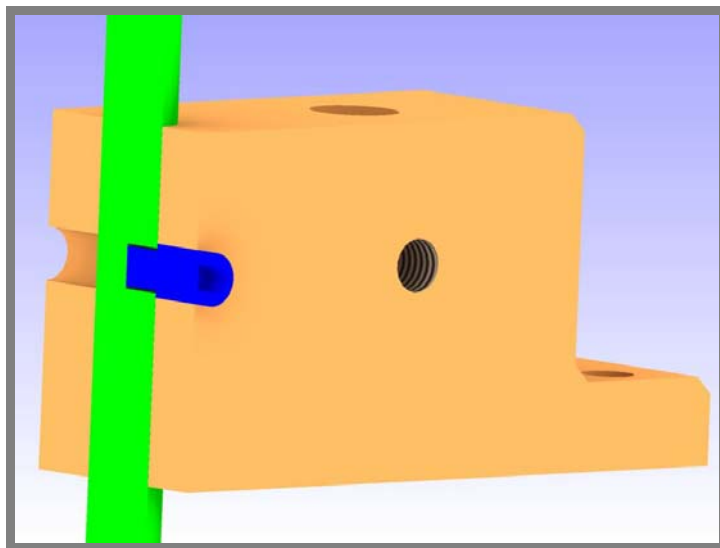
Uchycení pneumatického válce (obr. 7-38a) je vyrobeno z oceli 1.057 (11 523). Obsahuje otvor se závitem M10x1,25, do kterého je zašroubován píst pneumatického válce. Dále jsou zde vyrobeny otvory pro šroub M5, pro upevnění desky k pneumatickému válci.

7.2.7

7.2.7 Upevnění kontrolních kolíků pro kontrolu průchodnosti děr

Upevnění kontrolních kolíků (obr. 7-39) pro kontrolu průchodnosti děr na odlitku je v kontrolním stavu umístěno na horní základní desce. Slouží k upevnění kontrolních kolíků, pomocí nichž je kontrolováno prostřížení a správná velikost děr na odlitku. Odlitek pro napínání rozvodového řemene obsahuje dva otvory, které se musejí kontrolovat na správnou velikost a prostřížení. Proto je další kontrolní kolík umístěn v těle rotačního uložení pružiny (obr. 7-13). Princip upevnění kolíku je stejný. Jde o mechanické upevnění a zabezpečení. Není napojeno na pneumatický obvod kontrolního stavu.

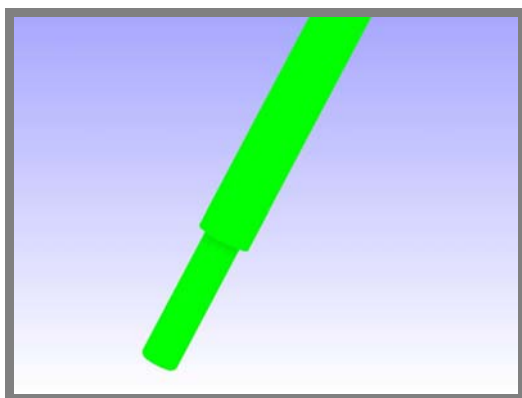
Upevnění kolíku je vyrobeno z oceli 1.0036 (11 373). Součást pro upevnění kolíku obsahuje otvory o průměru 10 mm pro kontrolní kolík a otvory se závitem M6 pro stavěcí šroub, který zajišťuje kolík. Dále obsahuje otvory pro šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem ISO 4017 M6, který zajišťuje upevnění součásti k horní základní desce. Na kontrolním kolíku je vyfrézovaná drážka pro uchycení stavěcího šroubu. Drážka na kolíku musí být vyrobena tak, aby nedocházelo k nefunkčnosti stavu nebo k nedokončování pneumatických cyklů. Tím by nedocházelo ke kontrole průchodnosti děr.



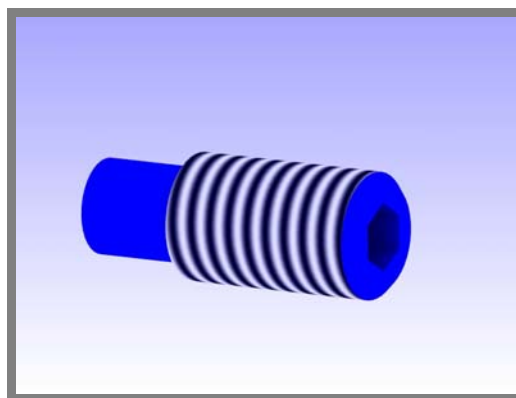
Obr. 7-39 Upevnění kontrolního kolíku

Kontrolní kolík (obr. 7-40) je vyroben z oceli 1.057 (11 523) o průměru 10 mm a délce 240 mm. Je určen pro kontrolu správného prostřížení a velikostí děr na odlitku. Na kolíku je vyfrézovaná drážka pro uchycení stavěcího šroubu. Konec kontrolního kolíku je normalizován pro průchod děr na odlitku.

Kontrolní kolík je kalibrovaná část a dochází k pravidelným kontrolám po určitých cyklech nebo po časovém úseku. Stavěcí šroub je typizovaná součást, která slouží k upevnění kontrolních kolíků do pracovní polohy (obr. 7-39, 7-41).



Obr. 7-40 Kontrolní kolík



Obr. 7-41 Stavěcí šroub

7.2.8

7.2.8 Ostatní části kontrolního stavu

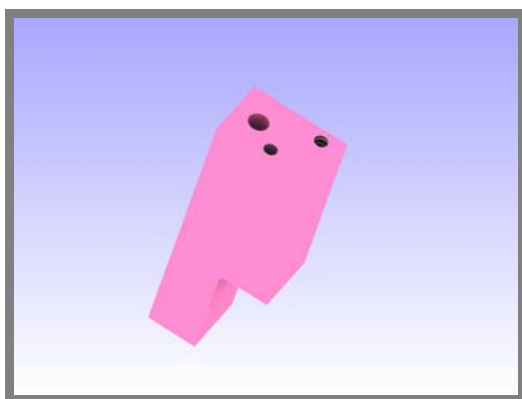
Ostatní části kontrolního stavu (obr. 7-1) tvoří razítko odlitku, držák ozubeného hřebene posuvného mechanismu a vodící tyče pracovní desky.

Razítko kontrolního stavu (obr. 7-44) je umístěno na horní základní desce. Je vyrobeno ze dvou částí, tyče razítka a uchycení k desce. Obě části jsou vyrobeny z oceli 1.057 (11 523). Slouží k upevnění razítka a k natištění kontrolní značky na odlitek.

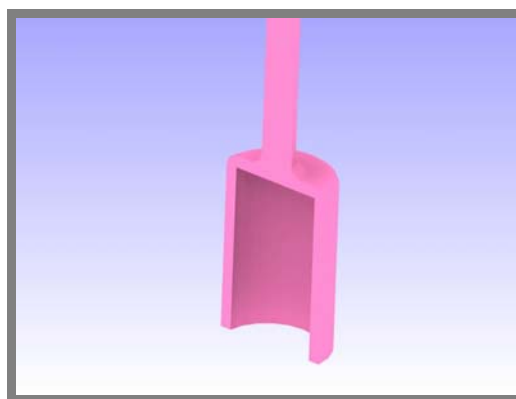
Tyč razítka (obr. 7-43) obsahuje vodící tyč a pouzdro. Na konci vodící tyče je vyroben závit M6 délky 30 mm, který slouží k nastavení délky a správného tisknutí razítka na odlitek. Na druhé části vodící tyče je přivařeno pouzdro pro upevnění razítka. Pouzdro je vyrobeno na míru razítka, které je typizované.

Na součásti pro upevnění razítka (obr. 7-42) je vyroben závit M6, pro upevnění a nastavení vodící tyče a otvory pro šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem ISO 4017 M4, který slouží k upevnění razítka k desce.

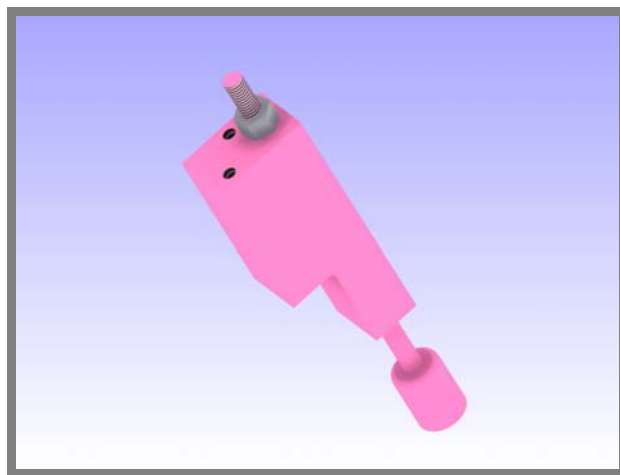
Razítko je zcela mechanické a není napojeno na pneumatický obvod kontrolního stavu. Nastavení délky razítka závisí na výšce odlitku a výšce posuvu pracovní desky. Délka razítka je zajištěna maticemi. Při kontrole odlitku bude razítko zajištěno blombou, aby nedocházelo k případným „podvodům“ v kontrole odlitku.



Obr. 7-42 Držák razítka



Obr. 7-43 Rez upevnění razítka

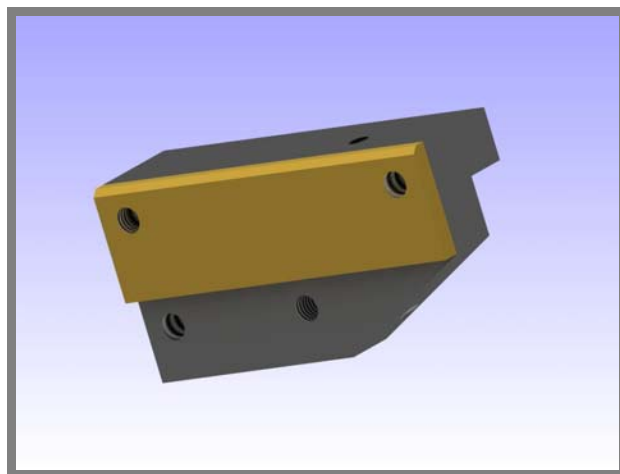


Obr. 7-44 Razítko

Opěrný držák ozubeného hřebene (obr. 7-45) je vyroben ze dvou částí. První část je držák, který je připevněn k tělu rotačního uložení pružiny a je vyroben z oceli 1.057 (11 523). Obsahuje otvory pro šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem ISO 4017 M4, který slouží k upevnění držáku k tělu uložení, a také k upevnění mosazné podložky. Je určen k podpírání ozubeného hřebene, aby nedošlo vlivem působícího tlaku k jeho poškození.

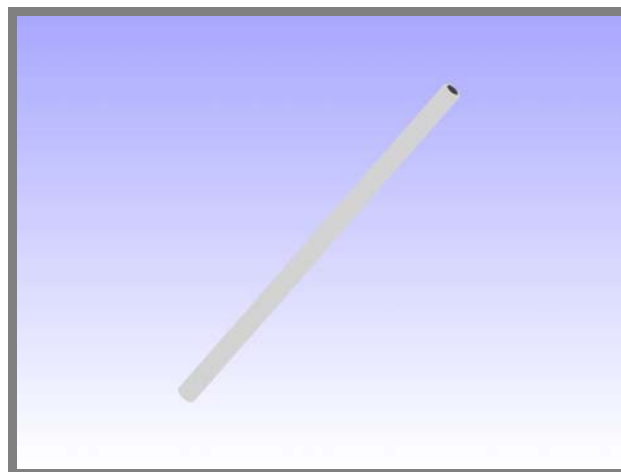
Druhá část je mosazná podložka, která slouží k přidržování ozubeného hřebene. Obsahuje otvory pro šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem ISO 4017 M4, pro připevnění mosazné podložky k držáku.

Držák ozubeného hřebene je použit proto, aby nemohlo dojít k přelomení ozubeného hřebene. Tím, že je ozubený hřeben podepřen, nevznikají velké tlaky a namáhání na pístnici válce, a tím nemůže dojít k přelomení pístnice.



Obr. 7-45 Opěrný držák ozubeného hřebene

Vodící tyče pracovní desky (obr. 7-46, 7-1j) jsou vyrobeny z chrom niklové oceli o průměru 10 mm a délce 194 mm. Tento materiál byl vybrán proto, aby nedocházelo k velkému otěru mezi vodící tyčí a ložiskovými kuličkami, a také pro delší životnost. Slouží k posuvu pracovní desky kontrolního stavu do pracovní polohy.

