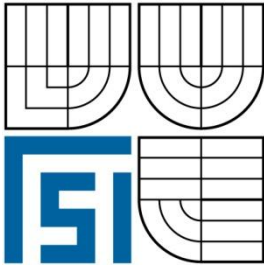


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV MECHANIKY TĚLES, MECHATRONIKY A
BIOMECHANIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF SOLID MECHANICS, MECHATRONICS AND
BIOMECHANICS

NÁVRH PODAVAČE PRO AUTOMATICKOU NAVÍJEČKU

THE DESIGN OF AUTOMATIC WINDING MACHINE FEEDER

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MICHAL GAŠPEREC

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. JIŘÍ KREJSA, PH.D.

BRNO 2010

Anotácia

Táto bakalárska práca sa zaoberá automatizáciou vo výrobe tesnení na pracovisku firmy Leader Gasket of Slovakia, s.r.o.

Cieľom práce je navrhnuť podávač vnútorných krúžkov pre automatickú navíjačku. Pričom výsledný produkt má zjednodušiť celý proces výroby, s čo najmenším zásahom človeka.

Práca zahŕňa predbežnú analýzu situácie, kde sú zhodnotené vstupné parametre. Ďalej zahŕňa návrh pohybového aparátu automatu s výberom vhodných pohonov a vytvorenie 3D modelu v programe SolidWorks. Ďalšia časť práce sa zaoberá riadením celej sústavy a jej integráciou s pôvodným strojom, automatickou navíjačkou, ktorého bude podávač súčasťou.

Výsledkom práce je návrh konkrétneho stroja, ktorý splňa všetky vopred zadané kritéria a je pripravený do výroby.

Pod'akovanie

Rád by som týmto poďakoval vedúcemu bakalárskej práce Ing. Jiřímu Krejsovi Ph.D. za cenné rady, vedenie a predovšetkým trpezlivosť. Takisto by som sa rád poďakoval Ing. Pavlovi Švábekovi za konzultácie a rady pri tvorbe tejto bakalárskej práce. Poďakovanie patrí i mojim blízkym, rodine a všetkým, ktorí ma počas celého štúdia podporovali.

Prehlásenie

Týmto prehlasujem, že som bakalársku prácu na tému „Návrh podavače pro automatickou navíječku“ vypracoval samostatne bez cudzej pomoci, na základe rád a pokynov vedúceho bakalárskej práce. Vychádzal som zo svojich znalostí, konzultácií a odbornej literatúry. Súhlasím so zapožičiavaním práce na študijné účely.

.....
Gašperek Michal

OBSAH

Anotácia	3
PodĎakovanie	4
Prehlásenie	5
OBSAH	6
Úvod	7
1 ZÁKLADNÉ ÚDAJE PÔVODNÉHO STROJA	8
1.1 AUTOMATICKÁ NAVÍJAČKA	8
1.2 VNÚTORNÝ KRÚŽOK	9
2 MOŽNOSTI POHONOV	10
2.1 ELEKTRICKÉ POHONY	11
2.2 HYDRAULICKÉ POHONY	11
2.3 PNEUMATICKÉ POHONY	13
2.4 VÝBER VHODNÉHO POHONU	14
3 MECHANICKÝ NÁVRH PODÁVAČA	15
3.1 ZÁSOBNÍK VNÚTORNÝCH KRÚŽKOV	15
3.2 ÚCHOPOVÁ HLAVA	17
3.3 MANIPULAČNÉ RAMENO	19
3.4 ROZMIESTNENIE SÚČASTÍ STROJA	24
4 RIADENIE SÚSTAVY	25
4.1 VÝBER VHODNEJ RIADIACEJ ELEKTRONIKY	25
4.2 SNÍMAČE	29
4.3 SCHÉMA PNEUMATICKÉHO POHONU	31
4.4 LOGIKA RIADENIA	32
Záver	39
Literatúra a odkazy	40
Obrázková príloha A	41
Obrázková príloha B	43

Úvod

Už od dávnych dôb sa človek snažil uľahčovať si prácu. Začal vytvárať rôzne nástroje, ktoré mu prácu nielen uľahčovali, ale aj urýchlňovali. O nástupe automatizácie ako takej, môžeme hovoriť až príchodom prvých počítačov, ktoré dá sa povedať, zmenili svet do veľkej miery. Riadenie strojov pomocou počítačov dokáže nahrádzať ľudí a vo väčšine prípadov je výrobný proces presnejší, rýchlejší a efektívnejší.

Inak to nebolo ani vo firme Leader Gasket of Slovakia, s.r.o., ktorá sa zaoberá výrobou tesnení pre automobilový a petrochemický priemysel. V snahe zvýšiť efektívnosť sériovej výroby tesnení, bola navrhnutá a vyrobená automatická navíjačka. Tá síce potrebu firmy spĺňala, ale vyžadovala si stálu prítomnosť operátora, ktorého úlohou bolo vkladať do navíjačky polotovary, vnútorné krúžky. Toto obmedzovalo jeho prácu len na jeden stroj, čo sa postupom času ukázalo ako nedostatočne efektívne využitie obsluhy.

Riešením tejto situácie bolo vytvorenie modulu, automatického podávača vnútorných krúžkov, ktorý by nahradil ľudskú prácu do tej miery, že by sa obmedzila len na dopĺňanie zásobníka a aby bol automat takisto schopný vykladať hotové výrobky, tesnenia, na vopred určené miesto.

V tejto práci je postupne opísaný pôvodný automat a po jednotlivých krokoch navrhnutý modul automatického podávača. Prihliada sa na vhodný výber komponentov a pohonu, ktoré ovplyvnia celý chod automatu, ale i spôsob riadenia a údržby stroja. Veľmi dôležitá pri konštrukcii bola jednoduchosť stroja a jeho možná adaptácia na rôzne rozmery výrobkov.

Keďže automat sa nevyvíjal ako samostatný celok, ale ako modul, ktorý spolupracuje už s existujúcim strojom s vlastným riadením, bol nezanedbateľný krok nadviazanie nového systému na pôvodný.

1 ZÁKLADNÉ ÚDAJE PŮVODNÉHO STROJA

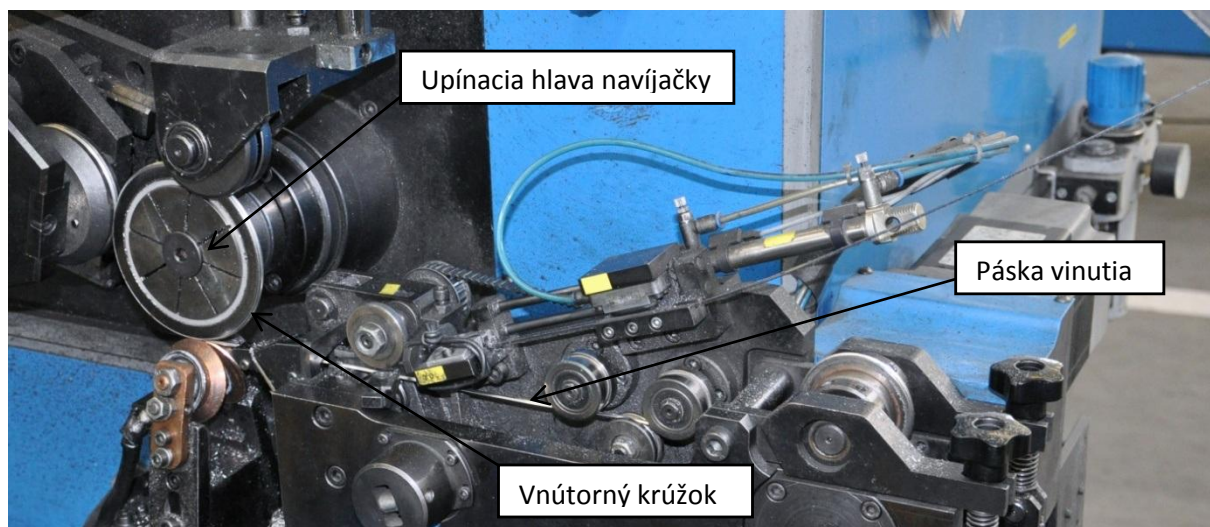
Pri konštrukcii nového automatu musíme brať na ohľad určité požiadavky, ktoré sú pre nás vopred pevne stanovené. V našom prípade sa jedná už o existujúcu navíjačku, a keďže automat bude prepravovať polotovary, v poslednej fáze bude vykladať hotový výrobok z navíjačky, je pre nás dôležitá aj konštrukcia daného polotovaru, vnútorného krúžku a hotového tesnenia.

Ďalším dôležitým kritériom je použitá riadiaca elektronika a systém pôvodného riadenia. Nie každý systém dokáže spolupracovať s inými systémami a našou úlohou je vytvoriť nový systém riadenia pre modul podávača a spojiť ho s pôvodným systémom navíjačky tak, aby spolupracovali bez akýchkoľvek problémov.

1.1 AUTOMATICKÁ NAVÍJAČKA

Základom pre automatický podávač je už funkčná automatická navíjačka. I keď automatická je len do určitej miery, stále potrebuje operátora, ktorý do nej vloží polovar, vnútorný krúžok a po skončení operácie vytiahne z navíjačky hotový výrobok, teda tesnenie.

Vnútorný krúžok je v navíjačke upevnený z vnútornej strany medzikružia tak, ako je to znázornené na Obr. 1.



Obr. 1 Detail automatickej navíjačky

Na ľavej strane obrázka môžeme vidieť upínaciu hlavu navíjačky, na ktorej je upnutý vnútorný krúžok. Obrázok zachycuje proces navíjania nerezovej pásky a grafitového plniva na vnútorný krúžok. Takisto z obrázka vidíme, že jediný prístup k upínacej hlave je z prednej strany a to nám aj predurčuje spôsob vkladania vnútorného krúžku na upínaciu hlavu.

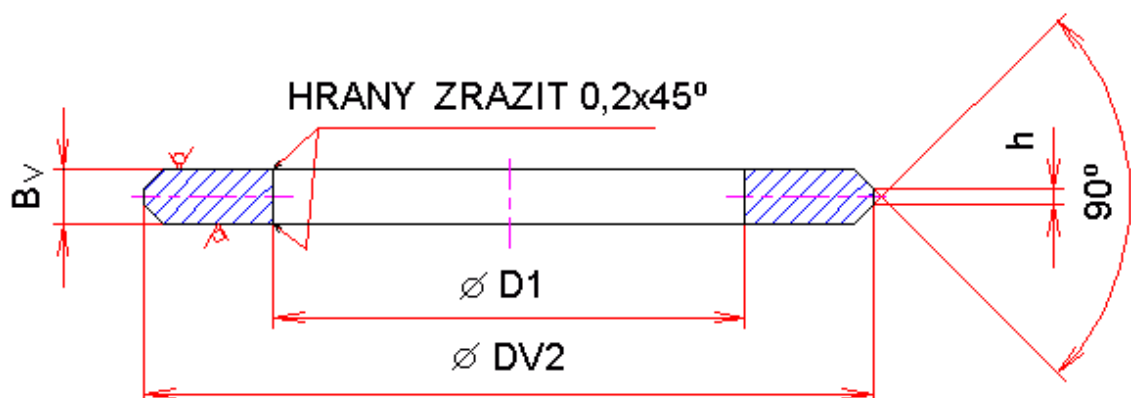
Upínacia hlava je poháňaná krokovým motorom, ktorého počtom otáčok sa určuje veľkosť vinutia a jednotlivé kroky navíjania. Zváračka, ktorú môžeme taktiež vidieť na obrázku je pritlačovaná k zváranému materiálu pneumatickým piestom. Pneumatických pohonov je na navíjačke využitých na poháňanie viacero členov ako napríklad nožnice na pásku a plnivo, vodiacich kladiek, ktoré pomáhajú pri správnom navíjaní pásky s plnivom na vnútorný krúžok.

Celý systém je riadený za pomoci elektroniky a riadiacich členov od firmy B+R. Spracovanie informácií posielaných zo senzorov, ich vyhodnocovanie a následné pokyny pre jednotlivé pohony stroja zabezpečuje systém X20. Stroj je osadený panelom Power Panel PP 125 a CPU 7CP474.60.

1.2 VNÚTORNÝ KRÚŽOK

Náš automat bude prenášať polotovar, vnútorný krúžok a bude ho umiestňovať na úchopovú časť automatickej navíjačky. Pri stavbe automatu je potrebné zohľadniť tvar a rozmery vnútorného krúžku, hlavne kvôli konštrukcii úchopovej časti automatického podávača.

Vnútorný krúžok je medzikružie vyrobené z nerezového materiálu, pričom najčastejšie používaný je AISI 304 alebo AISI 316L. Postup výroby medzikružia závisí od jeho rozmerov a jedná sa buď o vykružovanie na vykružovačke HTC - 52H, alebo strihaním na výstredníkovom lise LE 160. Dôležitou časťou výroby vnútorného krúžku je sústruženie hrebeňa na vonkajšej strane medzikružia. Tvar a prítomnosť hrebeňa je potrebná na následné navíjanie antikorovej pásky s plnivom na vonkajšiu hranu medzikružia.