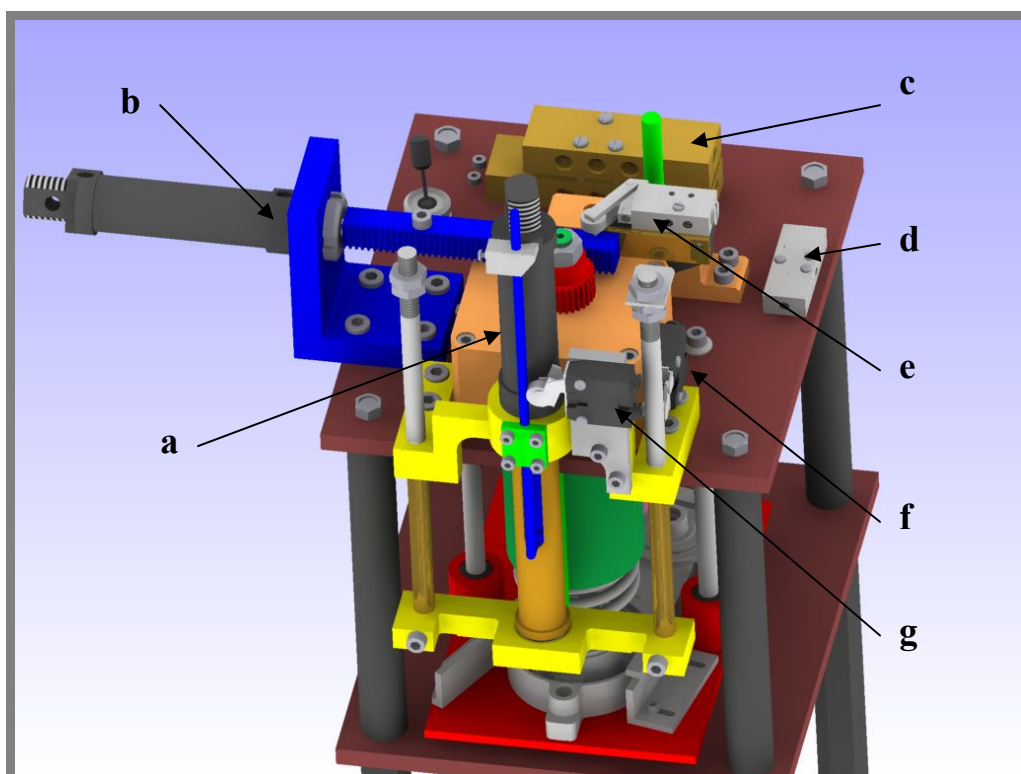


Obr. 7-46 Vodicí tyč pracovní desky kontrolního stavu

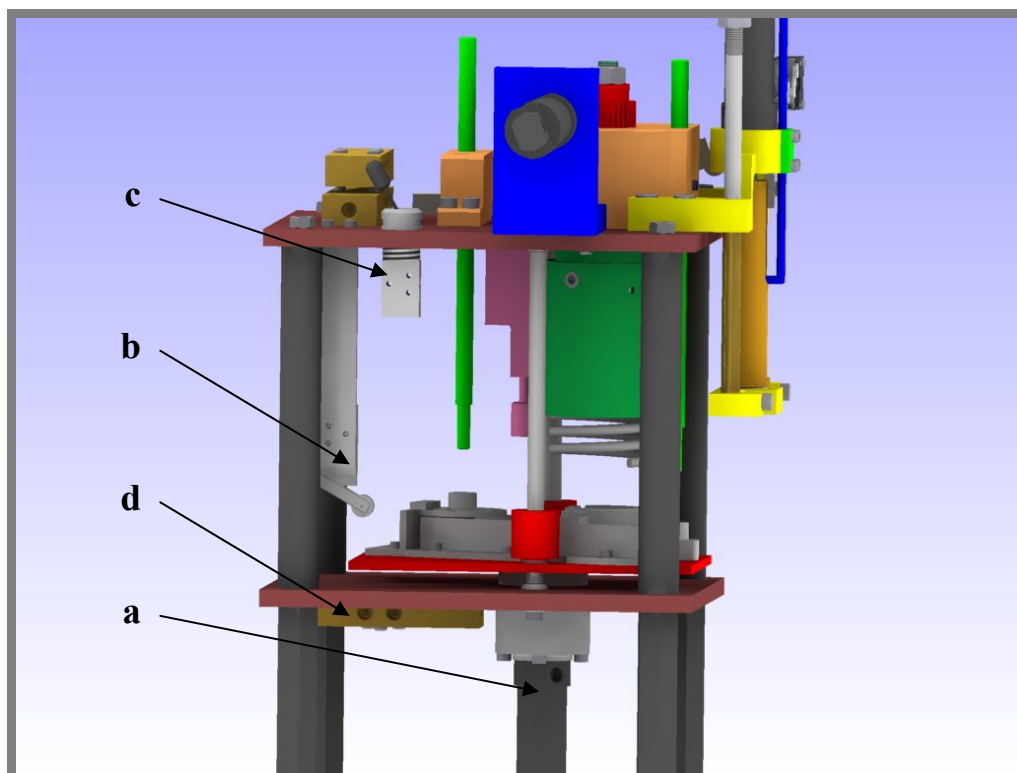
7.3

7.3 Pneumatický mechanismus

Z důvodu, že KH je firma zabývající se odléváním hliníkových odlitků a v celé firmě je zaveden rozvod stlačeného vzduchu, je nutné, aby kontrolní stav byl zkonstruován tak, aby jeho pohyblivé části byly poháněny pneumatickými prvky.



Obr. 7-47 Popis pneumatických prvků (viz. příloha 1) – pohled A
a – pneumatický válec 3.0; b – pneumatický válec 2.0; c – pneumaticky ovládaný rozváděč série 228; d - pneumaticky ovládaný rozváděč série 105; e – mechanicky ovládaný rozváděč série 105 (pohyb kontrolní pružiny); f – mechanicky ovládaný rozváděč série 104 (pohyb štítu); g – mechanicky ovládaný rozváděč série 104 (pohyb štítu);



Obr. 7-48 Popis pneumatických prvků (viz. příloha 1) – pohled B
a – pneumatický válec 1.0; b – mechanicky ovládaný rozváděč série 105 (pohyb pracovní desky);
c – ručně ovládaná rozváděč série 105 (pojistka); d – pneumaticky ovládaný rozváděč série 228

Pneumatické prvky mají své výhody i nevýhody, které jsou spojeny s vlastnostmi nositele energie, stlačeného vzduchu. Výhodou je především výroba stlačeného vzduchu pomocí výkonného kompresoru, který je schopen rozvádět stlačený vzduch po celém komplexu výrobních hal podniku nebo do menších kompresorových stanic a nebo do pojízdných kompresorů, které umožňují využívat různé pneumatické nástroje tam, kde není přivedena elektrická energie [10].

Rozvod stlačeného vzduchu je zajišťován ocelovým potrubím pryžovými nebo plastickými hadicemi, které mají snadné a bezpečné spojování a připojení. Pneumatický mechanismus může pracovat v prostředí, kde se výrazně mění teplota okolí, jako jsou např. slévárny, hutě [10].

Velký význam pneumatického mechanismu je v možnosti přetížitelnosti mechanismu až k úplnému zastavení bez možnosti poškození mechanických částí, rychlosti vykonané operace vůči hydraulickému mechanismu [10].

Pneumatické mechanismy mají ale také i nevýhody. Např. musí být zabezpečena úprava stlačeného vzduchu zbavením mechanických nečistot, stlačitelnost vzduchu způsobuje malou tuhost mechanismu, hlučnost mechanismu [10].

7.3.1 Pneumatické prvky kontrolního stavu

Pneumatické prvky tvoří pneumatický obvod kontrolního stavu, který umožňuje provádět pneumatické pracovní cykly, a tím i kontrolu funkčních částí odlitku. Pneumatické prvky byly vybrány tak, aby splňovaly rozměrové a funkční parametry. Dále byl kladen důraz na životnost pneumatických prvků, která byla popsána v kapitole 3.

7.3.1

Z důvodu odběru pneumatických prvků a příslušenství od společnosti Pneumax Automation s.r.o. jsou v této diplomové práci použity výhradně prvky této společnosti.

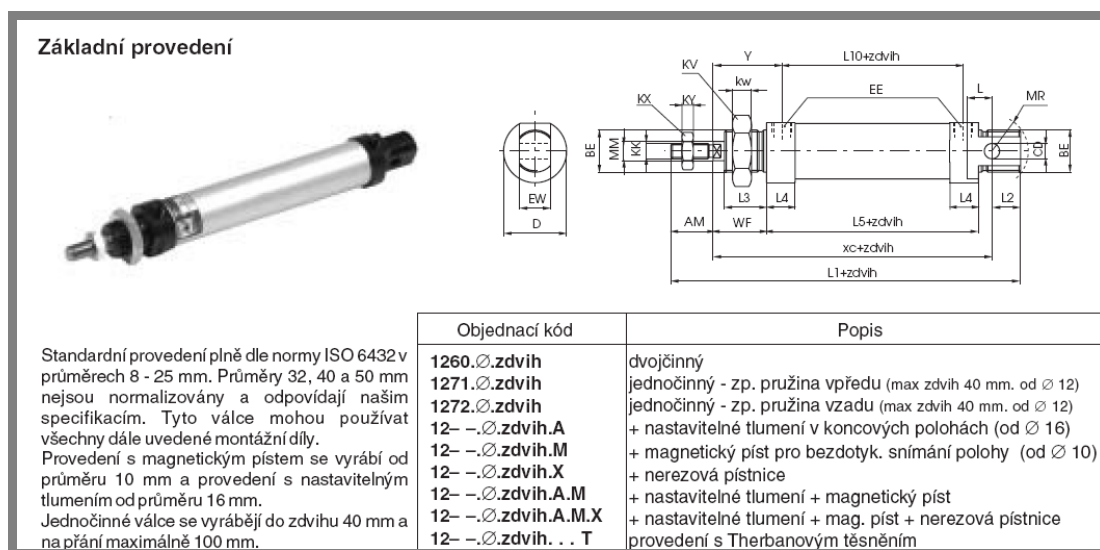
Tab. 7-1 Použité pneumatické prvky v obvodu kontrolního stavu

Pneumatické prvky	Označení	Množství
Pneu-válec malý dvojčinný	1260.25:50	1 ks
Pneu-válec malý dvojčinný	1260.25.100	1 ks
Pneu-válec malý dvojčinný	1260.32.100	1 ks
Mechanicky ovládaný rozváděč - kladička	104.32.2.1/1	1 ks
Mechanicky ovládaný rozváděč - kladička	105.32.2.1/1	3 ks
Pneumaticky ovládaný rozvádeč oboustraně	105.32.11.11	1 ks
Pneumaticky ovládaný rozvádeč oboustraně	105.52.11.11	1 ks
Pneumaticky ovládaný rozváděč - pružina	228.52.11.1	2 ks
Manuálně ovládaný rozváděč - pro vestavbu do panelu	105.32.4/1	1 ks
Šroubení úhlové G 1/8"	TB220618	2 ks
Přípojka T hadicová	TB050600	4 ks
Nástrčné šroubení přímé 6-M5	B010GM5	8 ks
Vsuvka válcová 1/4"-1/4"	1011414	1 ks
Distanční kroužek nilonový G 1/4"	411P14	2 ks
Vsuvka NW7 G 1/4"	308/053	1 ks
Nástrčné šroubení přímé G 1/8"	B01618	3 ks
Nástrčné šroubení úhlové 4-M5	B2204M5	5 ks
Redukce hadicová D.6 D.4	TB080604	1 ks
Škrtící ventil na válec G 1/8"	TB290G18	2 ks
Hadice polyuretanová 8/6 modrá	TPU 0860 BLAU	2 m
Hadice polyuretanová 6/4 modrá	TPU 0640 BLAU	2 m

Pneumatický válec malý dvojčinný

Malé válce (obr. 7-47a,b, 7-48a) jsou nejrozšířenější přímočaré motory. Používají se v mnoha různých průmyslových oblastech od balicích, textilních, dřevozpracujících strojů po slévarenský průmysl apod.. Pneumatický válec je v podstatě jednoduchý prvek, který může být používán bezúdržbově dlouho a několik milionů cyklů. Faktory ovlivňující životnost pneumatického válce jsou: dobrá kvalita vzduchu (musí být filtrovaný a mírně přimazávaný vhodnými oleji); správná souosost během montáže (aby nedocházelo vlivem použitého zatížení k vytváření radiální síly působící na pístnici); kontrola okolních podmínek, ve kterých malé válce pracují (vysoká teplota, agresivní prostředí, prach, vlhkost, atd.) a na základě toho následná volba nejvhodnějšího typu [15].

Pneumatické válce série 1260 se v kontrolním stavu užívají k pohybu jednotlivých částí stavu. Jsou napojeny na hlavní pohybové prvky kontrolního stavu. Slouží k vysunutí štítu do pracovní polohy (pneumatický válec 3.0 série 1260.25.100). Dále je napojen na pracovní desku kontrolního stavu (pneumatický válec 1.0 série 1260.25.50), která koná posuvný pohyb a přestaví kontrolovaný odlitek do pracovní polohy, a tím dojde ke kontrole správného prostřížení a velikosti děr na odlitku. Další částí, na který je pneumatický válec napojen, je ozubený hřeben (pneumatický válec 2.0 série 1260.32.100), který s pastorkem tvoří převodový mechanismus a převádějí tak posuvný pohyb na rotační. Tím lze kontrolovat prostřížení mezikruží a správné zašroubování pružiny.



Obr. 7-49 Pneumatický válec [15]

Pneumaticky ovládané rozváděče

Rozváděč je hlavním představitelem pneumatických prvků, který řídí směr průtoku stlačeného vzduchu ke spotřebiči – pneumomotoru [14]. Pneumaticky ovládané rozváděče série 105 (obr. 7-47c) mají různorodé použití jako tří – cestné nebo pěti cestné, založené na rovnovážném šoupátku [14].

Pneumaticky ovládané rozváděče série 105 mají průměrnou životnost od 10 do 15 milionů spínacích cyklů, závisející na používání. Správné mazání s předepsaným olejem výrazně snižuje opotřebení těsnění stejně jako dobrá filtrace zaručuje dlouhý a bezporuchový provoz [14]. Životnost také závisí na kontrole, zda provozní

podmínky souhlasí s navrhovaným tlakem a teplotou . Je nutné, aby odfukové kanály rozvaděče byly v prašném prostředí chráněny [14].

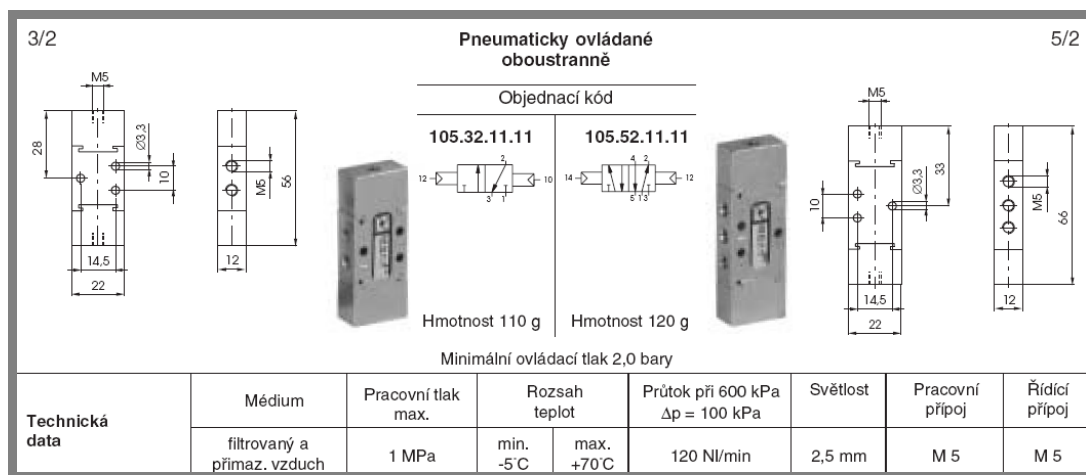
Funkce tří – cestného rozvaděče [14] (obr. 6-51):

Přípoje zobrazené v symbolu musí odpovídat přípojům prvku. Pro pochopení funkce tří – cestného rozvaděče je zapotřebí znát čtený klíč, který se skládá z čísel, jejichž kombinace umožňuje definovat všechny přípoje. Pokud je přípoj označen jednou číslicí od 0 do 9, jedná se o hlavní přípoj. Jestli je označen dvěma číslicemi, jedná se o ovládací přípoj [14].

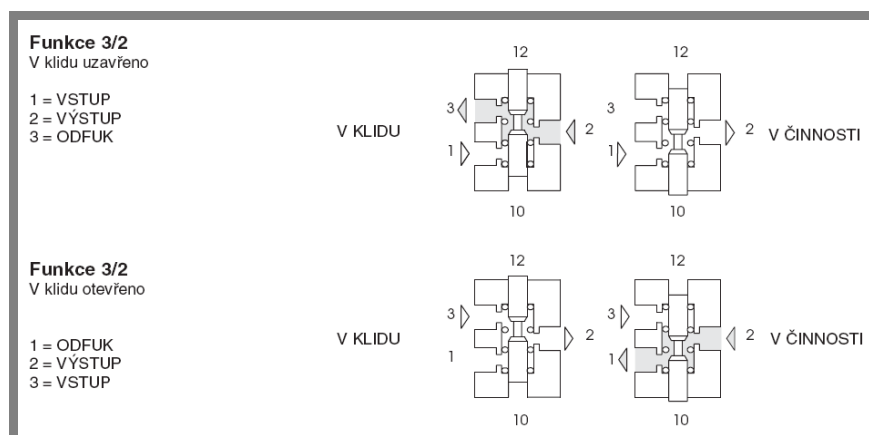
Hlavní zásady popisu přípojů[14] (obr. 6-51):

- 1 = tlakový vstupní přípoj
- 2 = pracovní přípoj, v tomto případě jediný výstupní přípoj
- 3 = odfukový přípoj

Je-li pneumatické zařízení v pracovní poloze, přípoj 3 je vždy spojen s přípojem 2 [14].



Obr. 7-50 Pneumaticky ovládaný rozvaděč [14]

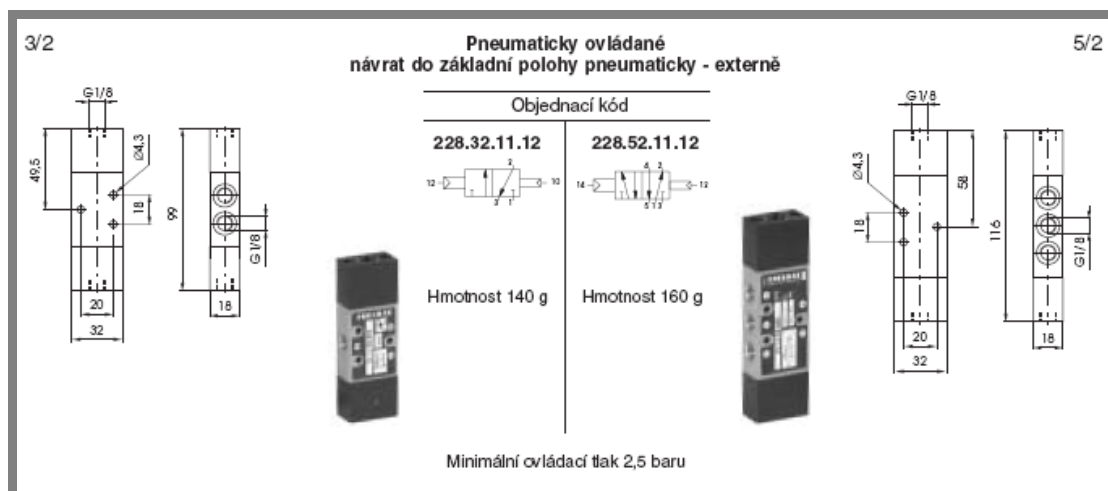


Obr. 7-51 Funkce tří – cestného pneumaticky ovládaného rozvaděče [14]

Pneumaticky ovládané rozvaděče série 228 (obr. 7-47d, 7-48d, 7-52) jsou vyrobeny z vysoce odolného technopolymeru. Tím je dosažena malá hmotnost rozvaděče a

velmi zajímavá cena na trhu. Tato série rozváděčů je vyrobena s přípoji „G 1/8“, s tří – cestnou a pěti – cestnou funkcí, mechanicky nebo pneumaticky ovládaná pružinou nebo oboustranně [14].

Tyto rozváděče mají životnost 15 milionů cyklů při použití ve standardních podmínkách [14].



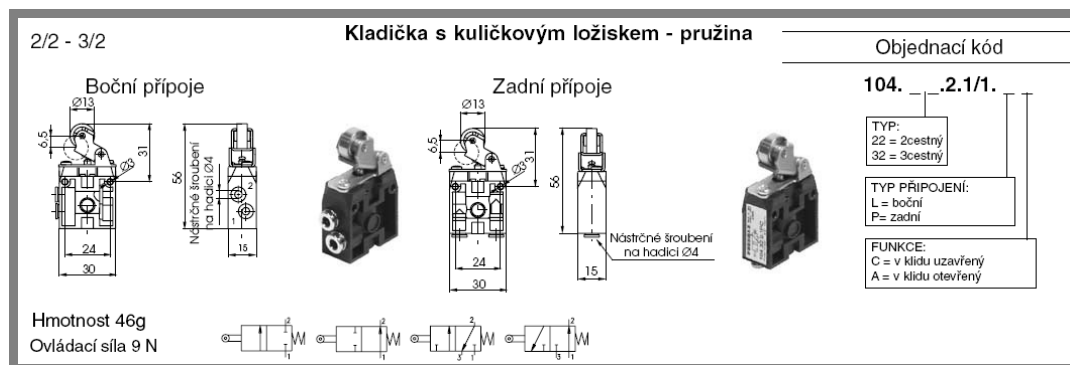
Obr. 7-52 Pneumaticky ovládaný rozváděč série 228 [14]

Mechanicky ovládané rozváděče

Mechanicky ovládané rozváděče se skládají z širokého okruhu miniaturních rozváděčů s různými typy ovládání. Pro pneumatické schéma kontrolního stavu a pohyb jeho jednotlivých částí jsme zvolili miniaturní rozváděče série 104 a 105 (obr. 7-47e, f, g, 7-48b).

Miniaturní rozváděč série 104 s kuličkovým ložiskem (obr. 7-53) je použit na přestavení polohy štítu. Pro jejich malé celkové rozměry umožňují snadné umístění a ovládání [13]. Jejich velkou předností je možnost výběru mezi verzí s bočními nebo zadními pneumatickými přípoji, které jsou opatřeny nástrčným šroubením pro hadičku. Rozváděče lze pořídit v provedení jako dvou – cestné, tří – cestné nebo pěti – cestné. Tyto rozváděče lze osadit různými ovládacími prvky. Pro naši potřebu jsme si vybrali rozváděče tří – cestné s kladičkou (obr. 7-53) [13].

Životnost rozváděčů je udávána na 10 až 15 milionů cyklů v závislosti na aplikaci. Pro delší životnost je doporučeno přimazávání specifickými oleji (hydraulický olej třídy H), tím se snižuje opotřebení těsniv a dobrá filtrace [13].



Obr. 7-53 Mechanicky ovládaný rozváděč s kladičkou série 104 [13]



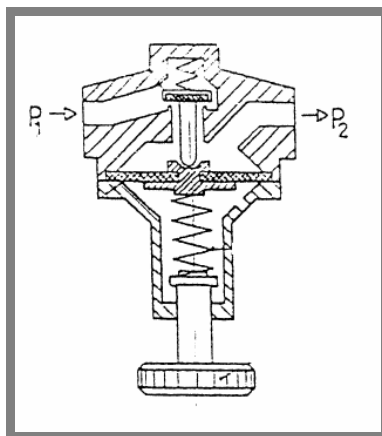
Obr. 7-56 Manuálně ovládaný rozváděč pro vestavbu do panelu série 105 [13]

Redukční a škrticí ventily

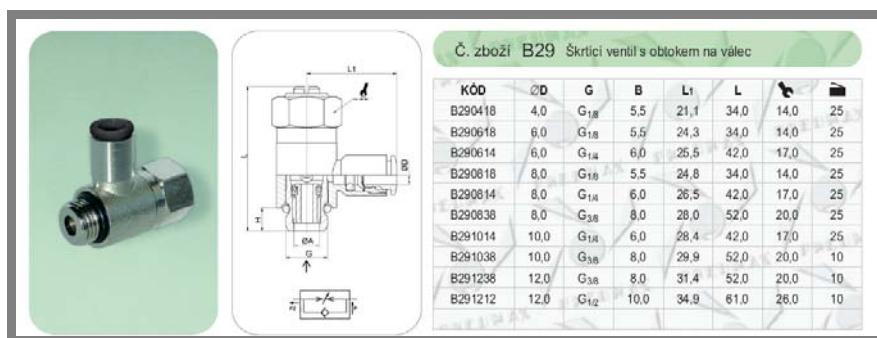
V pneumatických obvodech se redukční ventily (obr. 7-57) užívají k řízení síly přímočarého pneumomotoru, které udržují nastavený konstantní výstupní tlak. Podle umístění redukčního ventilu můžeme sílu pneumomotoru řídit jak při vysouvání, tak při zasouvání pístnice. Dále se užívají také k řízení kroutícího momentu u rotačního pneumomotoru [10].

Funkcí redukčních ventilů je tedy udržovat konstantní tlak v systémech nezávisle na měnícím se tlaku zdroje stlačeného vzduchu, a také umožňovat redukci tlaku např. pro řídicí obvody [10].

Škrticí ventily (obr. 7-58) se užívají pro řízení rychlosti pohybu pneumomotoru. Nejčastěji používaným škrticím ventilem je škrticí ventil s jednosměrným ventilem. Montují se co nejblíže k pneumomotoru pro zvýšení přesnosti regulace rychlosti a snížení kapacity vedení [10].



Obr. 7-57 Redukční ventil [10]

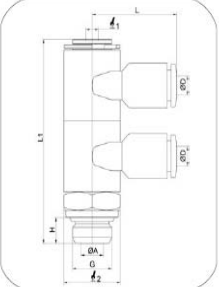


Obr. 7-58 Škrticí ventil na válec [16]

Šroubení a příslušenství

K propojení jednotlivých pneumatických komponentů slouží celá řada nástrčných šroubení. Může se jednat o šroubení kovové „RAP“ z niklované mosazi a o nástrčné šroubení plastové „Tecno - RAP“ z technopolymeru [16]. Výhodou nástrčného šroubení je zajištění plného průtoku, zasunutí a vysunutí hadice pomocí jedné ruky, malá hmotnost, kompaktnost a možnost montáže pro složité hadicové systémy. Sortiment šroubení doplňuje řada standardního šroubení, šroubení s prstencem a převlečná šroubení, vše z niklované mosazi [16].