Obr. 2 Nákres prierezu vnútorného krúžku a jeho geometria.

Najväčší vnútorný krúžok, s ktorým bude automat pracovať, má rozmery:

$D1=106,4$ mm

$DV2=128,6$ mm

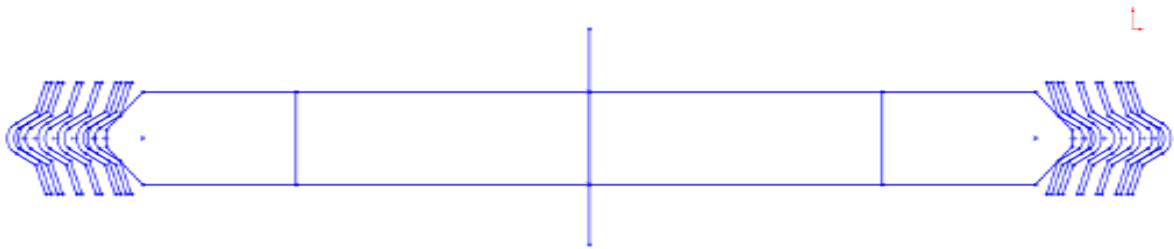
$Bv=3$ mm

pričom hmotnosť vnútorného krúžku je približne 100 g.

Po navinutí pásky s plnivom dostávame hotový výrobok, tesnenie, ktoré má vonkajší rozmer:

$D_3=149,2$ mm

Priemerná váha samotného vinutia činí približne 83 g.



Obr. 3 Prierez tesnenia po navinutí vinutia na vnútorný krúžok.

Po zohľadnení vyššie uvedených parametrov musíme uvažovať s tým, že náš podávač bude musieť byť schopný prispôbovať sa variabilite rozmerov nielen medzi jednotlivými typmi tesnení, ale aj zmene vonkajšieho rozmeru po navinutí vinutia. Takisto musí byť konštruovaný tak, aby bez problémov zvládol prenášať polotovary a výrobky do hmotnosti 250 g.

Vnútorné krúžky budú uložené v zásobníku z ktorého sa budú prenášať a upevňovať na upínaciu hlavu navíjačky. V upínacej hlave navíjačky je krúžok uchytený z vnútornej strany, to znamená, že vnútorný krúžok musí byť uchytený našim manipulátorom z vonkajšej strany.

2 MOŽNOSTI POHONOV

Pre správny chod automatu je dôležitý výber pohonu tak, aby zabezpečoval plynulý a jednoduchý chod stroja. V dnešnej dobe poznáme viac druhov pohonov, na chod ktorých sa využívajú rôzne druhy akčných veličín. Medzi najpoužívanéjšie akčné veličiny patria:

- elektrická energia
- kvapalina
- vzduch.

Podľa týchto akčných veličín rozoznávame základné druhy pohonov a to:

- elektrické pohony
- hydraulické pohony
- pneumatické pohony.

Každý z uvedených pohonov má svoje výhody a obmedzenia, ktoré treba pri návrhu akceptovať. Kombinácia rôznych druhov pohonov nie je vylúčená, avšak pre náš účel bude najvhodnejšie zvoliť jeden druh pohonu pre vykonávanie všetkých pohybov automatického manipulátora. Je to hlavne z dôvodu jednoduchosti systému ako po mechanickej stránke, tak i po stránke riadenia.

2.1 ELEKTRICKÉ POHONY

Elektrické pohony sú zariadenia, ktoré slúžia na premenu elektrickej energie na energiu mechanickú. Ich základnú súčasť tvorí elektromotor, ktorý je doplnený ovládacími a istiacimi prístrojmi, riaditeľnými zdrojmi elektrickej energie na napájanie hlavných alebo budiacich vinutí rotorov a častí, ktoré slúžia na samostatné riadenie motorov, či už sa jedná o ručné alebo samočinné riadenie.

Pod pojmom riadenie elektrického pohonu rozumieme riadenie rýchlosti otáčok, krútiaceho momentu, výkonu a ďalších premenlivých parametrov. Riadenie môže byť ručné, kde operátor musí naladiť požadované stavy ručne, alebo automatické, pri ktorom sa najčastejšie používa spätná väzba, kde sa správanie elektrického pohonu samočinne prispôsobuje automatikou daným požiadavkám.

Elektrické pohony majú širokú škálu využitia. V dnešnej dobe je možné vyrobiť malé mikromotory, ktoré sú využiteľné v malých prístrojoch, sú význačné veľkými rýchlosťami otáčok, až 100 000 otáčok za minútu. Taktiež sa vyrábajú veľké výkonové elektromotory používané napríklad v elektrických lokomotívach o výkonoch až niekoľko megawattov.

Elektrické pohony môžu vykonávať nie len rotačné pohyby ako sme zvyknutí pri elektromotoroch, ale taktiež pohyby posuvné. Taktiež spôsob ich chodu je rozmanitý, či už sa jedná o plynulý pohyb alebo jednotlivé kroky. Medzi najznámejšie elektrické pohony patria:

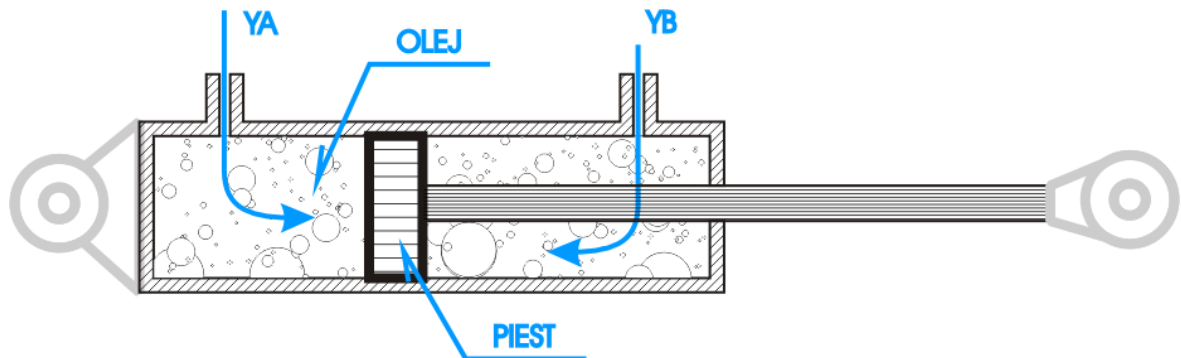
- servomotory
- krokové motory
- lineárne motory.

2.2 HYDRAULICKÉ POHONY

Tento druh pohonu je založený na tlakovej sile kvapaliny. Hydraulické pohony patria z hľadiska výkonu medzi najvýkonnejšie a najsilnejšie. Napríklad hydraulickými piestami sú otvárané a zatvárané vráta na vzdúvadlách vodných nádrží. Tieto systémy však patria medzi veľmi presné, čiže ich využitie je tam, kde treba veľké výkony a presné polohovanie. Presnosť polohovania vychádza z priamej úmery medzi vysunutím valca a objemom hydraulického média. Použitie médium, kvapalina, v našom prípade olej, má veľmi malú mieru deformácie, je v podstate nestlačiteľná, a tak pri plnení hydraulického zariadenia sa jeho objem nemení. Pomocou objemu kvapaliny jednoducho vypočítame

polohu piestu. A to platí aj pri zaťažení pohonu. Hlavné využitie hydraulických pohonov je pri priamočiarych pohonoch.

Základom hydraulického pohonu je piest umiestnený v puzdre, ktoré obsahuje dva vstupy, jeden pod piestom a druhý nad piestom hydrauliky. Vtláčaním hydraulického média, najčastejšie to býva olej, do vstupov sa hydraulika začne pohybovať. Vstupy hydrauliky pracujú striedavo, keď sa jedným médium napúšťa, druhým sa automaticky vypúšťa.



Obr. 4 Prierez hydraulickým valcom.

Celý systém hydraulického pohonu pozostáva z viacerých dôležitých súčastí. Základnou z nich je čerpadlo, ktoré vytvára v celom systéme potrebný tlak. Použitelných čerpadiel je viacero druhov ako napríklad:

- **Ozubené čerpadlá** – tento typ je vhodný len na malé výkony a pri jeho činnosti musí byť celé ponorené v médiu, nedokáže vyvinúť podtlak, pomocou ktorého by kvapalinu nasalo. K jeho pozitívam patrí cena, je najlacnejšie z dostupných druhov čerpadiel.
- **Axiálne čerpadlo** – patrí medzi piestové čerpadlo, pričom piesty sú na ňom umiestnené axiálne s hriadeľom. Poháňajú sa ním stredne veľké mechanizmy a patrí medzi najčastejšie používané čerpadlá.
- **Radiálne čerpadlo** – taktiež piestové čerpadlo, ale už ako názov napovedá sú piesty umiestnené radiálne s hriadeľom.

Čerpadlo čerpá médium zo zbernej nádrže do valcov hydrauliky a zároveň sa do nej vracia jalové médium, čo je v podstate nepoužitú médium, vytlačované z hydraulických piestov. Na rozvod média sa využívajú tlakové hadice, čo nám umožňuje umiestniť manipulačný piest do väčších vzdialeností od celého systému.

Keďže v systéme nám tlak kolíše, musí byť nainštalovaný akumulátor, ktorý vyrovnáva tlak v hadiciach. Keď je v hadiciach prebytočný tlak, presunie sa do akumulátora, a tak zabraňuje preťaženiu hadíc. Akumulátor je kovová nádrž, v ktorej je umiestnená gumená lopta naplnená vzduchom. Tá sa pôsobením tlaku stláča a tak sa tlak v systéme vyrovnáva. Pre lepšie a hladšie fungovanie je možné gumenú loptu v akumulátore nafukovať a vyfukovať pomocou vzduchového kompresora.

To, v akej polohe má byť piest hydrauliky, je regulované za pomoci ventilov. Ich konštrukcia závisí od toho, ako chceme hydrauliku riadiť. Môžu to byť ventily, ktoré prepínajú medzi horným a dolným vstupom, nemajú viac ako dva výstupy. Ventily zabezpečujúce vypnutie alebo zapnutie prietoku média. Ventily existujú aj zložitejšie z viacerými výstupmi, tieto sa už využívajú na určitú logiku riadenia. Ďalšou kategóriou sú ventily bezpečnostné, ktoré sa uzavrujú pri prekročení parametrov tlaku v systéme. Spätné ventily zas prepúšťajú len jedným smerom a zabraňujú tak spätnému chodu média.

Najčastejšie sa ako médium používa hydraulický olej, avšak môže sa použiť aj iný typ kvapaliny, záleží na požiadavkách. Média sa líšia svojou hmotnosťou, viskozitou a fyzikálnymi vlastnosťami, ktoré ovplyvňujú pohyb a kvalitu pohybu média v systéme. Treba však zdôrazniť, že voda ako médium do hydraulického systému je absolútne nevhodná.

Hydraulické pohony sú náročné na údržbu a prevádzku. Vyžadujú si použitie čistého média a taktiež pohyblivé časti piestu sa musia čistiť aby sa nedostala nečistota do vnútra valca, čo by spôsobilo straty vo výkone, alebo celkové zadrenie piestu. Pri prevádzke pozorujeme aj dosť veľké výkonové straty. Jednou z hlavných je strata prostredníctvom tepla, pracovná teplota použitého média – oleja je približne 80°C.

2.3 PNEUMATICKÉ POHONY

Pneumatické pohony sú svojou konštrukciou a funkciou podobné ako hydraulické pohony. Taktiež využívajú na pohon piestu médium, no nejedná sa o kvapalinu, ale o vzduch. Stlačený vzduch má však radu svojich nevýhod, jednou z nich je jeho menšia hustota a väčšia stlačiteľnosť. To prispieva k menšej tuhosti systému a predurčuje nám aj ich využívanie na malé až stredné výkony.

Oproti predošlým pohonom, elektrickým a hydraulickým, disponuje pneumatický pohon väčšími rýchlosťami pohybu. Pri priamočiarom pohybe sa dosahuje 8x väčšia rýchlosť, pri rotačných pohyboch až 20x viac. Tieto rýchlosti sú využívané napríklad v zubárskych vrtačkách, ktoré sú poháňané stlačeným vzduchom a dosahujú tak rýchlostí až 300 tisíc otáčok za minútu.

Medzi ich hlavné prednosti patrí jednoduchá montáž, údržba a diagnostika. Vzduch pracujúci v pneumatickom pieste spôsobuje jej samočistenie, tým že prípadné nečistoty tlakom vyfúkne z piestu von, čo je výhodné v prašných prostrediach, kde by bola údržba elektrického pohonu náročná. Navyše vzduch ako médium je čistý a tak pri jeho úniku nedochádza ku kontamináciám ako pri hydraulických systémoch.

Základom celého systému je kompresor, ktorý dodáva potrebný tlak pre činnosť piestov. Kompresory sa vyrábajú v dvoch konštrukčných prevedeniach a to ako:

- skrutkové kompresory
- piestové kompresory.

Kompresor ako taký nespĺňa len funkciu tlakovania, ale sa v ňom zároveň voľný vzduch z atmosféry upravuje do požadovanej podoby. Filtráciou vzduchu sa odstraňujú nežiaduce nečistoty, ako je napríklad prach, ktoré by mohli znehodnotiť pneumatický systém. Ďalším krokom pri úprave vzduchu je jeho vysušovanie od prítomnej vlhkosti, ktorá by spôsobovala vnútornú koróziu. Taktiež pre lepšiu prácu piestov sa vzduch maže olejovou hmlou.

Podobne ako pri predchádzajúcom type pohonu je nutné v systéme umiestniť tlakovú nádrž, ktorá funguje do istej miery ako zásobník stlačeného vzduchu a na vyrovnávanie tlaku. Tlak v systéme musí mať určitú pracovnú hodnotu a treba dbať na to, aby jeho hodnoty nekolísali. Inak nie je zaistené správne fungovanie piestov, piesty sa nepohybujú konštrukčnou rýchlosťou a tiež to má dopad na silu, ktorú piest dokáže vyvinúť.

Pneumatické pohony sa vyrábajú v rôznych prevedeniach a plnia tak rozmanité funkcie. Azda najbežnejší typ pneumatického pohonu je lineárny piest. Je to piest uzatvorený vo valci s dvoma vstupmi, keď je vháňaný stlačený vzduch do jedného zo vstupov, je piest vytlačaný a koná tak prácu, pričom je automaticky vzduch z druhého vstupu vytlačaný von do atmosféry. Konštrukčne sú lineárne piesty prevedené rôznymi spôsobmi, najčastejšie používané sú piesty s dvoma vstupmi, ale sú aj v prevedení s jedným vstupom. Funkciu spätného chodu zaobstaráva pružina. Pri zaniknutí pôsobiaceho tlaku pružina vráti piest do pôvodnej polohy. Pre špeciálne aplikácie sa vyrábajú piesty, ktoré sú viacpolohové. Od počtu polôh, v ktorých môže piest zastaviť, potom závisí aj počet vstupov do piesta.

Stlačený vzduch nemusíme premieňať len na priamočiary pohyb, ale i na pohyb rotačný, či už sa jedná o vzduchové turbíny alebo polohovateľné otočné mechanizmy, ktoré sa dajú polohovať do rôznych polôh, čo závisí na konštrukcii. Najčastejšie to býva do polôh 90°, 180° a 270°. Otáčanie pohonu zabezpečujú dva paralelne umiestnené piesty s ozubením, medzi ktorými je ozubené kolo. Piesty fungujú striedavo, jeden je na otáčanie v kladnom zmysle a druhý v zápornom.

Rôzne variácie a konštrukcie dovoľujú použiť pneumatický pohon na mechanické úchopy, prísavky, umelé svaly a veľa ďalších.

2.4 VÝBER VHODNÉHO POHONU

Po analýze základných typov pohonov a zvažovaní ich výhod bol vybraný v konečnom dôsledku pneumatický pohon. Pre nami navrhovaný automat je výhodný z hľadiska jeho jednoduchosti. Predbežný návrh stroja zahrňuje zastavovanie pohonu len v dvoch polohách, počiatočnej a koncovej, čo by nevyužívalo možnosti elektrického pohonu. Navyše automat bude pracovať v prašnom prostredí, kde sa vyskytujú čiastočky grafitu a u elektrického pohonu by dochádzalo k častému zanášaniam a možnej strate funkčnosti. Pri použití pneumatického pohonu je problém s čistením vyriešený, tento druh

pohonu má samočistiacu schopnosť. Hydraulický pohon je pre nás zbytočne silný a bol by potrebný kompresor na dodávanie tlaku do systému, pričom vzduchový rozvod už v danej firme existuje.

3 MECHANICKÝ NÁVRH PODÁVAČA

Dôležitou časťou návrhu automatu je jeho mechanický návrh, čiže to, ako bude pracovať, ako sa bude pohybovať a z akých častí sa bude skladať. Pre začiatok si musíme ujasniť, čo od daného stroja očakávame, teda určitý postup jeho práce. Podávač by mal premiestňovať vnútorné krúžky z určitého miesta, zásobníka, do navíjačky a po dokončení operácie odobrať hotový výrobok, ktorý následne prenesie na úložné miesto. Celý proces prenášania bude realizovaný manipulačným ramenom, z ktorého konštrukčne najdôležitejšou časťou bude úchopová hlava, ktorá bude v dvoch prevedeniach. Jedna na nakladanie vnútorného krúžku a druhá na vykladanie hotového výrobku. Dve prevedenia sú navrhované z dôvodu rozdielnych vonkajších rozmerov vnútorného krúžku a hotového navinutého výrobku. Z tohto pohľadu sa dá konštrukcia rozdeliť na nasledovné samostatné celky:

- zásobník vnútorných krúžkov
- úchopová hlava
- manipulačné rameno.

Pohyb bude riešený, ako bolo spomínané už v predchádzajúcej kapitole pneumatickým pohonom a to konkrétne od firmy FESTO. Už na pôvodnej navíjačke boli použité pneumatické piesty od danej firmy, čo bude zjednodušovať prácu z integráciou. Pre výber správneho typu a parametrov pneumatických piestov nám pri výpočtoch pomôže návrhový software FESTO ProPneu, do ktorého stačí zadať vstupné údaje a požadované hodnoty ako je napríklad rýchlosť pohybu piesta. Software nám vygeneruje pneumatický pohon, ktorý spĺňa dané požiadavky.

Takisto bude treba všetky časti návrhu zlúčiť do jedného celku tak, aby boli v čo najkompaktnejšom priestore a pritom prehľadne a dostupne usporiadané, aby pri údržbe stroja nevznikali problémy.

V konečnej fáze bude treba myslieť aj na umiestnenie snímačov tak, aby spĺňali svoju funkciu. Snímače nie sú bezdrôtové, čiže ku každému vedie kábel, taktiež ku všetkým pneumatickým pohonom vedú hadice s prívodom vzduchu, ktoré treba na stroj upevniť a umiestniť tak, aby pri pohybe a otáčaniu nedochádzalo k ich poškodzovaniu.

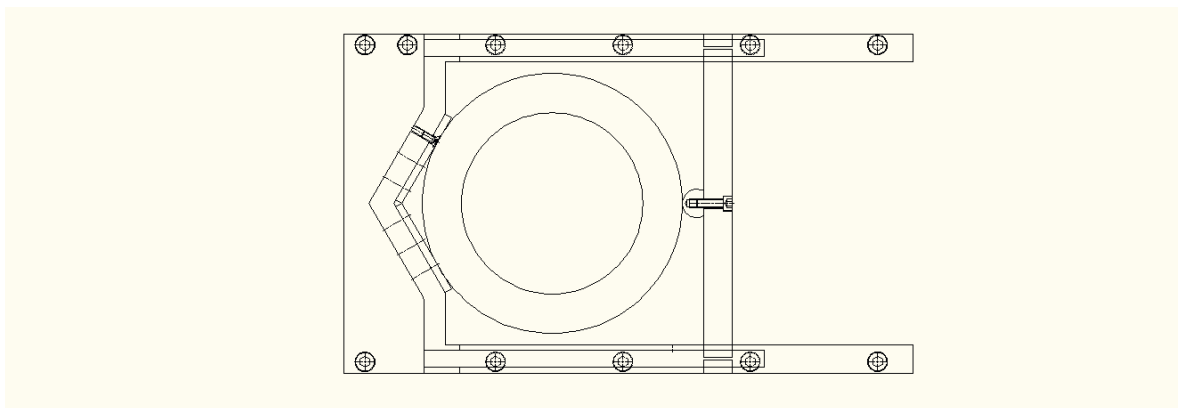
3.1 ZÁSObNÍK VNÚTORNÝCH KRÚŽKOV

Zásobník slúži na uloženie polotovaru, v našom prípade to budú vnútorné krúžky. Aby mal zásobník a v podstate aj celý automat význam, musí byť kapacita zásobníka dostačujúca na to, aby nebolo potrebné príliš časté dopĺňanie. Kapacita bola stanovená na

približne 100 kusov vnútorných krúžkov, čo v závislosti na rýchlosti určuje dobu dopĺňania zásobníku v rozpätí 1,5 až 2 hodiny.

Úchopová hlava si nebude brať polotovary priamo zo zásobníka, ale z vopred určeného miesta, ktoré bude pred zásobníkom. Rozmery vnútorného krúžku môžu byť rozmanité, a preto musí byť nielen zásobník schopný sa im prispôbiť, ale aj miesto, odkiaľ sa bude polotovar odoberať, musí podliehať určitej korekcii voči rozmerom vnútorného krúžku.

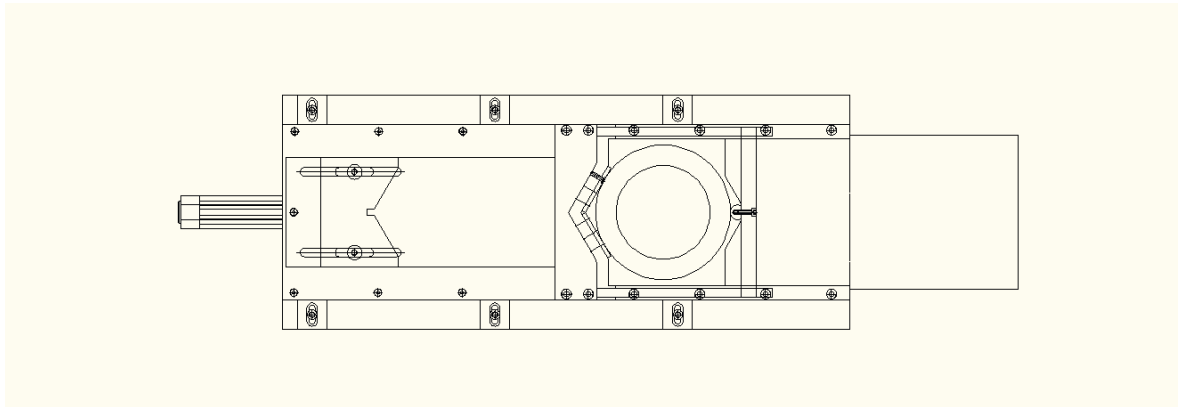
Polotovar v samotnom zásobníku bude uložený na sebe a tvarom bude tvoriť pomyslený valec. Zo stanovenej kapacity sto kusov a hrúbky jedného vnútorného krúžku odvodíme minimálnu výšku zásobníka. Pri hrúbke 3 mm a danej kapacite zásobníka dostávame výšku 300 mm, avšak toto je minimálna výška a zásobník bude konštrukčne daný rozmer presahovať o 10%. Polotovar musí byť v zásobníku upevnený tak, aby nedošlo k jeho prevrhnutiu alebo posunutiu, čo by spôsobilo zlyhanie naberania. Uchytený bude z dvoch strán, a to z prednej, ktorú bude tvoriť stena v tvare písmena V, pričom jej steny budú voči sebe pod uhlom 120° a na jej vnútornej strane bude pripevnená doska z klzného materiálu, napríklad z PTFE, ktorá bude zabraňovať zadieraniu materiálu pri jeho posuve v zásobníku. Z druhej strany bude staviteľná opora v tvare valcovej tyče, pomocou ktorej sa bude polotovar dotláčať voči stene v tvare V a bude tak zabezpečovať jeho stabilitu.



Obr. 5 Náskres uloženia vnútorného krúžku v zásobníku.

Zo zásobníka sa polotovar bude dostávať na vopred určené miesto, z ktorého ho vyzdvihne upínacia hlava. Materiál, ktorý bude uložený na sebe a umiestnený na podložke z PTFE z dôvodu menšieho trenia, bude vytláčovaný kulisou zo zadnej strany tak, aby bol vysunutý vždy len jeden vnútorný krúžok. Kulisa bude v podstate kovový obdĺžnik s hrúbkou menšou ako je hrúbka vnútorného krúžku, aby zachytila len jeden kus, na ktorej bude v prednej časti, časť zo strany vytláčovaného kusa, výrez v tvare písmena V. Polotovar bude vytláčovaný do polohy pre odoberanie upínacou hlavou, v ktorej musí byť vycentrovaný na stred hlavy. Centrovanie bude vykonávané manuálne vždy pri nastavovaní stroja pred zahájením výroby. K tomu bude slúžiť doraz, podobná súčiastka ako kulisa, ale otočená opačne tak, aby boli výrezy na kulise a doraze oproti sebe. Doraz

bude staviteľný, bude stačiť uvoľniť dve skrutky, posunúť ho do požadovanej polohy a znovu zaistiť, aby sa nepohol. Pohyb kulisy bude zabezpečovať pneumatika, umiestnená zo spodnej strany zásobníka. Keď bude piest pneumatiky vysunutý, bude clona za zásobníkom. Pri zasúvaní piestu bude kulisa vytláčať vnútorný krúžok do polohy pre odoberanie.