Příslušenství nabízí širokou škálu hliníkových rozvodných kostek, dutých šroubů, tlumičů hluku, ofukovacích trysek a rychloodvzdušňovacích ventilů [16].

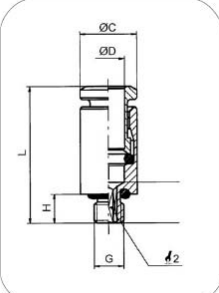
Č. zboží **TB33B** Převlečné šroubení úhlové - 4 vývody

Kód	ØD	G	ØA	H	L1	L	Ø	W	H
TB33B0418	4	G1/8	5,5	5,5	43,3	21,1	3	14	10
TB33B0618	6	G1/8	5,5	5,5	43,3	24,3	3	14	10
TB33B0614	6	G1/4	7,8	6,5	50	25,5	4	18	10
TB33B0818	8	G1/8	5,5	5,5	43,3	24,8	3	14	10
TB33B0814	8	G1/4	7,8	6,5	50	26,5	4	18	10
TB33B1014	10	G1/4	7,8	6,5	50	28,4	4	18	10

Obr. 7-59 Převlečné šroubení úhlové [16]

Č. zboží **RDR** Nástrčné šroubení přímé

Kód	D	G	C	H	L	Ø	H
RDR3.20	2	M3	5,4	3	13,5	1,5	100
RDR3.30	3	M3	5,8	3	14,5	1,5	100
RDR3.31	3,17	M3	5,8	3	14	1,5	100
RDR5.20	2	M5	5,4	3,5	13	1,5	100
RDR5.30	3	M5	5,8	3,5	14,5	2	100
RDR5.31	3,17	M5	5,8	3,5	14,5	2	100
RDR5.40	4	M5	6,8	3,5	16,5	2	100

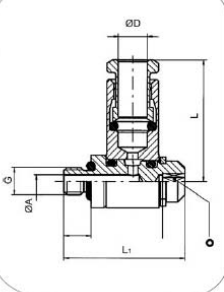




Obr. 7-60 Nástrčné šroubení přímé [16]

Č. zboží **RGR** Nástrčné šroubení úhlové

Kód	D	G	A	H	L1	L	Ø	H
RGR3.20	2	M3	1,4	3	13,5	13	1,5	50
RGR3.30	3	M3	1,4	3	13,5	13,5	1,5	50
RGR3.31	3,17	M3	1,4	3	13,5	13,5	1,5	50
RGR5.20	2	M5	2	3,5	14	13	2	50
RGR5.30	3	M5	2	3,5	14	13,5	2	50
RGR5.31	3,17	M5	2	3,5	14	13,5	2	50
RGR5.40	4	M5	2	3,5	14	14,5	2	50





Obr. 7-61 Nástrčné šroubení úhlové [16]

Č. zboží B05 T-spojka hadicová							
KÓD	ØD	ØC	ØB	L			
B050400	4,0	3,0	9,0	17,3			50
B050600	6,0	5,0	11,0	20,6			50
B050800	8,0	7,0	13,0	23,0			50
B051000	10,0	8,0	16,0	26,4			25
B051200	12,0	10,0	19,0	28,9			25
B051400	14,0	12,0	21,0	31,5			25

Obr. 7-62 T – spojka hadicová [16]

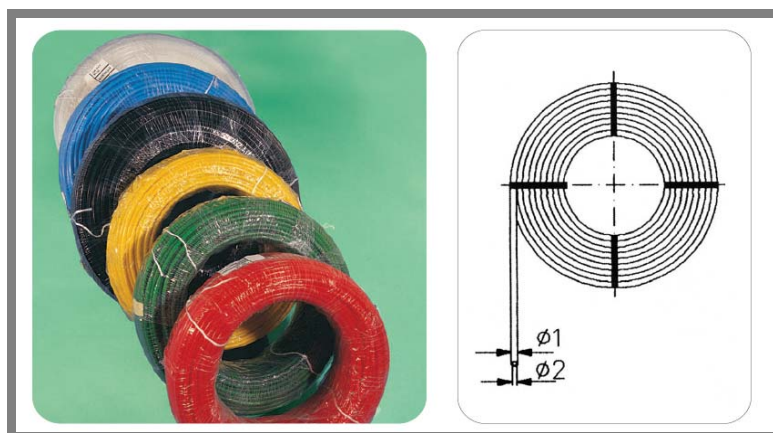
Č. zboží TB08 Redukce							
Kód	ØD1	ØD	ØC	ØB	L	L1	
TB080604	6	4	3	9,5	35,5	19,5	50
TB080804	8	4	3	9,5	37	21	50
TB081004	10	4	3	9,5	40	24	50
TB081204	12	4	3	9,5	41	25	50
TB080806	8	6	5	11,5	39,05	23	50
TB081006	10	6	5	11,5	42,05	24	50
TB081206	12	6	5	11,5	43,05	25	50
TB081008	10	8	7	13,5	43	26,25	50
TB081208	12	8	7	13,5	44	25	50
TB081210	12	10	9	17	46,15	27,55	25

Obr. 7-63 Redukce [16]

Polyuretanová hadice

Polyuretanové hadice (obr. 7-64) mají vynikající mechanické vlastnosti a používají se především pro náročné aplikace, a také např. ke spojování částí pneumatického obvodu.

Mají vynikající odolnost vůči abrazi, povětrnostním podmínkám. Jsou odolné vůči namáhání a jsou dobře ohebné při nízkých teplotách [16].



Obr. 7-64 Polyuretanová hadice [16]

7.3.2 Obvodové schéma kontrolního stavu

Obvodové schéma kontrolního stavu (viz. příloha 1) bylo navrženo pomocí pana Zdeňka Kočího, který se mimo jiné touto problematikou zabývá a zároveň spolupracoval na konstrukci kontrolního stavu.

Důraz byl kladen na jednoduchost obvodu s co nejmenším počtem pracovních cyklů.

Vyšší počet cyklů by mohl způsobovat poruchovost kontrolního stavu.

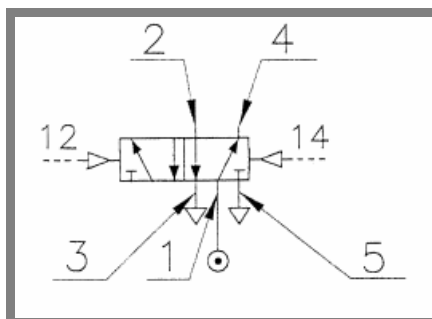
Pro znázornění pneumatických obvodů se využívá normalizovaných značek dle ČSN ISO 1219-1, které představují funkce, metody činnosti a vnější připojení, ale neznázorňují skutečnou konstrukci prvku [10].

Prvky v pneumatickém obvodu jsou značeny podle normy ISO 5599 [10].

Tab. 7-2 Označení pneumatických prvků [10]

Pracovní výstupy	2, 4, 6
Připojení na zdroj tlaku	1
Výfuky do atmosféry	3, 5, 7
Ovládací (řídící) vstupy	12, 14, 16

Pro zvýraznění funkce obvodového schématu se jednotlivé prvky k danému (řízenému) pneumomotoru doplňují označením. Podle starého označení jsou pneumomotory v obvodu označeny velkými písmeny (A, B, atd...), koncové spínače, senzory malými písmeny s indexy „0“ pro zasouvání pístnice a „1“ pro vysouvání. Dalším typem označení je nové označování číslováním podle skupin, které je použito na obvodovém schématu kontrolního stavu [10].



Obr. 7-65 Příklad značení přípojí a vývodů [10]

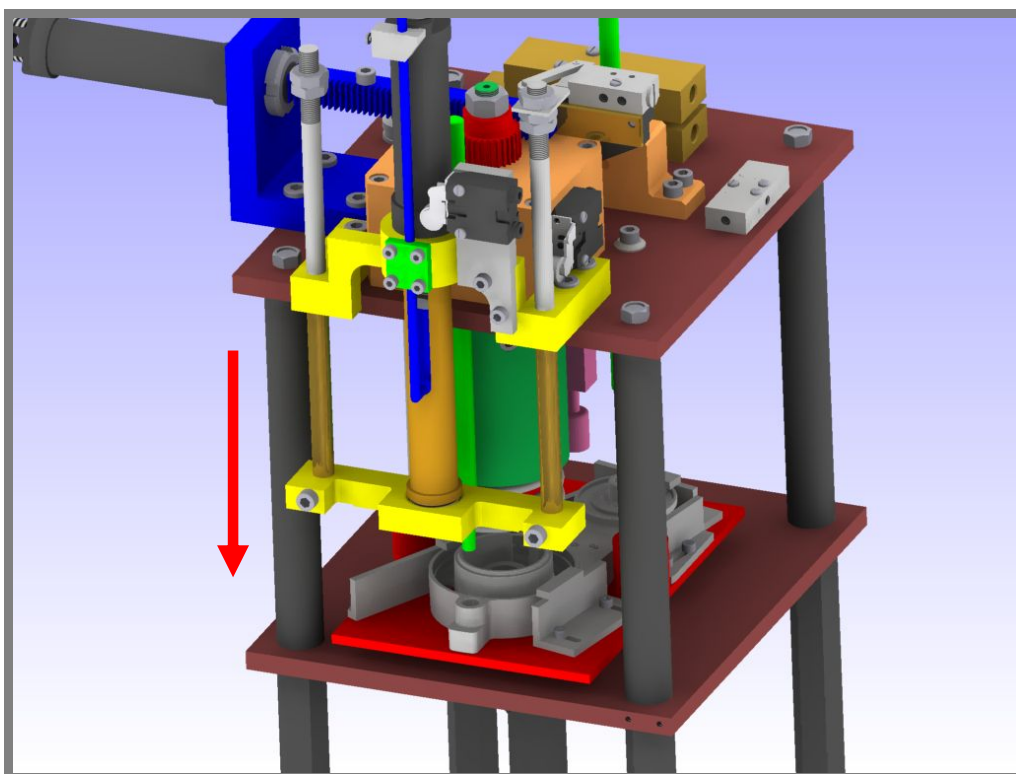
Tab. 7-3 Metodika tvoření skupinového číslování [10]

X	číslo skupiny označuje příslušnost prvku k pneumomotoru X.0
X.0	Označuje pneumomotor, např. 1.0
X.1	Označuje rozváděč, např. 1.1
X.2, X.4, X.6, atd.	Označuje prvky ovlivňující vysouvání pístnice, např. 1.2
X.3, X.5, X.7, atd.	Označuje prvky ovlivňující zasouvání pístnice, např. 1.3
X.01, X.02, X.03, atd.	Označuje prvky mezi rozváděčem a pneumomotorem, např. škrtící ventil, např. 1.01
0.1, 0.2, atd.	Označuje prvky zdroje stlačeného vzduchu

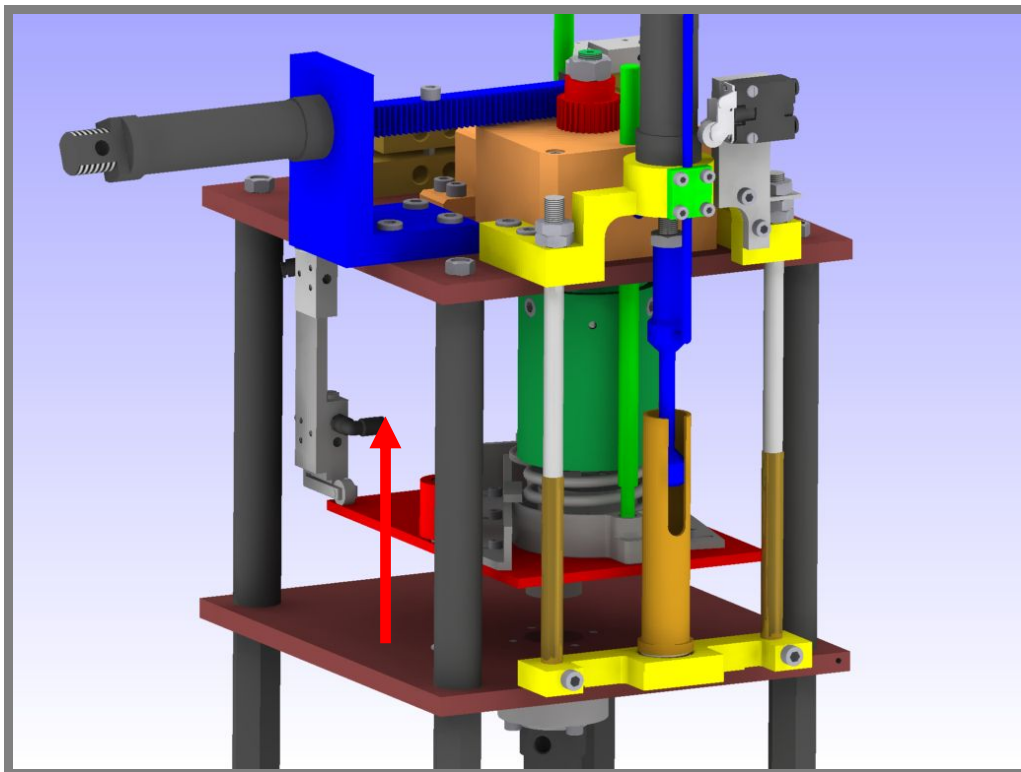
Obvodové schéma kontrolního stavu (viz. příloha 1) je složeno z pneumatických válců, pneumaticky, mechanicky a ručně ovládaných rozváděčů, škrtkových ventilů. Je určeno k pohybu kontrolního stavu. Pneumatický obvod je rozdělen do tří částí pracovního cyklu, pomocí nichž koná kontrolní stav požadované pohyby. Veškeré propojení, funkce a označení rozváděčů, pneumatických válců je znázorněno v příloze 1. Pro přehlednost a jednoduchost je kontrolní stav znázorněn bez propojení pneumatických prvků, které je uvedeno v příloze 1.