Obr. 6 Nákres zásobníka s odoberacím miestom.

Parametre pre výber pneumatiky zásobníka pomocou ProPneu:

- požadovaná dĺžka vysunutia: 300 mm
- pracovný uhol: 0°
- smer pohybu valca: spätný
- pracovný tlak: 6 bar
- dĺžka hadice od prívodníka po ventil: 15 m
- dĺžka hadice od ventilu po valec: 4 m
- prenášaná hmotnosť: 15 kg
- požadovaný čas vysunutia: 0,5 s.

Po dosadení daných parametrov bol zvolený vhodný typ pneumatického pohonu pod katalógovým číslom DNC-32-300-PPV-A.

3.2 ÚCHOPOVÁ HLAVA

Táto časť mechanizmu bude slúžiť na samotné zachytávanie vnútorného krúžku z odoberacieho miesta, umiestneného pred zásobníkom, naloženie do navíjačky a následné vyloženie hotového výrobku po skončení operácie. Uchopovaná časť má tvar medzikružia a jej geometria je popísaná v predchádzajúcich častiach. Samotné uchopenie daného geometrického tvaru nie je problematické, avšak problém nastáva pri podmienke variácie vonkajších rozmerov medzikružia. A to nielen počas výroby, po navínutí vinutia je hotový výrobok väčší, ale i na vstupe, keďže sa vyrábajú rôzne veľkosti tesnení. Z toho dôvodu musí byť úchopová hlava schopná adaptácie.

Tento problém je možné riešiť viacerými spôsobmi. Jednou z variant je konštrukcia hlavy, ktorej zovretie bude nastavené automaticky po analýze rozmerov uchopovaného predmetu. Táto varianta by bola vhodná, ak by dochádzalo k častej zmene rozmerov, to znamená, že každý vnútorný krúžok by mal iný rozmer. Na automate bude však bežať sériová výroba, z každého rozmeru sa bude vyrábať v jednej dávke niekoľko sto až tisíc kusov. Preto by tento spôsob bol nevhodný, dá sa povedať, že i zbytočne zložitý a navyše by sa konštrukcia celého automatu predražila.

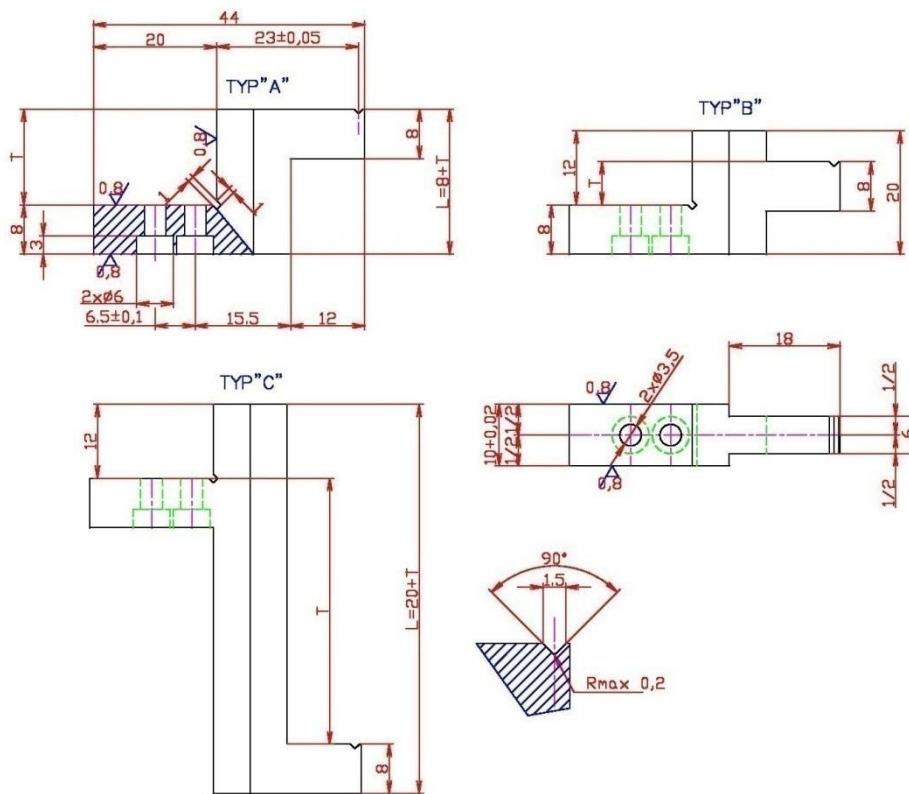
Po zvážení všetkých možností bola zvolená jednoduchšia varianta, skonštruovať dve úchopové hlavy, jednu nakladaciu a druhú vykladaciu. Ich konštrukcia bude rovnaká, obe budú mať vymeniteľné čeľuste, ktoré sa nasadia vždy pred zahájením výroby podľa konkrétneho vonkajšieho rozmeru vnútorného krúžku na nakladaciu hlavu a podľa vonkajšieho rozmeru na vykladaciu hlavu.

Spôsob upínania bude trojbodový, čo bude zabezpečovať dokonalé uchopenie daného predmetu. Každá hlava bude mať 3 čeľuste pootočené o 120° . Ich zovretie bude poháňané pneumatickým pohonom. Z katalógu firmy FESTO sme vybrali už hotovú pneumatickú trojbodovú upínaciu hlavu HGD-32-A. Pre naše použitie má dostatočný zdvih, na každú uchopovaciu čeľusť 3,9 mm a pri prevádzkovom tlaku 6 bar vyvinie tlak pri zatváraní 120 N.



Obr. 7 Trojbodové chápadlo FESTO HGD-32-A.

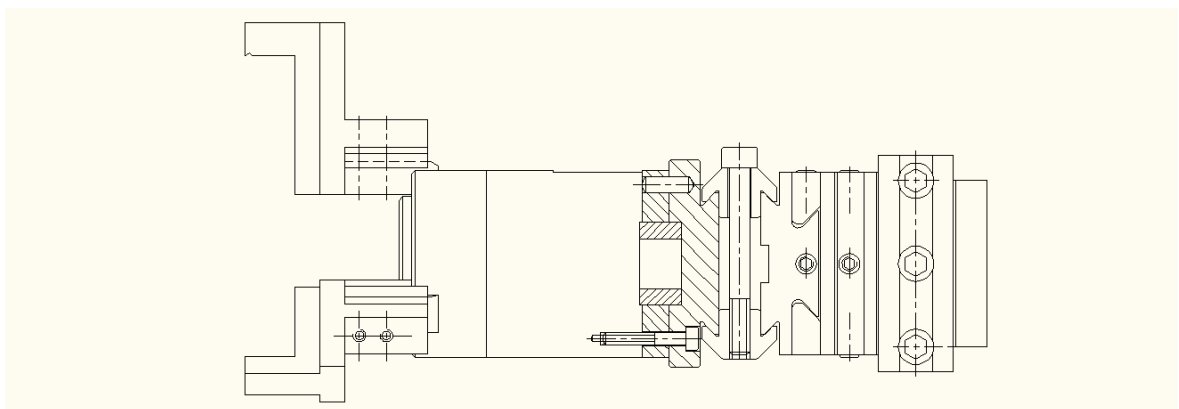
Výhodou daného uchopovača je jeho možná variabilita a prispôsobivosť. Uchopovač bude pripevnený na nadstavci, ktorého hlavnou funkciou je korekcia polohy úchopovej hlavy. Nadstavec zabezpečuje pohyb v dvoch smeroch orientovaných voči sebe pod pravým uhlom. Týmto spôsobom dôjde k prípadnému posunutiu celej úchopovej hlavy a jej následnému vycentrovaniu tak, aby nebol problém s nakladaním polotovaru ani s vykladaním hotového výrobku.



Obr. 8 Tvar úchopových čelústí.

Tabuľka rozmerov čelústí.

Č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T	17,5	15	11,5	7	4	2	4	11	17,5	19,5	25,5	29	32,5	40	43
Typ	A	A	B	B	B	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C



Obr. 9 Úchopová hlava s korekciou centrovania.

3.3 MANIPULAČNÉ RAMENO

Úchopová hlava sa sama nie je schopná pohybovať medzi jednotlivými časťami stroja, medzi zásobníkom, navíjačkou a miestom na uloženie hotových tesnení. Preto musí

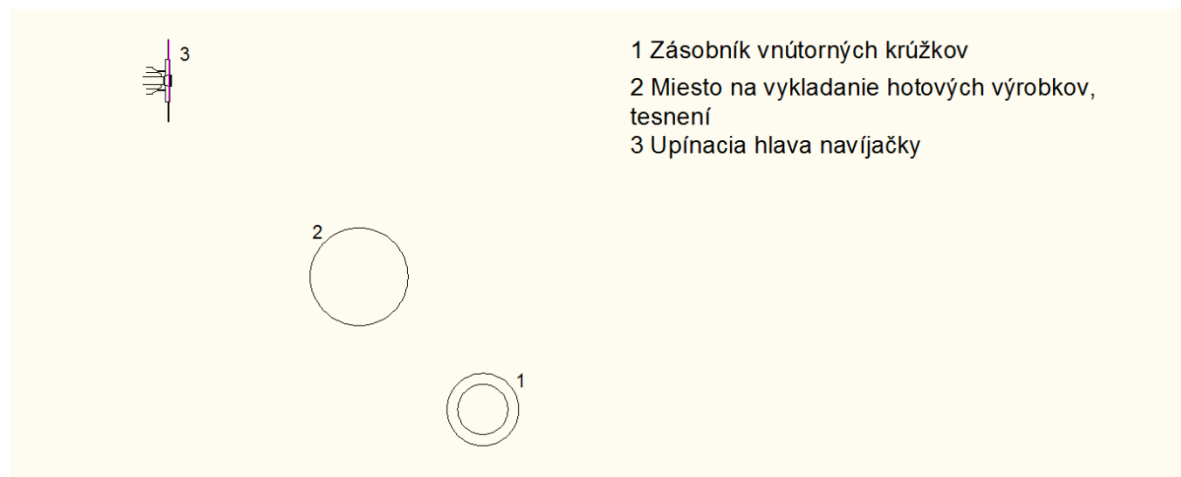
byť tento pohyb niečím sprostredkovaný. Pohyb, ktorý bude tento mechanizmus vykonávať, musí byť čo najjednoduchší, preto je potrebné správne rozmiestnenie. Máme základné body, medzi ktorými sa musí mechanizmus pohybovať a to:

- odoberacie miesto vnútorných krúžkov (1)
- automatická navíjačka (3)
- odkladacie miesto hotových tesnení (2).

S miestom uloženia vnútorného krúžku v navíjačke sa nedá hýbať, má už pevne stanovené súradnice, takže sa mu musia ostatné polohy prispôbiť. Taktiež táto časť je otočená vo vertikálnom smere na rozdiel od ostatných, ktoré sú horizontálne. Z tohto faktu vyplýva, že upínacie hlavy sa budú musieť natáčať o 90° .

Najlepšie rozmiestnenie by bolo na obvode kruhu, pričom ideálne polohy by boli posunuté oproti sebe o 120° . Avšak to nie je možné z dôvodu zmenšenia manipulačného priestoru na údržbu a nastavovanie stroja. Mechanizmus sa musí dať odtiahnuť nabok tak, aby bol bezproblémový prístup k všetkým častiam stroja.

Mechanizmus sa bude môcť teda pohybovať do strán a zároveň otáčať tak, aby dočiahol na všetky tri stanovené miesta. Obe úchopové hlavy, vykladacia a nakladacia, budú umiestnené oproti sebe na otáčajúcom sa ramene. Keď bude potrebné na danom mieste druhú úchopovú hlavu, bude stačiť otočiť ramenom o 180° . Na oboch koncoch ramena bude pneumatický pohon, ktorý zabezpečuje otáčanie. Pomocou neho dôjde k otočeniu úchopovej hlavy z horizontálnej polohy do polohy vertikálnej. Keďže to na nasadenie a ani na naloženie nebude stačiť, hlava sa musí po otočení vysunúť, aby sa dostala na správne miesto, bude medzi úchopovou hlavou a otočnou pneumatikou umiestnený pneumatický pohon zabezpečujúci lineárny pohyb oboch hláv.

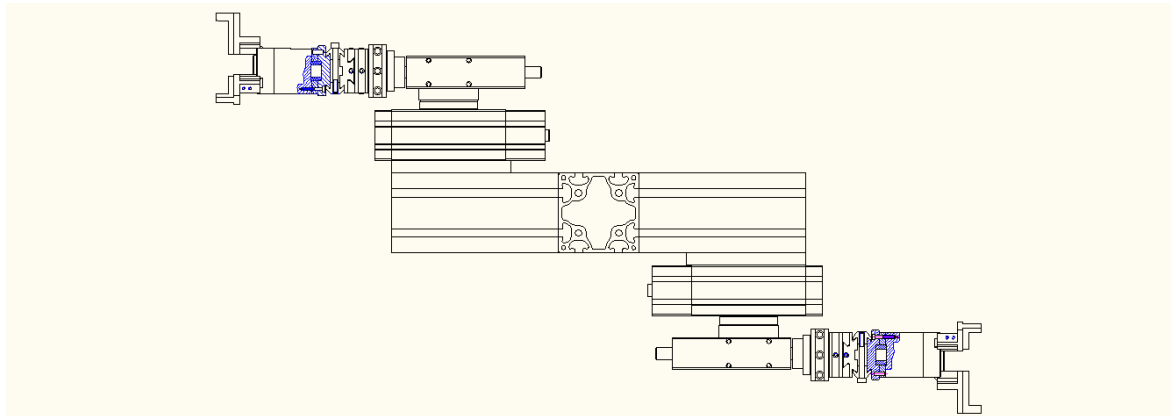


Obr. 10 Nákres rozloženia jednotlivých polôh.

Vertikálna časť ramena bude vyrobená z hliníkového profilu. Hliník je ako materiál ľahký, avšak nie je moc pevný, preto tam, kde je potrebná pevnosť a zaručený tvar, musíme namiesto jednoduchého prierezu použiť zložitejší profil, ktorý nám zaručí

odolnosť konečného tvaru nosníka. Nosník bude odrezaný na požadovanú dĺžku a konce uzatvorené plastovou krytkou, ktorá zamedzí prístupu nečistôt do vnútra hliníkového profilu. Na jeho oboch koncoch po uhlopriečke budú umiestnené pneumatické pohony, zabezpečujúce otáčavý pohyb o 90°. Tieto pohony sú v katalógu firmy FESTO označené ako kyvné pohony s ozubeným hriadeľom a hrebeňom. Po zvážení vstupných údajov bol z katalógu vybraný vhodný pohon s označením DRQD-32-90-PPJV. Pri týchto pohonoch je na výber umiestnenie vstupných ventilov pre prívod vzduchu. Pre naše potreby volíme umiestnenie AL, čo je umiestnenie na ľavej strane pohonu tak, aby tlakové hadice po ich pripojení smerovali ku stredu nosníka.

Pohon zabezpečujúci posuv úchopových hláv bude umiestnený priamo na kyvnom pneumatickom pohone. Spojenie oboch pohonov bude realizované medzikusom, ktorý bude mať z jednej strany otvory pre uchytenie kyvného modulu a z druhej strany pre uchytenie posuvného modulu. Lineárny pohon nebude pracovať v jednej polohe, ale bude sa otáčať, preto musí mať valec pneumatického pohonu podporné vedenie. To bude zamedzovať ohýbanie valca pri jeho otáčavom pohybe z vertikálneho smeru do horizontálneho. Od zdvihu pohonu bude závisieť umiestnenie celého ramena nad stolom a samotná dĺžka nosníka ramena. Zdvih bol nami určený na 80 mm v závislosti na dostupných typoch pohonov. Z katalógu sme na tento účel vybrali vodiacu pneumatickú jednotku typu DFM-16-80-P-A-GF.



Obr. 11 Manipulačné rameno.

Na to, aby sa rameno presunulo z jednej polohy do druhej, od zásobníka k navíjačke a naopak, je potrebný posuvný lineárny pohyb. Ten bude mať na starosti pneumatický pohon, pripravený k celému ramenu koncom piesta a svojou statickou časťou bude pripavený k rámu, v ktorom bude rameno vykonávať svoj pohyb. Pre zlepšenie funkčnosti pohybu bude rameno uložené na dvoch koľajničkách v pozícii vertikálne nad sebou. Styčné plochy medzi koľajničkami a držiakmi ramena budú opatrené klznymi plochami pre zminimalizovanie trenia. Medzi koľajničkami bude umiestnený pneumatický pohon posúvajúci rameno. Celý systém bude umiestnený nad pracovným stolom v požadovanej výške tak, aby úchopová hlava dočiahla na povrch stola a mohla tak nabrat'

vnútorný krúžok. Pri inštalácii ramena na koľajničky je veľmi dôležité, aby sa rameno pohybovalo vo vodorovnej rovine a tiež celé rameno musí byť vyrovnané do tejto polohy, inak by bola manipulácia nepresná. Samotná dĺžka posuvu, a teda aj výsuvu pneumatického pohonu bude závislá od nami stanoveného manipulačného priestoru medzi zásobníkom a upínacím miestom navíjačky. Keďže nie je potrebné mechanizmus veľkosťou zbytočne predimenzovať, bol nami zvolený manipulačný priestor pred miestom, kde sa bude na navíjačku nasadzovať vnútorný krúžok, 350 mm od odsunutého manipulačného ramena. Tým dostávame veľkosť posuvu ramena a zároveň vzdialenosť, o ktorú sa musí byť schopný pneumatický piest vysunúť.

Parametre pre výber pneumatiky lineárneho posuvu ramena pomocou ProPneu:

- požadovaná dĺžka vysunutia: 350 mm
- pracovný uhol: 0°
- smer pohybu valca: dopredu
- pracovný tlak: 6 bar
- dĺžka hadice od prívodníka po ventil: 15 m
- dĺžka hadice od ventilu po valec: 4 m
- prenášaná hmotnosť: 20 kg
- požadovaný čas vysunutia: 3 s

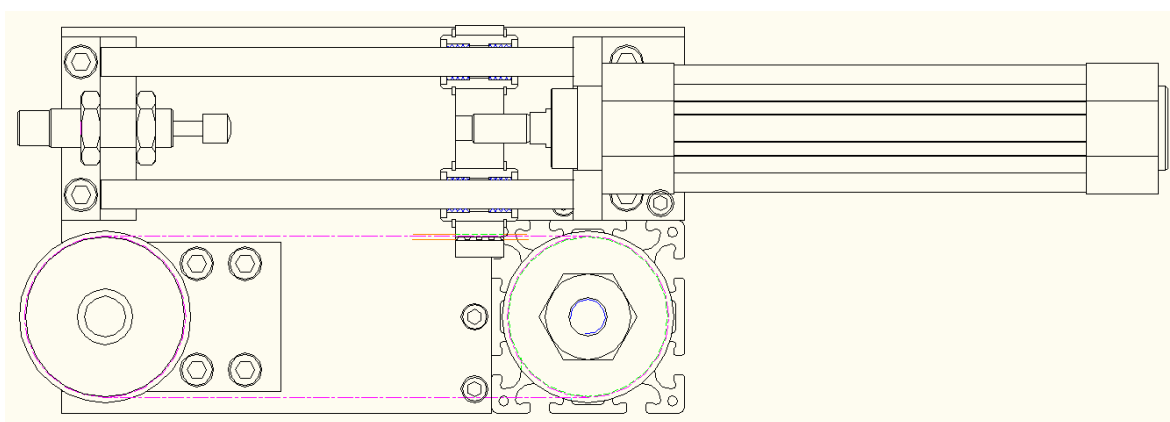
Po dosadení daných parametrov sme vybrali vhodný typ pneumatického pohonu pod katalógovým číslom DNC-40-350-PPV-A.

Rameno, nesúce dve úchopové hlavy na protíahlých koncoch, sa bude otáčať okolo svojej osi o 180° . Tento pohyb nebude zaobstarávať vopred navrhnutý pneumatický pohon, ale bude realizovaný mechanizmom premieňajúcim lineárny pohyb na pohyb otáčavý. Tento princíp sa používa skoro vo všetkých pneumatických pohonoch, konajúcich otáčavý pohyb, pričom u nich nedochádza k neustálemu otáčaniu okolo osi, ale iba k pootočeniu o určitý uhol. Na stred ramena bude pevne upevnená hriadeľ, uložená v hliníkovom puzdre z rovnakého profilu ako je vytvorený nosník ramena. Hriadeľ bude v puzdre osadená v ložiskách, čo zaručuje hladký a presný chod. Puzdro bude statické, nebude sa teda otáčať, a tak ho môžeme využiť k zaveseniu na koľajničky lineárneho posuvného pohybu ramena. Hriadeľ bude vyúsťovať na platňu, umiestnenú vertikálne tak, aby prečnievala nad koľajničky, čím bude rameno vyvažovať. Na konci hriadeľa bude umiestnené koleso remenice, druhé koleso bude mať stavitel'nú polohu a jeho posuvom dôjde k správne napnutiu remeňa medzi kolesami. O remeň bude pripevný bežec, pri jeho pohybe sa bude remeň posúvať a otáčať kolesami remenice, buď v smere alebo v protismere hodinových ručičiek. Pri tomto pohybe dôjde v dôsledku spojenia aj k otáčaniu celého manipulačného ramena, čo je úlohou mechanizmu. Bežec bude upevnený k pásu skrutkovým spojom z jednej strany. Cez telo bežca pôjdu dve vodiace tyče, po ktorých sa bude pohybovať, aby nedochádzalo k jeho priečeniu a aby otočenie bolo tak priamo úmerné posuvu bežca. Posúvanie bežca bude mať na starosti opäť lineárny pneumatický

piest umiestnený medzi vodiacimi tyčami. Dĺžka piestu bude závislá na priemere kola remenice a dá sa vypočítať jednoduchým vzťahom:

$$x = \pi * r \quad (1)$$

Kde x je dĺžka pneumatického piestu a r polomer kola remenice. Táto rovnica platí za predpokladu otáčania ramena o 180° . Keďže i pri dodržaní všetkých rozmerov by mohlo dochádzať k nepresnostiam pri otáčaní manipulačného ramena, bude dĺžka piestu zvolená s presahom a rameno sa bude otáčať o viac ako 180° . Aby bola zaručená presná koncová poloha pri otáčaní, budú nainštalované staviteľné dorazy.



Obr. 12 Mechanizmus otáčania ramenom.

Parametre pre výber pneumatiky pre otáčanie ramena pomocou ProPneu:

- požadovaná dĺžka vysunutia: 125 mm
- pracovný uhol: 0°
- smer pohybu valca: dopredu
- pracovný tlak: 6 bar
- dĺžka hadice od prívodníka po ventil: 15 m
- dĺžka hadice od ventilu po valec: 4 m
- prenášaná hmotnosť: 14 kg
- požadovaný čas vysunutia: 4 s

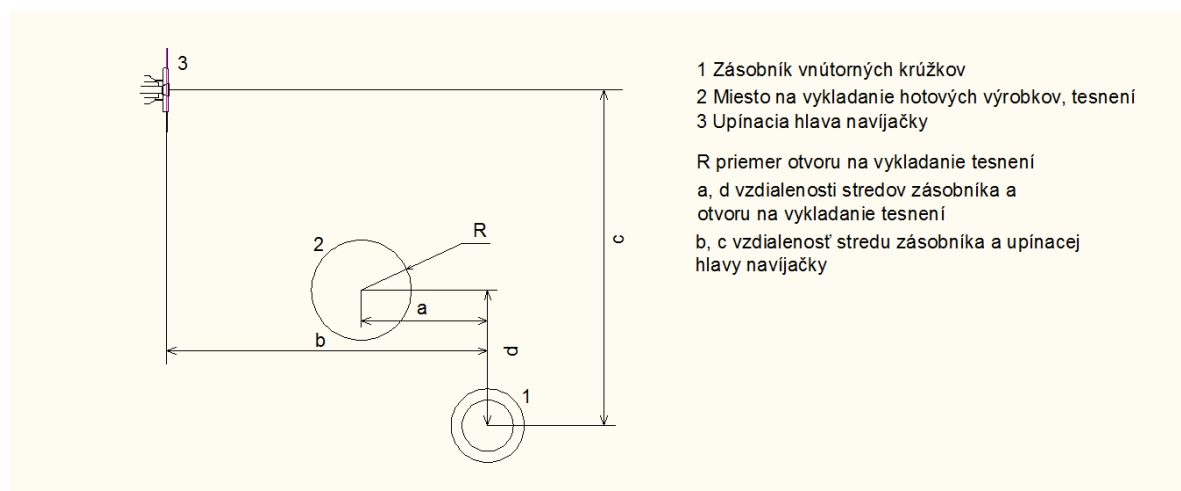
Po dosadení daných parametrov sme vybrali vhodný typ pneumatického pohonu pod katalógovým číslom DNC-50-125-PPV-A.

Ako staviteľný doraz použijeme tlmič nárazov od firmy FESTO. Tlmenie nám bude zaručovať plynulý prechod do koncových polôh a nebude tak pozorovateľný náraz, čo bude mať vplyv na chod mechanizmu. Z katalógu máme na výber viac druhov tlmičov s rôznymi charakteristikami chodu a dĺžkami. Ich výber závisí od požadovaných nastavení,

sily, ktorá bude na ne pôsobiť v koncových polohách a energie, ktorú majú utlmiť. Pre naše potreby zvolíme typ so samonastaviteľným tlmením, keďže nepotrebujeme meniť veľkosť tlmenia. Nie je dôležité, aby tlmenie prebiehalo na dlhom úseku kvôli zachovaniu rýchlosti otáčania ramena, ale podstatné je pre nás, koľko energie dokáže tlmič utlmiť. 3D model manipulačného ramena je znázornený pre lepšiu predstavivosť v obrázkovej prílohe A.