První část pracovního cyklu kontrolního stavu (viz. obvodové schéma kontrolního stavu)

První část cyklu kontrolního stavu (obr. 6-66) začíná stažením štítu do pracovní polohy pracovníkem obsluhy kontrolního stavu. Na vodících tyčích štítu mezi maticemi je připevněn doraz, který slouží k přestavení polohy mechanicky ovládaného rozváděče s kladičkou 1.2, který je upevněn na boku tělesa rotačního uložení pružiny. Mechanicky ovládaný rozváděč 1.2 je napojen na pneumaticky ovládaný rozváděč s pružinou 1.1, který řídí pohyb pneumatického válce 1.0. Po přestavení polohy rozváděče 1.2 dojde k přestavení rozváděče 1.1 a k pohybu pneumatického válce 1.0. Pneumatický válec 1.0 je napojen na pracovní desku a tím dochází k vysunutí pracovní desky kontrolního stavu do horní „pracovní“ polohy. Při vysunutí pracovní desky dochází zároveň ke kontrole správného prostřížení a velikosti děr na kontrolovaném odlitku (obr. 6-67).



Obr. 7-66 Stažení štítu do pracovní polohy (bez zapojení obvodu)

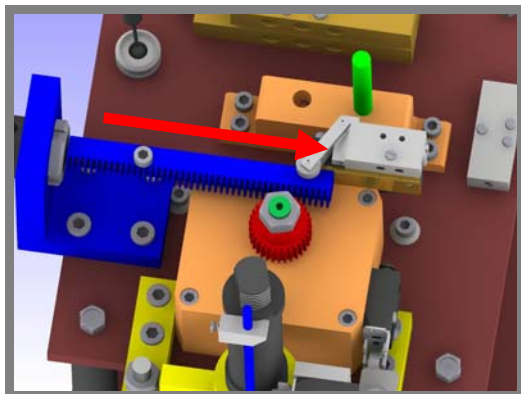


Obr. 7-67 Vysunutí pracovní desky do pracovní polohy; kontrola průchodnosti děr

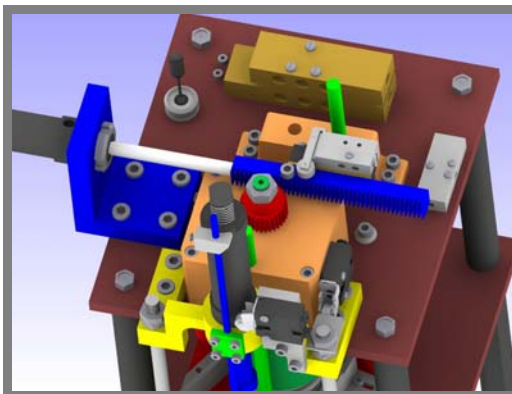
Druhá část pracovního cyklu kontrolního stavu (viz. obvodové schéma kontrolního stavu)

Druhá část cyklu kontrolního stavu (obr. 6-67) začíná vysunutím pracovní desky do horní „pracovní“ polohy. Nad pracovní deskou je umístěn mechanicky ovládaný rozváděč 2.2 s kladičkou. Po vysunutí pracovní desky kontrolního stavu dojde k přestavení polohy mechanicky ovládaného rozváděče 2.2. Ten je napojen na pneumaticky oboustranně ovládaný rozváděč 2.1B, který je v základní poloze v otevřeném stavu. Dále na něj je napojen ručně ovládaný rozváděč „pojistka“, který je také v základní poloze v otevřeném stavu, a který pokud dojde k přerušení druhé části cyklu (pneumatický válec 2.0 se nepřestaví do pracovní polohy) a zastavení kontrolního stavu, umožňuje přepnout kontrolní stav do počáteční polohy, a tím umožňuje vyjmutí špatného odlitku nebo opravu poruchy.

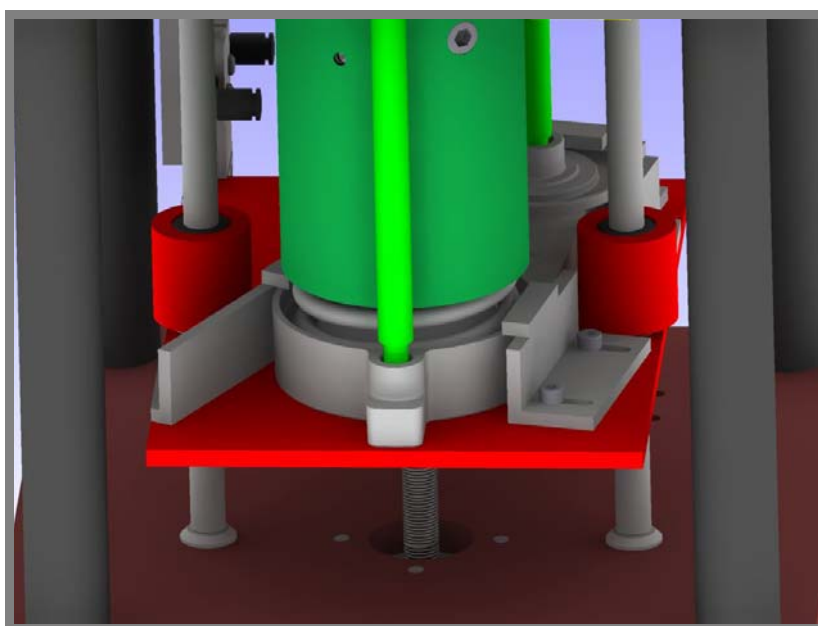
Po přestavení rozváděče 2.2 tedy dojde k „projetí“ vzduchu až k dalšímu pneumaticky ovládanému rozváděči 2.1A, který svým přestavením umožňuje pohyb pneumatického válce 2.0 (6-68, 6-69). Pneumatický válec 2.0 je napojen na převodový mechanismus ozubeným hřebenem, a tím dochází ke kontrole prostřížení mezikruží a zašroubování pružiny na kontrolovaném odlitku (obr. 6-70).



Obr. 7-68 Začátek druhého pracovního cyklu



Obr. 7-69 Vysunutí pneumatického válce 2.0 do pracovní polohy



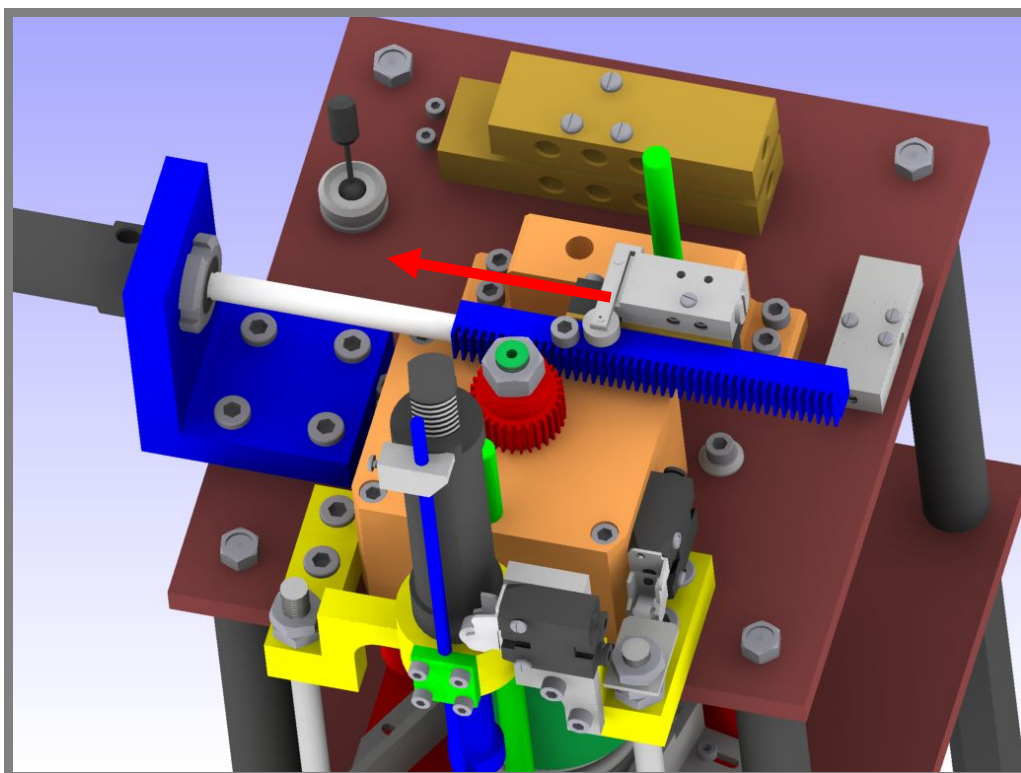
Obr. 7-70 Druhý pracovní cyklus; kontrola prostřížení mezikruží a zašroubování pružiny

Třetí část pracovního cyklu kontrolního stavu (viz. obvodové schéma kontrolního stavu)

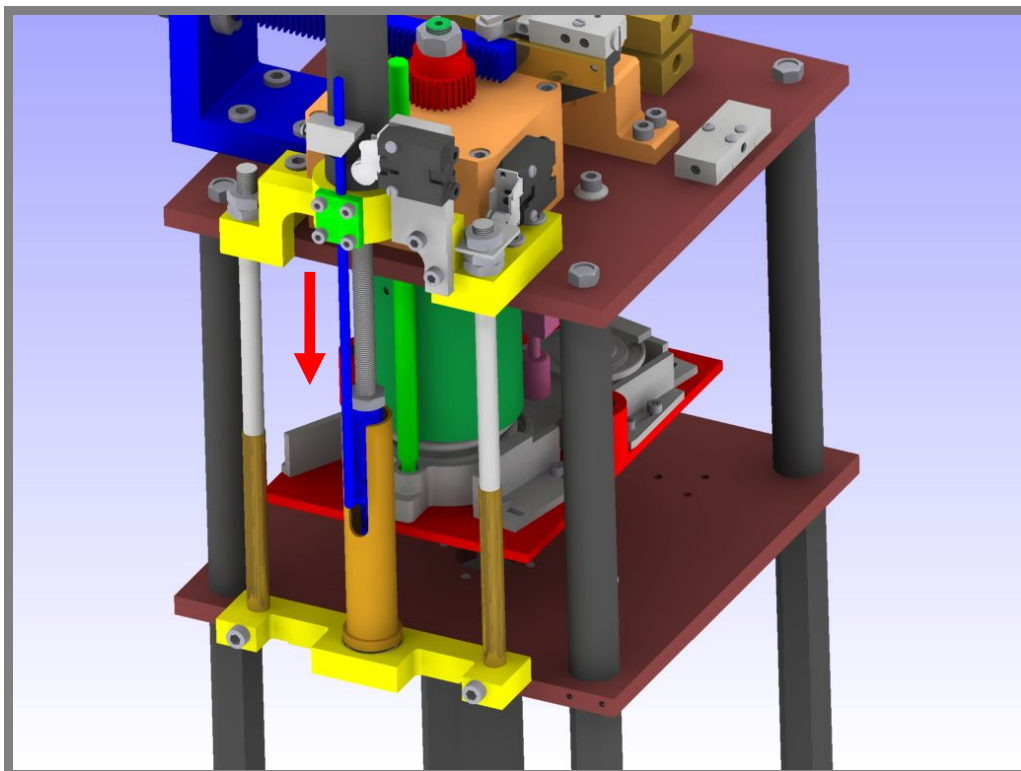
Třetí část cyklu kontrolního stavu (obr. 6-71) začíná přestavením polohy mechanicky ovládaného rozváděče s kladičkou 3.2 pomocí ozubeného hřebene převodového mechanismu. Po přestavení rozváděče 3.2 dojde k přestavení rozváděče 2.1 do základní polohy, a tím k odvětrání a vrácení pneumatického válce 2.0 do základní polohy.