3.4 ROZMIESTNENIE SÚČASTÍ STROJA

Manipulačné rameno spolu s ostatnými komponentmi stroja bude umiestnené v ráme zloženého z hliníkových profilov a pripevnené k pôvodnému stroju. Aby sme mohli určiť veľkosť rámu a zároveň jeho umiestnenie voči navíjačke, musíme stanoviť základné rozmery rozmiestnenia jednotlivých komponentov z obrázka 12.



Obr. 13 Nákrres rozloženia jednotlivých polôh a ich vzdialeností.

Čo sa týka odkladacieho miesta hotových tesnení, bude realizované ako kruhový otvor v doske stola, pod ktorým bude umiestnená zberná paleta na hotové kusy. Priemer daného otvoru bude stanovený z najväčšieho možného rozmeru vyrábaného tesnenia na tomto automate. Z predchádzajúcej analýzy bol zistený polomer tohto výrobku na 74,6 mm. Aby pri páde tesnenia nedošlo k zavadeniu o okraj otvoru, bude jeho polomer väčší. Výsledný rozmer pre otvor bude $R=125$ mm. Otvor bude umiestnený tak, aby manipulačné rameno doň vhadzovalo hotové tesnenie, keď bude v polohe na odoberanie polotovaru zo zásobníka. Vzdialenosti a, d nám tak budú určovať rozmery ramena. Kolmá vzdialenosť medzi osou úchopovej hlavy a stredom ramena je 140,5 mm. Z toho vyplýva, že medzi osami oboch úchopových hláv je vzdialenosť, keďže sú oproti sebe dvojnásobná, čiže 281 mm. Táto vzdialenosť nám bude určovať rozmer d. Rozmer a určíme zo vzdialenosti osí otáčania oboch úchopových hláv. Tá je závislá hlavne od veľkostí jednotlivých pneumatických pohonov, ktoré sú na nej umiestnené a je stanovená na $a=300$ mm.

Po sčítaní vzdialenosti d s veľkosťou posuvu ramena dostaneme nami požadovanú vzdialenosť c, čiže 631 mm. Na umiestnenie manipulátora potrebujeme ešte vzdialenosť od navíjačky, a tou je vzdialenosť označená na obrázku písmenom b. Je predstavená ako

súčet troch rozmerov, a to rozmeru a , dĺžky úchopovej hlavy od jej konca čeľustí po os otáčania, ktorá je rovná 231,4 mm a v konečnom dôsledku aj dĺžkou vysunutého pneumatického piestu stanovenej na 80 mm. Čo nám určuje dĺžku $b=611,4$ mm.

Pre nás je potrebný ešte jeden základný rozmer. Je to výška upínacej hlavy navíjačky nad stolom manipulátora a tento rozmer zároveň určuje výšku ramena nad stolom. Úchopová hlava pri svojom otáčaní musí dočiahnuť aj na stôl aj na upínaciu hlavu. Preto je táto vzdialenosť rovnaká a vychádza už z nami spomínaných rozmerov a to zo vzdialenosti čeľustí úchopovej hlavy od osi jej otáčania a dĺžkou vysunutého pneumatického piestu. Súčet týchto vzdialeností nám dáva rozmer 311,4 mm.

4 RIADENIE SÚSTAVY

Na to aby automat vykonával nami požadovaný pohyb a spĺňal tak svoju funkciu, musí byť opatrený potrebnou elektronikou, ktorá bude snímať určené stavy, riadiť jeho pohyb a taktiež zabezpečovať určité ochranné opatrenia. Pôvodná automatická navíjačka už svoje riadenie má, takže musíme skombinovať pôvodnú elektroniku a program tak, aby boli tieto dva systémy schopné plne spolupracovať a vytvárali tak v konečnom výsledku jeden celok a nie dve samostatné jednotky. Na dosiahnutie tohto cieľa bude výhodné použiť niektoré časti elektroniky ako napríklad riadiacu jednotku, využiť pôvodný program riadenia a začleniť do neho nové prvky.

4.1 VÝBER VHODNEJ RIADIACEJ ELEKTRONIKY

Základom pôvodného systému je centrálna procesorová jednotka CPU 7CP474.60, ktorá je osadená časovým procesorom (TPU) pre prenášanie vysokorýchlostných signálov spracovávaných v rozsahu mikrosekúnd. Taktiež je táto jednotka osadená niekoľkými typmi komunikačných portov ako sú porty RS232 a CAN.

Port RS232 primárne slúži na programovanie CPU, ale taktiež môže byť použitý na komunikáciu s inými zariadeniami ako vizualizačnou jednotkou, tlačiarňou alebo čítačkou čiarových kódov.

Port CAN, Controller area network, je pôvodne komunikačný port vyvinutý pre automobilový priemysel, avšak momentálne sa používa aj pre iné aplikácie ako napríklad v automatizácii a v medicínskych zariadeniach. V našom prípade je port použitý na komunikáciu s inými kontrolnými systémami a na vzdialené rozšírenie vstupných a výstupných portov.



Obr. 14 Centrálna procesorová jednotka CPU 7CP474.60.

Na centrálnu procesorovú jednotku je cez komunikačný port RS232 propojená vizualizačná jednotka Power Panel PP 125. Tento panel neslúži len ako zobrazovacia jednotka, ale aj ako jednotka schopná zabezpečovať softvérovú podporu pre kontrolér systému. Jednotku je možné naprogramovať za pomoci programu Automation Studio, rozsiahleho konfiguračného a programovacieho nástroja. Tento panel, ako taký, slúži v podstate ako priemyselné PC s vlastným operačným systémom zabezpečujúci chod programu slúžiacemu na ovládanie a monitorovanie nášho automatu. Jednoducho povedané, je to rozhranie obsluhy.



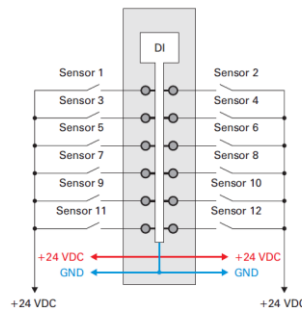
Obr. 15 Power Panel 125.

Ďalšími dôležitými prvkami elektroniky na komunikáciu budú porty, slúžiace na vstup a výstup údajov z nášho kontrolného systému. Samotné vstupy a výstupy nie je možné zapojiť priamo do systému. Na to aby s ním správne komunikovali nám poslúži zbernicový prijímač X20 BR 9300. Je to zbernica slúžiaca na prepojenie systému X20 za pomoci linky x2x s riadiacim systémom.



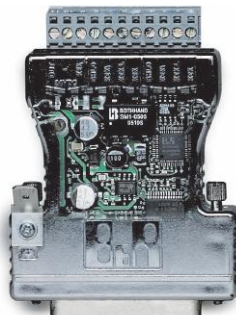
Obr. 16 Zbernicový prímič X20 BR 9300.

Na zachytávanie údajov zo senzorov a ich prenos do riadiaceho systému slúžia vstupy. Pre nás bude túto funkciu zabezpečovať blok digitálnych vstupov X20 DI 9371. Na tomto bloku je umiestnených 12 digitálnych vstupov, ktoré sú pripojené pomocou jedného drôtu. Tento počet vstupov do systému je nepostačujúci našim požiadavkám, a tak budeme musieť použiť dva bloky digitálnych vstupov. V celom systéme ich bude viac, pretože niektoré už využíva navíjačka.



Obr. 17 Zapojenie senzorov do digitálneho vstupu DI 9371.

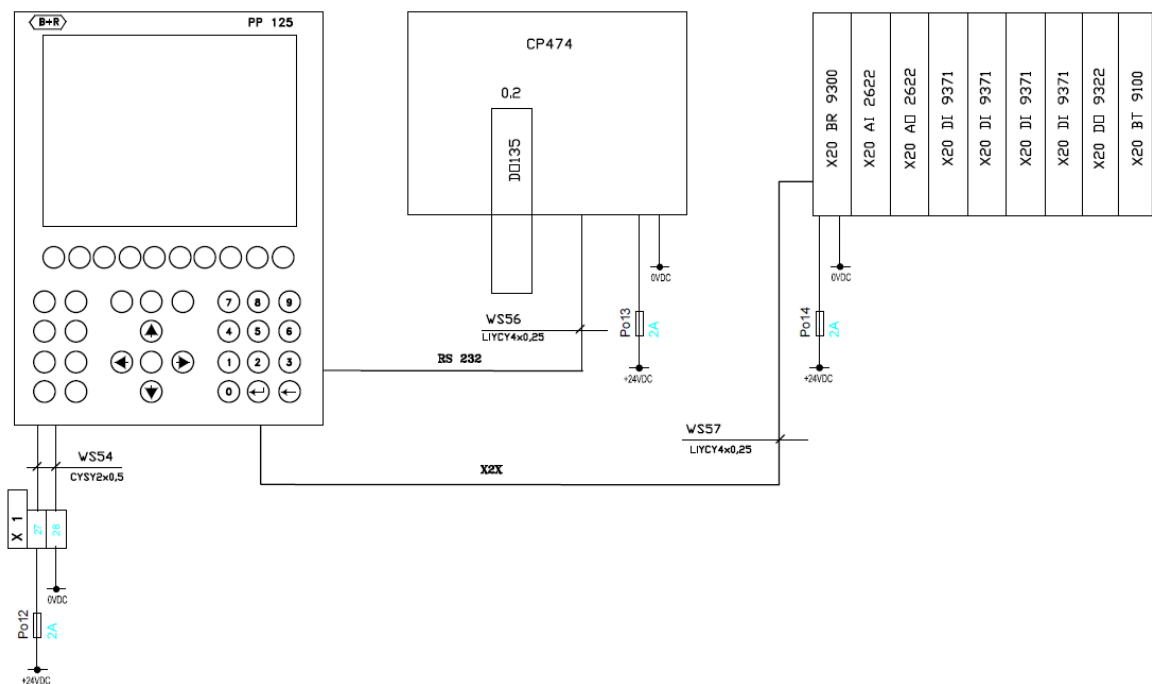
Časť automatu, ktorú vytvárame, budú poháňať len pneumatické pohony, na ktorých polohovanie alebo riadenie slúžia ventily. Na komunikáciu so sústavou portov bude slúžiť jednotka X20 BT 9100. Samotné riadenie pneumatických pohonov bude zabezpečovať ventilová jednotka CPA FESTO. Na nej bude umiestnených deväť ventilov, každý pre jeden pohon. Jednotka bude pripojená k modulu BT 9100 za pomoci konektora 7XV124.50-11, ktorý slúži ako prevodník medzi komunikačným portom používaným na ventilovom terminále a komunikačnej jednotke BT 9100.



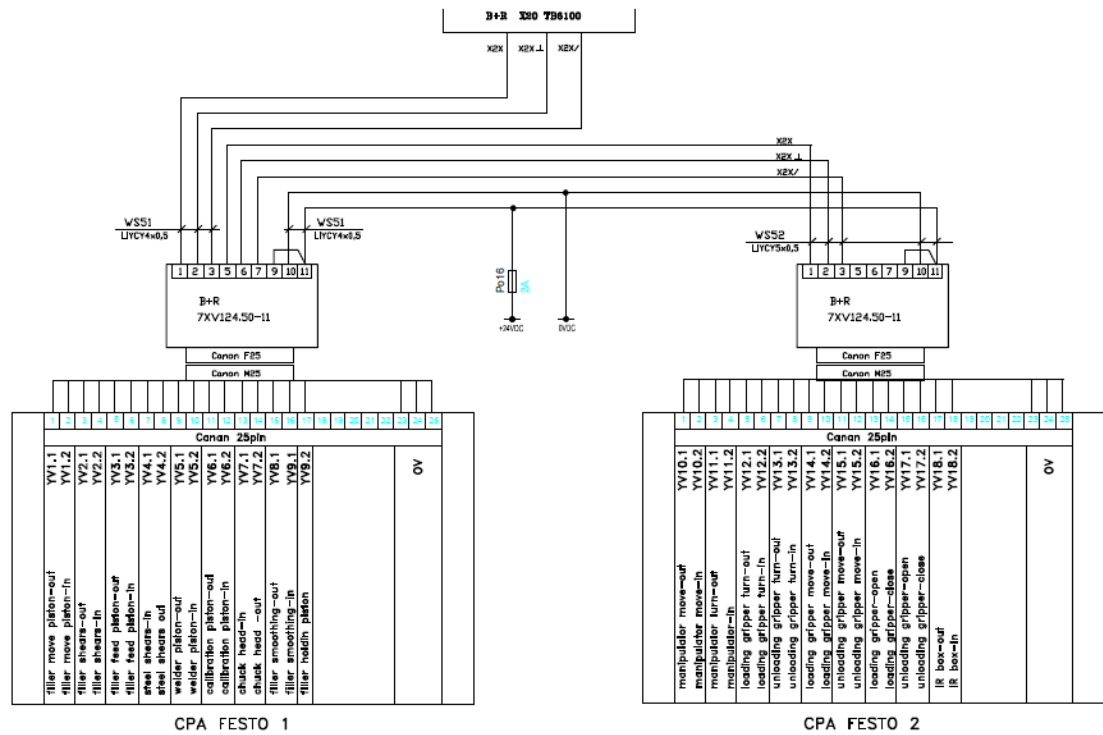
Obr. 18 Konektor 7XV124.50-11



Obr. 19 Ventilový terminál CPA FESTO.