Mechanicky ovládaný rozváděč 3.2 je napojen na pneumaticky oboustranně ovládaný rozváděč 3.1, který je v základní poloze v otevřeném stavu, a který svým přestavením umožňuje pohyb pneumatického válce 3.0. Pneumatický válec 3.0 je napojen na píst štítu kontrolního stavu. Po vysunutí tohoto válce do konečné polohy dojde k přestavení polohy mechanicky ovládaného rozváděče 3.3 (obr. 6-72), který přestaví pneumaticky oboustranně ovládaný rozváděč 3.1 do základní polohy a dojde k vrácení pneumatického válce 3.0 do základní polohy. Tím, že dojde k zasunutí štítu do základní polohy, přestaví se mechanicky ovládaný rozváděč 1.2 a pneumaticky ovládaný rozváděč 1.1 do základní polohy a dojde k zasunutí

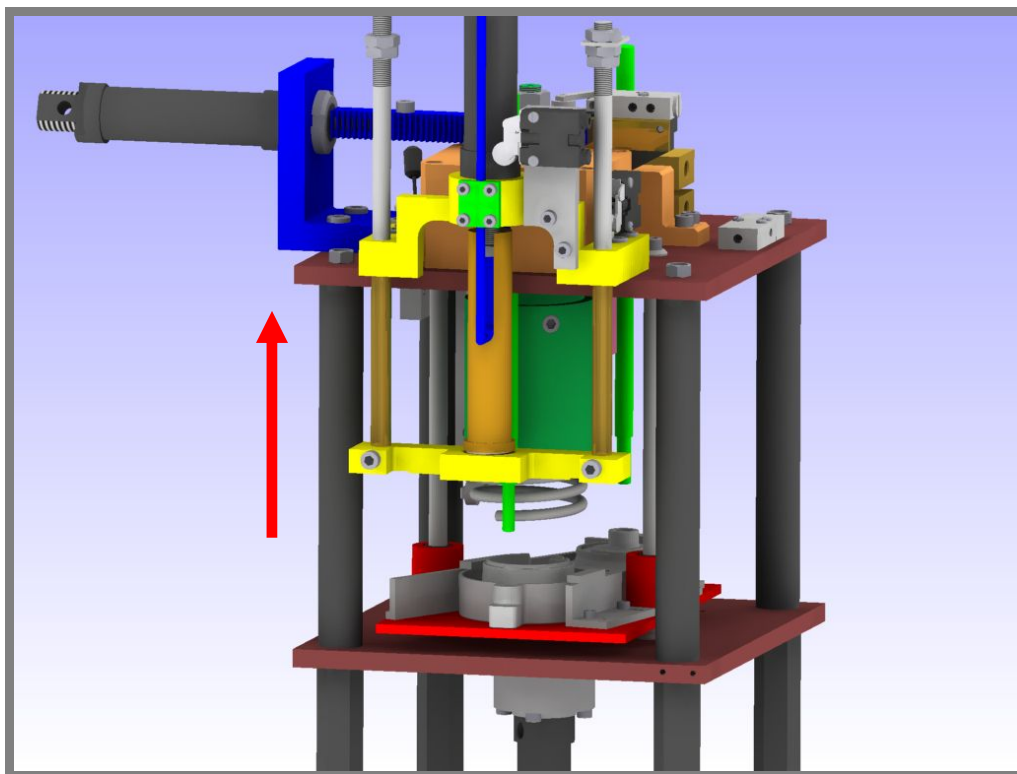
pneumatického válce 1.0, na kterém je umístěna pracovní deska kontrolního stavu, do základní polohy a ke konci kontroly odlitku (obr. 6-73).



Obr. 7-71 Začátek třetího pracovního cyklu



Obr. 7-72 Vysunutí pneumatického válce štitu 3.0 do pracovní polohy



Obr. 7-73 Konec třetího pracovního cyklu, konec kontroly; přestavení stavu do základní polohy

Všechny rozváděče v pneumatickém obvodu kontrolního stavu jsou napojeny na přívodní potrubí. Propojení mezi nimi je znázorněno na obvodovém schématu kontrolního stavu (viz. příloha 1) pomocí polyuretanových hadic o průměru 4 a 6 mm. Všechny rozváděče jsou ke kontrolnímu stavu přidělaný pomocí šroubů M3 x 25, M3 x 20, M4 x 50, M4 x 25 dle ČSN 02 1128.

Pracovní cykly kontrolního stavu jsou seřizeny tak, že na sebe navazují s minimální časovou prodlevou. Je nutné, aby pneumatický obvod kontrolního stavu byl napojen na obvod stlačeného vzduchu, který obsahuje přimazávací zařízení. Přimazávání pneumatického obvodu má vliv na delší životnost pneumatických prvků v obvodu kontrolního stavu.

Finální verze kontrolního stavu obsahuje pro lepší manipulaci se štítem držák štítu, který slouží k vysouvání štítu do pracovní polohy. Dále byl kontrolní stav opatřen zakrytváním z důvodu bezpečnosti pracovníka obsluhy. Veškeré díly, u kterých by mohlo dojít k úrazu, byly zakrytovány.

8 ZÁVĚR (KONSTRUKČNÍ, TECHNOLOGICKÝ A EKONOMICKÝ ROZBOR ŘEŠENÍ)

Stav pro kontrolu odlitku k napínání rozvodového řemene v automobilu byl zkonstruován podle zmíněných požadavků zadávající firmy KH, která tyto odlitky vyrábí. Kontrolní stav bude využíván přímo ve výrobě.

Práce navazuje na manuální kontrolu tohoto odlitku, při které vznikaly různé problémy, které byly zmiňovány v úvodu této diplomové práce. Konstrukcí kontrolního stavu byly tyto problémy vyřešeny.

Přínosem kontrolního stavu je zbavení se uváděných problémů, snížení zmetkovitosti, snížení časové kontroly odlitku z 80 sekund na 60 sekund, kdy k výraznému časovému snížení došlo u kontroly funkčních částí a dosáhnutí úplné, bezchybné kontroly funkčních částí odlitku. Tato kontrola zaručuje bezchybnost a snížení zmetkovitosti na minimum. Dalším viditelným přínosem je spojení tří jednotlivých manuálních kontrol do jediné poloautomatizované kontroly, která vyžaduje jen jednoho pracovníka obsluhy kontrolního stavu.

S výhledem do budoucna je kontrolní stav základem úplné kontroly ve firmě zadavatele a na základě této diplomové práce je snaha vyrábět nové kontrolní stavy pro kontrolu jiných odlitků. Pokud by došlo k úpravám funkčních částí stávajícího stavu, mohl by kontrolní stav sloužit pro kontrolu více typově stejných odlitků. Jako je další odlitek pro napínání rozvodového řemene, ale s jinými rozměry (obr. viz. příloha 4). Dalším typem odlitku je odlitek pro turbodmychadla, pro který by se také mohl vyvíjet kontrolní stav. Ale vše je ve fázi vývoje.

Celý kontrolní stav byl konstruován v programu Autodesk Inventor 2008. V tomto programu byly využity moduly pro tvorbu dílů, sestavy. Dále pomocí programu byl vytvořen nákres pneumatického obvodu kontrolního stavu a pneumatické prvky.

Při konstrukci kontrolního stavu byla snaha použít klasické materiály a technologické postupy, aby bylo možné celý kontrolní stav vyrobit. Ekonomické zhodnocení je provedeno v příloze 3, této diplomové práce. Toto zhodnocení zahrnuje potřebné materiály ke konstrukci kontrolního stavu, kupované díly, kupované pneumatické prvky, samotnou výrobu kontrolního stavu a fakt, že se jedná o kusovou výrobu, kdy se budou vyrábět maximálně tři až čtyři kusy do pěti let.

Přesto, že kontrolní stav splňuje všechny požadavky zadavatele, objevují se náměty pro zlepšení. Jedním z takových to zlepšení je jiná konstrukce a pohyb razítka, jiné přepínání poloh štítu (umístění mechanicky ovládaného rozváděče).

Při další konstrukci kontrolního stavu by bylo z praktického hlediska výhodné, investovat další prostředky do pohybu a konstrukce razítka. Pohyb razítka by mohl zajišťovat pneumatický válec, který by ale musel být napojen na pneumatický obvod kontrolního stavu. Tím by se zaručilo přesnější a lehčí nastavení razítka. Přidáním pneumatického válce by ale nastal problém s umístěním razítka, které by zabíralo více místa a muselo by dojít k jinému uspořádání částí kontrolního stavu a pneumatických prvků.

Další inovací na kontrolním stavu by mohlo být umístění mechanicky ovládaného rozváděče, který slouží k přepínání štítu (obr. 6-70, 6-71). Rozváděč by mohl být umístěn na spodní části štítu kontrolního stavu a doraz na přepínání polohy rozváděče by byl upevněn přímo na štít kontrolního stavu. Toto umístění by bylo

z praktického hlediska výhodné, jak už při výrobě štítu, kdy by se nemusely vyrábět samostatné dorazy, tak i proto, že rozváděč by byl umístěn v lépe dostupných místech. Otázkou zůstává, zda by z ohledem na bezpečnost obsluhy kontrolního stavu, by bylo toto umístění bezpečné.

Výsledkem této diplomové práce je především zkonstruování a uvedení do zkušebního provozu nového typu kontroly odlitků pomocí kontrolního stavu, vyřešení všech uváděných problémů, snížení nákladů firmy KH na reklamace a vypracování návodu k používání kontrolního stavu.

9 **9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ**

- [1] BRABENEC, R. – KOUTECKÝ, V.: Příprava výroby ve slévárnách, SNTL Praha, 1955
- [2] VALECKÝ, J.: Lití kovů pod tlakem. 1. vydání, SNTL Praha, Praha 1975, 450 s.
- [3] PROCHÁZKA, V.: Koncepční návrh konstrukce vysokotlakých forem na hliník s použitím CAD systému, Diplomová práce, Brno 2006
- [4] Kovolís Hedvíkov, a.s. [online] Dostupné z: <http://www.kovolís-hedvíkov.cz/> [citováno: 20.3.2009]
- [5] Rozvoj tlakového lití [online] Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/rozvoj-tlakoveho-liti> [citováno: 20.3.2009]
- [6] Technologický postup firmy Kovolís Hedvíkov, a.s. pro výrobu a čištění odlitků
- [7] Metody kontroly odlitků [online] Dostupné z: <http://www.controltest.cz/index.php?id=k0200> [citováno: 20.3.2009]
- [8] Optický skener v průmyslové praxi [online] Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/opticky-skener-v-prumyslove-praxi> [citováno: 20.3.2009]
- [9] Lineární kuličková ložiska [online] Dostupné z: <http://www.exvalos.cz/linearni-vedeni/linearni-kulickova-loziska-lbbr--lbcr/> [citováno: 25.3.2009]
- [10] KOPÁČEK, J. – ŽÁČEK, M. Pneumatická zařízení strojů. Skripta VŠB-TU Ostrava 2003
- [11] Pneumatické prvky [online] Dostupné z: http://www.pneumaxsro.cz/index.php?pg=pneu_100&pgg=pneu_110 [citováno: 25.3.2009]
- [12] Mechanicky ovládané rozváděče [online] Dostupné z: <http://www.stranskyapetrzik.cz/pneu/rozvadece/rozvadece-mechanicky-ovladane-menu/rozvadece-me-kladka/> [citováno: 25.3.2009]
- [13] Mechanicky a manuálně ovládané rozváděče [online] Dostupné z: http://www.pneumaxsro.cz/pdf/pneu_cat01.pdf [citováno: 25.3.2009]
- [14] Pneumaticky ovládané rozváděče [online] Dostupné z: www.pneumaxsro.sk/pdf/news_cat02-0002.pdf [citováno: 25.3.2009]

- [15] Malé válce podle normy ISO 6432 [online] Dostupné z:
www.pneumaxsro.sk/pdf/news_cat04-0000.pdf [citováno: 25.3.2009]
- [16] Příslušenství [online] Dostupné z:
www.pneumaxsro.cz/pdf/pneu_cat05-0001.pdf [citováno: 25.3.2009]
- [17] Výběr z ISO 281:2007 [citováno: 15.4.2009]
- [18] DEJL Z., Konstrukce strojů a zařízení I., Montanex, březen 2002.
ISBN 80-7225-018-3
- [19] Ruční kontrola odlitků [online] Dostupné z:
<http://www.sattelfest.cz/fotoalbum/slevatenstvi/prace-ve-slevatenstvi/3>
[citováno: 30.3.2009]

10 10 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ČSN	- Česká státní norma
CAD	- computer aided design
d [mm]	- vnitřní průměr ložiska
D [mm]	- vnější průměr ložiska
B [mm]	- šířka ložiska
C [kN]	- základní dynamická únosnost ložiska
C_0 [kN]	- základní statická únosnost ložiska
f_0 [1]	- koeficient pro výpočet základní statické únosnosti
P [MPa]	- provozní tlak
m_D [kg]	- hmotnost hřídele
F_e [N]	- ekvivalentní radiální zatížení kuličkového ložiska
F_R [N]	- síla radiální
F_a [N]	- síla axiální
F [N]	- síla od pneumatického válce
n [min ⁻¹]	- otáčky hřídele
g [m/s ²]	- tíhové zrychlení
X [1]	- koeficient dynamického radiálního zatížení
Y [1]	- koeficient dynamického axiálního zatížení
L [h]	- trvanlivost ložiska
a [1]	- parametr kuličkového ložiska
e [1]	- mezní hodnota
p [1]	- počet pracovníků
t [mm]	- hloubka v hřídeli
b [mm]	- šířka pera
t_1 [mm]	- hloubka v náboji
L [mm]	- délka pera
P_D [MPa]	- dovolený tlak
M_K [Nmm ²]	- krouticí moment hřídele
l [mm]	- délka ramena pro výpočet krouticího momentu
F_1, F_2 [N]	- střižná síla