Obr. 20 Schéma zapojenia zobrazovacej jednotky CPU a komunikačných modulov.



Obr. 21 Schéma prepojenia komunikačného portu s ventilovými terminálmi, terminál CPA FESTO 2 je ventilový terminál manipulátora.

4.2 SNÍMAČE

Pre riadenie celej sústavy je potrebné poznať polohy piestov. Pre naše potreby postačia dve polohy piestu, a to konkrétne krajné polohy. Na rozpoznanie a signalizovanie týchto polôh nám poslužia koncové snímače.

Použitelných snímačov je veľa druhov, každý z nich sa vyznačuje svojimi prednosťami. Asi najzákladnejšie dve skupiny snímačov sú:

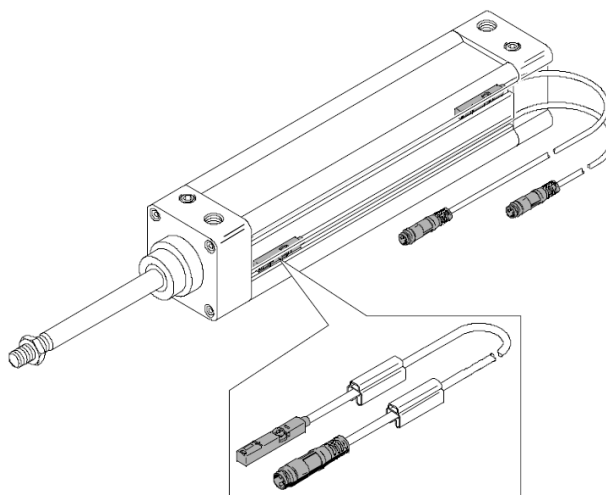
- kontaktné snímače
- bezkontaktné snímače.

Kontaktné snímače využívajú na detekciu bezprostredný kontakt. V našom prípade by sa jednalo o umiestnenie snímača na rám konštrukcie tak, aby sa piest po svojom vysunutí a dosiahnutí požadovanej polohy dotkol snímača a ten predal signál riadiacej elektronike. Tento spôsob snímania by nebol sám o sebe zložitý, avšak bol by problém s umiestňovaním snímačov tak, aby pri pohybe mechanizmu nedochádzalo ku kolízii a dokonca pri niektorých použitých prvkoch, ako je napríklad trojbodové pneumatické chápadlo, by sa týmto spôsobom koncová poloha monitorovať nedala.

Preto využijeme fakt, že na pieste valca je umiestnený magnet, ktorý vyžaruje magnetické pole a pohybuje sa spolu s piestom. Magnet tak môže zopnúť spínač

bezkontaktného snímača a vyslať signál riadiacej elektronike. Tieto snímače sa montujú na vonkajšiu stranu pneumatických piestov do drážok, ktoré sú už zahrnuté v konštrukcii plášťa piestu a dajú sa veľmi jednoducho zafixovať. Navyše poloha snímania sa dá nastaviť ich posúvaním v drážke, a tak sa dá upraviť aj čas spustenia nasledovného kroku programu, stačí posunúť snímač pred koncovú polohu a signál pre riadiacu elektroniku bude vyslaný skôr ako piest dosiahne koncovú polohu. Snímač musí byť však prispôsobený použitému magnetu, vzdialenosti od neho, geometrii a tolerancii drážky, v ktorej sa nachádza.

V našej konštrukcii budú použité magnetické bezkontaktné snímače FESTO SME-8-K-LED24, ktoré využívajú ako spínací prvok jazýčkové relé. Táto rada sa snímačov sa vyznačuje integrovaným ochranným zapojením, ktoré zvyšuje životnosť jazýčkového relé.



Obr. 22 Umiestnenie magnetického snímača na pneumatickom pohone.

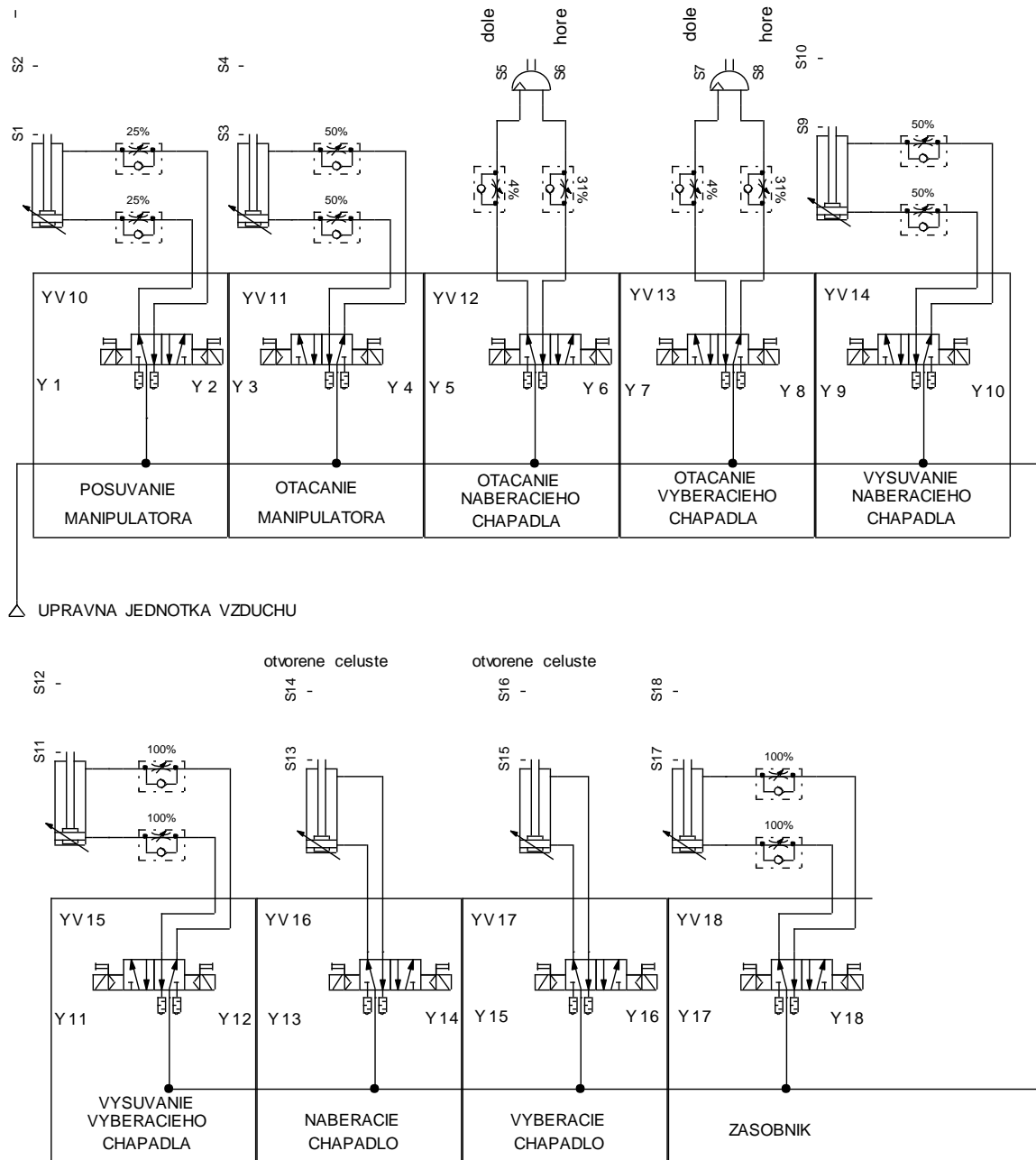
V návrhu automatického podávača je zahrnutých deväť pneumatických pohonov. Každý z nich má dve koncové polohy, z toho vyplýva, že je potrebných osemnásť snímačov. Avšak nie všade bude snímač umiestnený na úplne koncovej polohe piestu, a to tam, kde piest nie vždy dosahuje svoju koncovú polohu. Pneumatický pohon, na ktorom bude týmto spôsobom umiestnený snímač, bude pohonom zásobníka vnútorných krúžkov. Pri svojom chode piest narazí na vnútorný krúžok a v závislosti na jeho rozmeroch zastane ešte pred úplnou koncovou polohou. Dá sa povedať, že koncová poloha piestu sa bude meniť. Snímač musí byť umiestnený tak, aby došlo k jeho reakcii aj vtedy, keď bude v zásobníku najväčší možný rozmer vnútorného krúžka.

Pri pohone trojbodového uchopovača taktiež nie vždy dôjde k úplnému zovretiu čelustí, záleží na rozmeroch uchopovaného krúžku. Táto poloha, a teda aj fakt, či je uchopovač uzavretý alebo otvorený, je pre nás dôležitá, preto na danom pohone budú umiestnené dva snímače. Snímač zachycujúci uzavretie hlavy nebude úplne vo svojej koncovej polohe, ale bude mierne pred ňou, aby zachytil i prípadné nerovnosti.

Ostatné pneumatické pohony budú obsahovať dva snímače koncových polôh, ktoré budú umiestnené podľa potreby tak, aby presne zachytávali danú polohu piesta.

4.3 SCHÉMA PNEUMATICKÉHO POHONU

V celom mechanizme sa nachádza deväť pneumatických pohonov. Každý pohon má svoj vlastný ventil, sústavu prívodných hadíc vzduchu a spätné ventily. Pre zjednodušenie práce sme vytvorili schému zapojenia pneumatických pohonov v programe FluidSIM, v ktorom sa dajú prevádzať i simulácie.



Obr. 23 Schéma zapojenia pneumatického pohonu.

4.4 LOGIKA RIADENIA

Samotný program riadenia nebude tvoriť jeden cyklus, ale bude rozdelený do viacerých častí, čo prispeje k zefektívneniu práce stroja. Niektoré úkony môže manipulátor vykonávať za behu navíjačky, niektoré až keď navíjačka nepracuje. Program musí vyhodnocovať vstupné údaje zo senzorov a podľa nich spúšťať ďalšie kroky programu alebo po zlom vyhodnotení program zastaviť a oznámiť chybu. Taktiež do neho musia byť včlenené určité prerušenia, ktoré automat zastavia v prípade kolízie alebo v dôsledku nedostatku materiálu. V obrázkovej prílohe B je postupne znázornený pohyb celého manipulátora.

Pre začiatok si treba ujasniť jednotlivé kroky, ktoré vykonáva navíjačka. Po vložení vnútorného krúžku do navíjačky a jeho upevnení, dôjde k postupnému navíjaniu pásky s plnivom na vnútorný krúžok a jeho nasledovnému zvareniu bodovou zváračkou. Takto vznikne hotový výrobok - tesnenie, ktoré sa v konečnej fáze vyberie z navíjačky a celý proces môže začať odznova. Po zvážení tohto postupu bol program zabezpečujúci pohyb podávača rozdelený na tri kroky:

- inicializačná poloha
- uchopenie vnútorného krúžku
- vybratie hotového tesnenia z navíjačky.

Jednotlivé časti programu budú spustené povelmi z navíjačky, respektíve po ukončení jednotlivých akcií navíjania a taktiež po ich ukončení bude poslaný signál do navíjačky na začatie ďalšieho kroku.

Krok 1: Inicializačná poloha

Keďže po spustení stroja sa môžu jednotlivé pohony nachádzať v rôznych polohách, je potrebné na začiatku dostať manipulátor do požadovanej počiatočnej polohy, inicializačnej polohy. Táto poloha bude slúžiť ako východzia. Bude vykonávaná vždy na začiatku spustenia celého automatu alebo pri jeho reštarte. V podstate v tomto kroku dôjde k postupnému prepínaniu riadiacich ventilov (Y1, Y3, Y5, Y6, Y8, Y10, Y12, Y13, Y16, Y17) pneumatických pohonov tak, aby sa manipulátor dostal do nami požadovanej polohy.