11 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ**11**

Obr. 2-1 Odlitek na upínání rozvodového řemene	14
Obr. 2-2 Odlitek na upínání rozvodového řemene	14
Obr. 2-3 Tlakový stroj s teplou komorou firmy BUEHLER	16
Obr. 2-4 Schéma funkce tlakového stroje s teplou komorou	16
Obr. 2-5 Tlakový lis se studenou komorou od firmy BUEHLER	17
Obr. 2-6 Schéma funkce stroje se studenou komorou	17
Obr. 2-7 Tavírna Kovolis Hedvikov	18
Obr. 2-8 Robot firmy ABB	18
Obr. 2-9 Úprava formy; a – speciální pístek	19
Obr. 2-10 Dávkování kovu	20
Obr. 2-11 Dávkování kovu	20
Obr. 2-12 Vyjmutí sady	20
Obr. 2-13 Ochlazení sady	20
Obr. 2-14 Ostřížení sady	20
Obr. 2-15 Omílací buben	21
Obr. 2-16 Omílací tělíska	21
Obr. 2-17 Síto pro separaci odlitků	21
Obr. 2-18 Dopravní pás sušky	22
Obr. 2-19 Suška	22
Obr. 2-20 Ruční kontrola odlitku	22
Obr. 2-21 Skenování pomocí průmyslového robota	23
Obr. 2-22 Kontrola průchodnosti a velikosti děr; správná kontrola	24
Obr. 2-23 Kontrola průchodnosti a velikosti děr; špatná kontrola	24
Obr. 2-24 Sada kalibrů pro kontrolu průchodnosti děr	24
Obr. 2-25 Kontrola průchodnosti pružiny , prostřížení; příprava	25
Obr. 2-26 Kontrola průchodnosti pružiny , prostřížení; vložení pružiny	25
Obr. 2-27 Kontrola průchodnosti pružiny , prostřížení; zašroubování pružiny	26
Obr. 2-28 Výškoměr	26
Obr. 2-29 Výškoměr (detail)	26
Obr. 3-1 Odlitek pro napínání rozvodového řemene v automobilu	28
Obr. 6-1 Příprava pro tlačítka ke spuštění kontroly – varianta A	33
Obr. 6-2 Spuštění kontroly pomocí štítu – varianta B	33
Obr. 6-3 Příprava pro elektrický snímač – varianta A	34
Obr. 6-4 Umístění snímače do drážky kolíku	34
Obr. 6-5 Kontrola pomocí mechanického upevnění kolíků – varianta B	35
Obr. 6-6 Uložení kontrolních kolíků	35
Obr. 6-7 Upevnění razítka – varianta A	36
Obr. 6-8 Upevnění razítka	36
Obr. 6-9 Upevnění razítka – varianta B	36
Obr. 7-1 Základní popis kontrolního stavu	38
Obr. 7-2 Pohyblivé prvky kontrolního stavu	39
Obr. 7-3 Horní základní deska	40
Obr. 7-4 Spodní základní deska	41
Obr. 7-5 Noha kontrolního stavu	41
Obr. 7-6 Rotační uložení pružiny	42

Obr. 7-7 Řez rotační uložení	43
Obr. 7-8 Umístění rotačního uložení	43
Obr. 7-9 Držák pružiny	43
Obr. 7-10 Kryt pružiny	44
Obr. 7-11 Kontrolní pružina	44
Obr. 7-12 Řez části uložení	45
Obr. 7-13 Těleso uložení	45
Obr. 7-14 Ložisko kuličkové SKF 6205 2Z ČSN 02 4630	46
Obr. 7-15 Distanční kroužek	46
Obr. 7-16 Pastorek	47
Obr. 7-17 Umístění posuvného ozubeného hřebene	47
Obr. 7-18 Posuvný ozubený hřeben	48
Obr. 7-19 Držák pneumatického válce posuvného ozubeného hřebene	48
Obr. 7-20 Ozubený hřeben	49
Obr. 7-27 Řez ozubeným hřebenem	49
Obr. 7-22 Štít	50
Obr. 7-23 Pohybové ústrojí štítu; vysunutí štítu	50
Obr. 7-24 Stažení štítu	51
Obr. 7-25 Horní držák štítu	51
Obr. 7-26 Spodní držák štítu	52
Obr. 7-27 Upevnění držáku k vodícím tyčím	52
Obr. 7-28 Pouzdro	53
Obr. 7-29 Řez pouzdra	53
Obr. 7-30 Píst štítu	53
Obr. 7-31 Pružinka	54
Obr. 7-32 Stabilizace vodící tyče	54
Obr. 7-33 Vodící tyč pístu	54
Obr. 7-34 Doraz štítu	55
Obr. 7-35 Vodící tyč štítu	55
Obr. 7-36 Lineární ložisko LBBR 10-2LS	55
Obr. 7-37 Pracovní deska kontrolního stavu	56
Obr. 7-38 Pracovní deska – pohled upevnění pneumatického válce	56
Obr. 7-39 Upevnění kontrolního kolíku	57
Obr. 7-40 Kontrolní kolík	58
Obr. 7-41 Stavěcí šroub	58
Obr. 7-42 Držák razítka	58
Obr. 7-43 Řez upevnění razítka	58
Obr. 7-44 Razítko	59
Obr. 7-45 Opěrný držák ozubeného hřebene	59
Obr. 7-46 Vodící tyč pracovní desky kontrolního stavu	60
Obr. 7-47 Popis pneumatických prvků (viz. příloha 1) – pohled A	60
Obr. 7-48 Popis pneumatických prvků (viz. příloha 1) – pohled B	61
Obr. 7-49 Pneumatický válec	63
Obr. 7-50 Pneumaticky ovládaný rozváděč	64
Obr. 7-51 Funkce tří – cestného pneumaticky ovládaného rozváděče	64
Obr. 7-52 Pneumaticky ovládaný rozváděč série Tecno 228	65
Obr. 7-53 Mechanicky ovládaný rozváděč s kladičkou série 104	65
Obr. 7-54 Mechanicky ovládaný rozváděč s kladičkou série 105	66

Obr. 7-55 Funkce tří – cestného mechanicky ovládaného rozváděče	66
Obr. 7-56 Manuálně ovládaný rozváděč pro vestavbu do panelu série 105	67
Obr. 7-57 Redukční ventil	67
Obr. 7-58 Škrťací ventil na válec	67
Obr. 7-59 Převlečné šroubení úhlové	68
Obr. 7-60 Nástrčné šroubení přímé	68
Obr. 7-61 Nástrčné šroubení úhlové	68
Obr. 7-62 T – spojka hadicová	69
Obr. 7-63 Redukce	69
Obr. 7-64 Polyuretanová hadice	69
Obr. 7-65 Příklad značení přípojů a vývodů	70
Obr. 7-66 Stažení štítu do pracovní polohy (bez zapojení obvodu)	71
Obr. 7-67 Vysunutí pracovní desky do pracovní polohy; kontrola průchodnosti děr	72
Obr. 7-68 Začátek druhého pracovního cyklu	73
Obr. 7-69 Vysunutí pneumatického válce do pracovní polohy	73
Obr. 7-70 Druhý pracovní cyklus; kontrola prostřížení mezikruží a zašroubování pružiny	73
Obr. 7-71 Začátek třetího pracovního cyklu	74
Obr. 7-72 Vysunutí pneumatického válce štítu do pracovní polohy	74
Obr. 7-73 Konec třetího pracovního cyklu, konec kontroly; přestavení stavu do základní polohy	75

12 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

12

Tab. 3-1 Základní údaje	29
Tab. 7-1 Použité pneumatické prvky v obvodu kontrolního stavu	62
Tab. 7-2 Označení pneumatických prvků	70
Tab. 7-3 Metodika tvoření skupinového číslování	70

13 SEZNAM PŘÍLOH

Přílohy

Příloha 1 – Obvodové pneumatické schéma kontrolního stavu

Příloha 2 – Výpočet trvanlivosti ložisek, pera na otlacení

Příloha 3 – Ekonomické zhodnocení

Příloha 4 – Obrázky dalších typů odlitků

Příloha 5 – Návod k obsluze kontrolního stavu (samostatný dokument)

Výkresová dokumentace

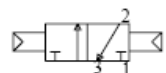
č. výk. Název
Výkresy sestavení

0-S95-00/00 Kontrolní stav
 1-S95-05/00 Těleso rotačního uložení
 2-S95-06/00 Pracovní deska
 3-S95-07/00 Rotační uložení pružiny
 2-S95-12/00 Štít
 3-S95-14/00 Uložení kontrolního kolíku 2
 3-S95-15/00 Razítko

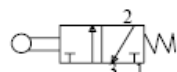
Výrobní výkresy součástí

3-S95-01/01	Horní základní deska	4-S95-12/03	Pouzdro štítu
3-S95-02/01	Spodní základní deska	4-S95-12/04	Píst štítu
4-S95-03/01	Podpěrná tyč	4-S95-12/05	Vodící tyč štítu
4-S95-04/01	Noha	4-S95-12/06	Dorazy štítu
4-S95-05/01	Těleso rotačního uložení	4-S95-12/07	Vodící tyč pístu
4-S95-05/02	Kontrolní kolík 1	4-S95-12/08	Kryt vodící tyče pístu
4-S95-05/03	Distanční kroužek 1	4-S95-13/01	Držák pneumatického válce 1.0
4-S95-05/04	Distanční kroužek 2	4-S95-14/01	Upevnění kontrolního kolíku 2
3-S95-06/01	Pracovní deska	4-S95-14/02	Kontrolní kolík 2
4-S95-06/02	Pouzdro vodící tyče	4-S95-15/01	Držák razítka
3-S95-06/03	Uchycení odlitku	4-S95-15/02	Tyč razítka
4-S95-06/04	Uchycení pneumatického válce 1.0	4-S95-16/01	Držák rozváděče série 104
4-S95-06/05	Vodící tyč pracovní desky	4-S95-17/01	Opěrný držák ozubeného hřebene
2-S95-07/01	Držák pružiny	4-S95-18/01	Mosazná podložka
3-S95-07/02	Kryt pružiny	4-S95-19/01	Podložka
4-S95-08/01	Držák rozváděče série 105		
4-S95-10/01	Držák pneumatického válce 2.0		
3-S95-12/01	Horní držák štítu		
4-S95-12/02	Spodní držák štítu		

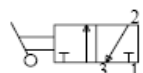
3 CESTNÝ
OBOUSTRANĚ
PNEUMATICKÝ
OVLÁDANÝ
ROZVÁDĚČ



3-CESTNÝ
MECHANICKY
OVLÁDANÝ
ROZVÁDĚČ S
KLADIČKOU



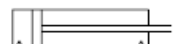
3-CESTNÝ
RUČNĚ
OVLÁDANÝ
ROZVÁDĚČ



VENTIL S
JEDNOSMĚRNÝ
ŠKRCENÍM



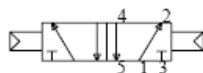
DVOJČINNÝ
PNEUMATICKÝ
VÁLEC



3-CESTNÝ
PNEUMATICKÝ
OVLÁDANÝ
ROZVÁDĚČ

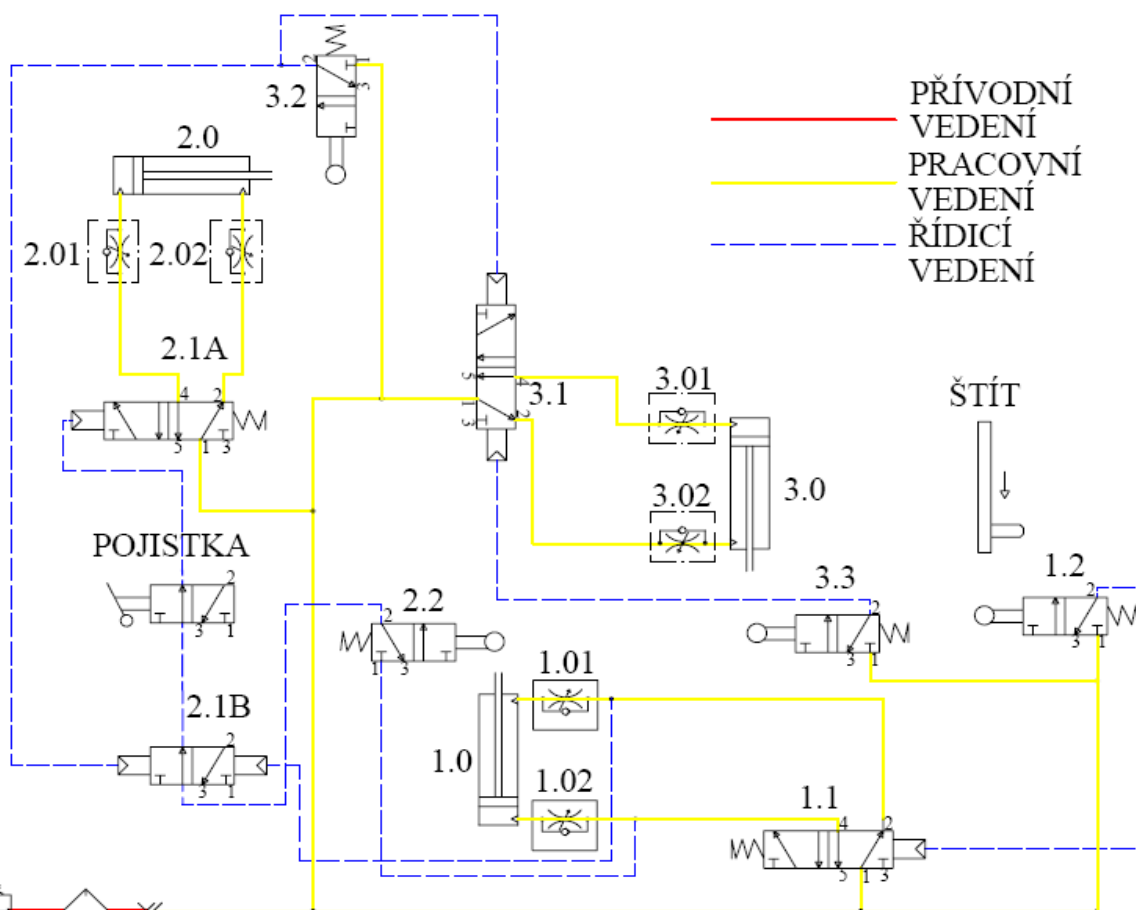


5-TI CESTNÝ
OBOUSTRANĚ
PNEUMATICKÝ
OVLÁDANÝ
ROZVÁDĚČ



PŘÍVOD
STLAČENÉHO
VZDUCHU

FILT+REDUKČNÍ VENTIL
+MAZNICE+RÝCHLOSPojKA



PŘÍVODNÍ
VEDENÍ
PRACOVNÍ
VEDENÍ
ŘÍDICÍ
VEDENÍ

ŠTÍT

Výpočet trvanlivosti ložiska

Pro rotační uložení hřídele byly zvolena dvě kuličková ložiska SKF 6205 (výběr z katalogu ložisek SKF – www.skf.com). Pro stejný účel ložisek stačí spočítat trvanlivost jen u jednoho ložiska.

Hodnoty zvoleného ložiska:

$$\phi d = 25\text{mm}$$

$$\phi D = 52\text{mm}$$

$$B = 15\text{mm}$$

$$C = 14,8\text{KN}$$

$$C_0 = 7,8\text{KN}$$

$$f_0 = 14$$

Vybrané hodnoty:

$$P = 0,6\text{MPa}$$

$$\phi 32\text{mm} : F = 476\text{N} = F_R$$

$$m_D = 2,1\text{Kg}$$

$$n = 240\text{ot} \cdot \text{min}^{-1}$$

$$F_R = 476\text{N}$$

$$F_a = m_D \cdot g$$

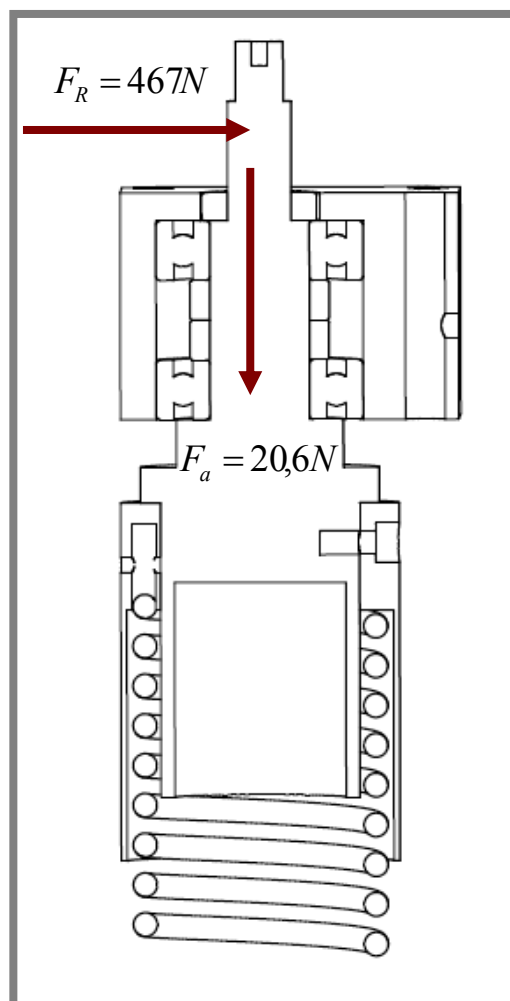
$$g = 9,81\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Pro radiální ložisko musí platit: $F_R > F_a$

$$F_R = 476\text{N}$$

$$F_a = m_D \cdot g = 2,1 \cdot 9,81 = 20,6\text{N}$$

$$F_R > F_a \text{ vyhovuje}$$



Obr. 1 Rotační uložení pružiny

Uvedené hodnoty koeficientů X a Y v tabulce podle ISO 281:2007 pro radiální kuličková ložiska jsou shodné s hodnotami v katalogu ložisek výrobce SKF.

Tab. 1 Tabulka koeficientů X a Y [17]

$f_0 F_a / C_{0r}^*$	e	$F_a / F_r \leq e$		$F_a / F_r > e$	
		X	Y	X	Y
0,172	0,19	1,00	0	0,56	2,30
0,345	0,22	1,00	0	0,56	1,99
0,689	0,26	1,00	0	0,56	1,71
1,03	0,28	1,00	0	0,56	1,55
1,38	0,30	1,00	0	0,56	1,45
2,07	0,34	1,00	0	0,56	1,31
3,45	0,38	1,00	0	0,56	1,15
5,17	0,42	1,00	0	0,56	1,04
6,89	0,44	1,00	0	0,56	1,00

* f_0 v ISO 76:2006 nebo katalogu výrobce ložisek

Z tab. 3 je patrné:

$$f_0 \cdot F_a / C = 14 \cdot 20,6 / 14800 = 0,037 \Rightarrow \text{volíme } e = 0,19$$

Dále z tab. 3 musíme určit hodnoty X a Y dle rovnic: $F_a / F_R \leq e$ nebo $F_a / F_R \geq e$

$$F_a / F_R = 20,6 / 467 = 0,043 \Rightarrow F_a / F_R \leq e$$

Zvolíme z tab. 3 koeficienty X a Y dle vypočítaných hodnot:

$$X = 1$$

$$Y = 0$$

Po zvolení koeficientů X a Y vypočítáme ekvivalentní radiální zatížení kuličkového ložiska.

$$F_e = X \cdot F_R + Y \cdot F_a$$

$$F_e = 1 \cdot 476 + 0 \cdot 20,6 = 476 \text{ N}$$

Dále tuto hodnotu dosadíme do rovnice trvanlivosti:

parametr a pro kuličková ložiska = 3

$$L = \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{F_e} \right)^a$$

$$L = \frac{10^6}{60 \cdot 24} \cdot \left(\frac{14800}{476} \right)^3 = 20,87 \cdot 10^6 \text{ hod}$$

Trvanlivost zvolených kuličkových ložisek SKF 6205 je $20,87 \cdot 10^6 \text{ hod}$. Požadovaná trvanlivost ložisek byla minimálně 43 800 hod. Tedy zvolená ložiska SKF 6205 vyhovují.

Výpočet pera na otlačení

Pro zajištění pastorku na hřídeli bylo použito normalizované pero 5 e7 x 5 x 16 dle normy ČSN 02 2562. Toto pero bylo dodáno přímo od automobilky.

Hodnoty pera:

$$t = 2,9 \text{ mm}$$

$$t_1 = 2,1 \text{ mm}$$

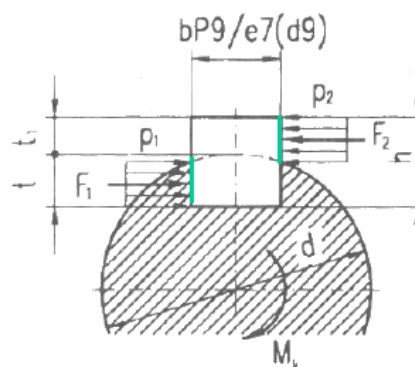
$$L = 16 \text{ mm}$$

$$P_D = 80 \text{ MPa}$$

$$F = 476 \text{ N}$$

$$b = 5 \text{ mm}$$

$$l = 15,5 \text{ mm}$$



Obr. 2 Kontrola zvoleného pera na otlačení [18]

Pro výpočet pera na otláčení se vychází ze základních vzorců:

**Kontrola na tlak mezi bokem
drážky v hřídeli a perem:**

$$p_1 = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_1}{L \cdot t} \leq P_D$$
$$F_1 = \frac{M_K}{\frac{d}{2} - \frac{t}{2}} = \frac{2 \cdot M_K}{d}$$

**Kontrola na tlak mezi bokem
drážky v náboji a perem:**

$$p_2 = \frac{F_2}{S_2} = \frac{F_2}{t_1 \cdot (L - b)} \leq P_D$$
$$F_2 = \frac{M_K}{\frac{d}{2} - \frac{t_1}{2}} = \frac{2 \cdot M_K}{d}$$

Po dosazení:

$$M_K = F \cdot l = 476 \cdot 15,5 = 7378 \text{ N} \cdot \text{mm}^2$$

$$F_1 = \frac{2 \cdot 7378}{16} = 922,25 \text{ N}$$

$$p_1 = \frac{922,25}{2,9 \cdot 16} = 19,87 \leq 80 \text{ MPa}$$

$$p_1 = 19,87 \text{ MPa} \leq 80 \text{ MPa vyhovuje}$$

$$F_2 = \frac{2 \cdot 7378}{16} = 922,25 \text{ N}$$

$$p_2 = \frac{922,25}{2,1 \cdot (16 - 5)} = 39,92 \leq 80 \text{ MPa}$$

$$p_2 = 39,92 \text{ MPa} \leq 80 \text{ MPa vyhovuje}$$

Zvolené pero 5 e7 x 5 x 16 dle normy ČSN 02 2562 vyhovuje.

Ekonomické zhodnocení

Mezi investice do vývoje kontrolního stavu patří náklady na výrobu jednotlivých součástí stavu, nákup pneumatických prvků, nákup nakupovaných součástí kontrolního stavu. Návrh konstrukce a pneumatického obvodu je předmětem této diplomové práce a náklady na inženýrskou činnost proto odpadají.

Cena jednoho kusu je zde vypočtena bez uvažování sériovosti výroby. Při přechodu výroby na malosériový provoz by došlo k snížení těchto nákladů.

Ekonomické zhodnocení nezahrnuje cenu návodu k použití a výkresů. Po zahrnutí těchto položek by cena kontrolního stavu výrazně vzrostla.

Nakupované pneumatické prvky

Název	Označení	Množství	Cena za ks	Cena celkem
Pneu-válec malý dvojčinný	1260.25.50	1 ks	1 395,87	1 395,87
Pneu-válec malý dvojčinný	1260.25.100	1 ks	1 504,16	1 504,16
Pneu-válec malý dvojčinný	1260.32.100	1 ks	2 234,56	2 234,56
Mechanicky ovládaný rozváděč - kladička	104.32.2.1/1	2 ks	347,48	694,96
Mechanicky ovládaný rozváděč - kladička	105.32.2.1/1	2 ks	755,30	1 510,60
Pneumaticky ovládaný rozváděč oboustranně	105.32.11.11	1 ks	665,10	665,10
Pneumaticky ovládaný rozváděč oboustranně	228.52.11.12	1 ks	835,40	835,40
Pneumaticky ovládaný rozváděč - pružina	228.52.11.11	2 ks	835,40	1 670,80
Manuálně ovládaný rozváděč - pro vestavbu do panelu	105.32.4/1	1 ks	351,10	351,10
Šroubení úhlové G 1/8"	TB220618	2 ks	51,80	103,60
Přípojka T hadicová	TB050600	4 ks	58,90	235,60
Nástrčné šroubení přímé 6-M5	B010GM5	8 ks	31,50	252,00
Nástrčné šroubení přímé G 1/8"	B01618	3 ks	30,20	90,60
Nástrčné šroubení úhlové 4-M5	B2204M5	5 ks	62,60	313,00
Redukce hadicová D.6 D.4	TB080604	1 ks	31,50	31,50
Škrťící ventil na válec G 1/8"	TB290G18	6 ks	255,70	1 534,20

Hadice polyuretanová 8/6 modrá	TPU 0860 BLAU	2 m	23,20	46,40
Hadice polyuretanová 6/4 modrá	TPU 0640 BLAU	2 m	15,80	31,60
<i>Cena celkem</i>				<i>13 509</i>

Nakupované součásti

Název	Cena za ks v Kč	Cena celkem v Kč
Lineární kuličkové ložisko SKF LBBR (2 ks)	449,44	898,88
Ložisko kuličkové SKF 6205 (2 ks)	45	90
Pastorek	70	70
Ložiskové kuličky štítu (2 ks)	5	10
Ozubený hřeben (1m)	200	200
Příslušenství (šrouby, podložky, matice)	-	300
<i>Cena celkem</i>		<i>1 568</i>

Vyráběné součásti

Název	Cena v Kč
Nakupovaný materiál	1 000
Cena za vykonanou práci (strojní výroba dílů) - počet strojních hodin = 160 hod. - cena strojní hodiny = 250 Kč/hod. - výdaje - energie	40 000
Cena za vykonanou práci (ruční práce - montáž)	10 000
<i>Cena celkem</i>	<i>51 000</i>

Celková cena kontrolního stavu

<i>Cena v Kč</i>	<i>66 078</i>
-------------------------	----------------------

Obrázky dalších typů odlitků

- odlitek turbodmychadla



- odlitek pro napínání rozvodového řemene