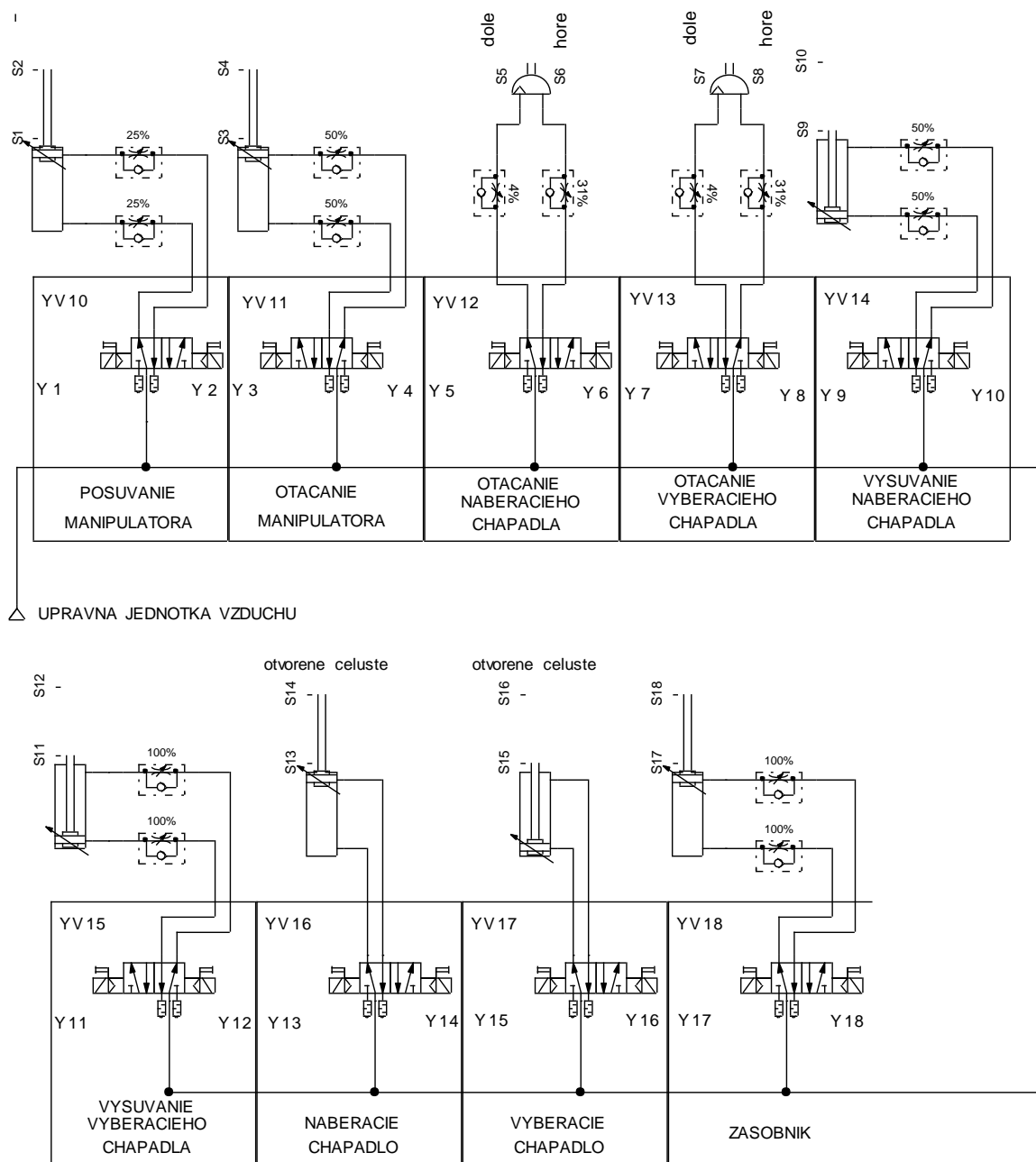
Polohy jednotlivých pneumatických pohonov v inicializačnej polohe:

- posúvanie manipulátora: vysunutá
- otáčanie manipulátora: vysunutá
- otáčanie naberacieho chápadla: chápadlo otočené vertikálne nadol
- otáčanie vyberacieho chápadla: chápadlo otočené vertikálne nadol
- vysúvanie naberacieho chápadla: zasunutá
- vysúvanie vyberacieho chápadla: zasunutá
- naberacie chápadlo: otvorené
- vyberacie chápadlo: zatvorené
- zásobník: vysunutá.

Manipulátor v inicializačnej polohe je znázornený v obrázkovej prílohe B, Obr. B1.

Krok 2: Uchopenie vnútorného krúžku

Ďalší krok programu bude slúžiť k uchopeniu vnútorného krúžku zo zásobníka. Táto časť už bude zložitejšia, vyžaduje si signály zo snímačov na spustenie jednotlivých krokov daného procesu. Tento proces bude vykonávaný vždy, keď bude navíjačka v chode, teda keď bude navíjať vinutie na vnútorný krúžok. Nabratie vnútorného krúžku nevyžaduje zásah podávača do navíjačky, a tak môžu tieto dve akcie prebiehať naraz. Ušetrí sa tým manipulačný čas a vnútorný krúžok bude pripravený v čeľustiach chápadla na jeho umiestnenie v navíjačke hneď po vybratí hotového výrobku.



Obr. 24 Schéma polôh pneumatických pohonov v inicializačnej polohe.

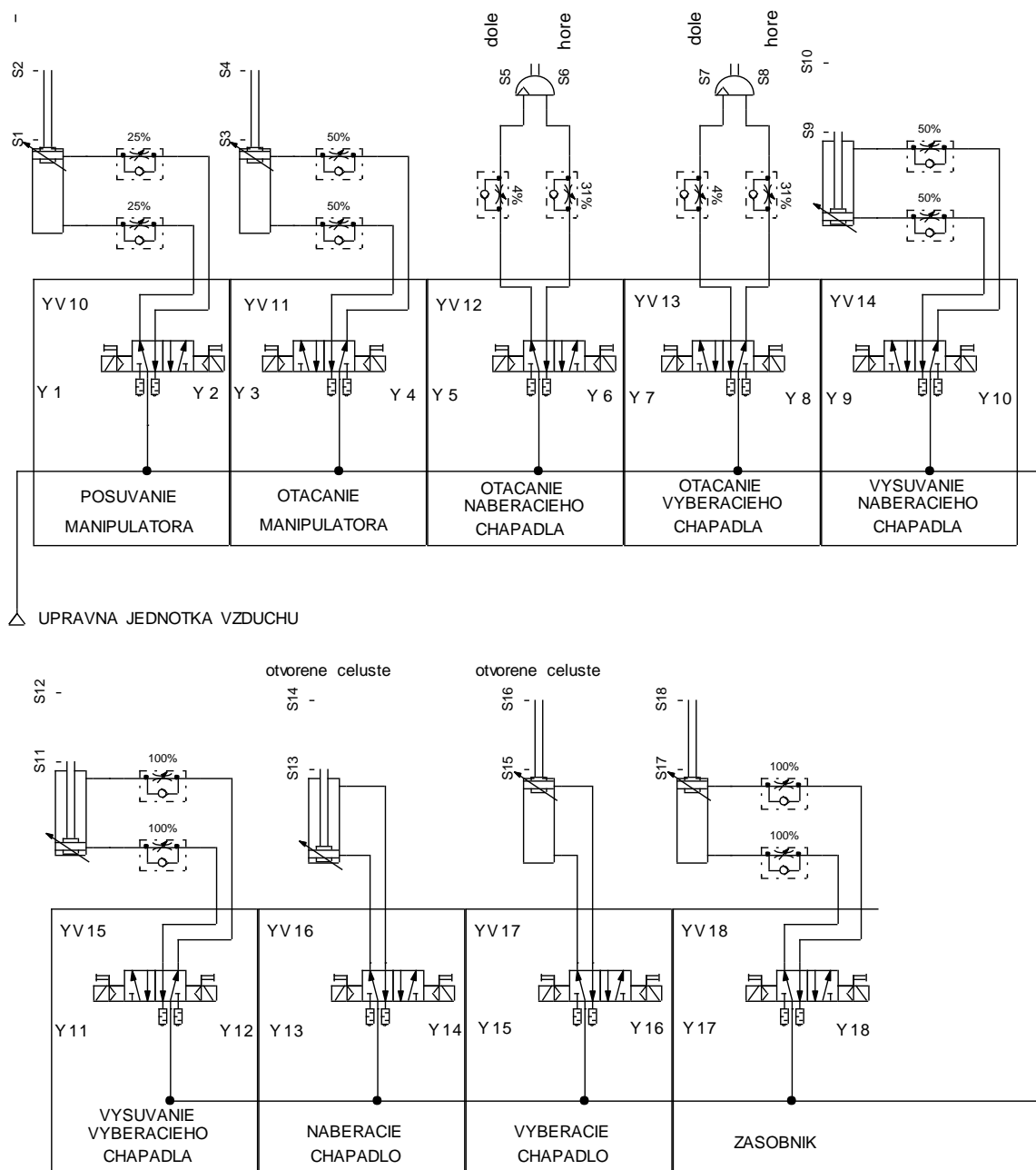
Nasledující postup bude kvůli přehlednosti rozdělený na dvě operace. Jednu kterou vykonává úchopová hlava pre nakladanie a druhú, ktorú vykonáva úchopová hlava na vykladanie hotových tesnení. Aj keď sú tieto dve hlavy na sebe konštrukčne závislé, dovolili sme si ich takýmto spôsobom rozdeliť, aby bola predstava pohybu celého mechanizmu jednoduchšia.

Podmienkou pre spustenie kroku naberania vnútorného krúžka zo zásobníka bude splnenie inicializačnej polohy manipulátora, tá sa bude zisťovať za pomoci signálov zo snímačov (S2, S4, S5, S7, S9, S11, S14, S15, S18). Pokiaľ bude táto podmienka splnená a dôjde k prijatiu pokynu z navíjačky na spustenie naberania, tento pokyn bude vyslaný zároveň so začatím navíjania, môže byť druhý krok programu zahájený. Na to, aby bolo uchopenie vnútorného krúžka úspešné, nemôže byť použitý rovnaký mechanizmus pohybu ako v inicializačnom kroku, ale pneumatické pohony sa musia zapínať s určitou postupnosťou a po signáloch zo snímačov.

Naberacie chápadlo: Na začiatku tohto kroku sa celé rameno musí zo začiatkovej inicializačnej polohy presunúť úchopovou hlavou nad miesto odoberania vnútorného krúžku pred zásobníka. Tento pohyb bude vykonaný za pomoci pneumatického pohonu posúvania manipulátora, v programe sa bude jednať o prepnutie ventilu daného pohonu vstupom označeným v schéme zapojenia Y2. Zároveň s týmto presunom ramena môže byť vykonávané vytlačenie vnútorného krúžka zo zásobníka na miesto určené pre jeho uchopenie ramenom (Y18), Obr. B2. Po vykonaní týchto dvoch operácií budú pri správnom presune signalizované koncové polohy snímačmi S1 a S17. Po dosiahnutí polohy nad zásobníkom dôjde k spusteniu úchopovej hlavy pneumatikou vysúvania naberacieho chápadla prepnutím ventilu Y9. Opäť musí byť dosiahnutie danej polohy zaznamenané snímačom, pre túto polohu sa jedná o snímač S10, ktorý nasledovne spustí uzavretie čelustí naberacieho chápadla (Y14), a tak dôjde k uchopeniu vnútorného krúžka, Obr. B3. Keďže po uchopení je kulisa, ktorá dopravila krúžok zo zásobníka do danej polohy a zároveň ho držala na mieste, zbytočná, je možné ju po signalizácii snímačom S13 uzavretia čelustí naberacieho chápadla, posunúť do pôvodnej polohy (Y17). Snímač S13 bude slúžiť v tejto chvíli aj ako signál na presunutie do miesta vzdialenejšieho od zásobníka vnútorných krúžkov pohonom vysúvania naberacieho chápadla (Y10), Obr. B4 a pohonom posúvania manipulátora (Y1). Dosiahnutím tejto polohy bude ukončený druhý krok programu, Obr. B5.

Vyberacie chápadlo: Keďže sa počíta s tým, že počas chodu programu bude v dobe priebehu druhého kroku, kroku uchopovania vnútorného krúžka, v úchopovej hlave slúžiacej na odoberanie hotového výrobku daný výrobok a bude pripravený na vyloženie, Obr. B6, môže byť vyloženie vykonané jednoduchým príkazom pre pneumatiku vyberacieho chápadla (Y15). Táto akcia bude spustená po dosiahnutí presunu celého ramena nad zásobník vnútorných krúžkov. Vyberacie chápadlo sa vtedy bude nachádzať priamo nad otvorom slúžiacim na vykladanie hotových tesnení. Samozrejme spustenie daného pokynu pre ventil (Y15) môže nastať až po signalizácii zo snímača S1. Hotové

tesnenie bude tak uvoľnené z čeľustí a prepadne otvorom v stole manipulátora do vopred pripravenej nádoby pod ním, Obr. B7.



Obr. 25 Schéma polôh pneumatických pohonov po dokončení druhého kroku.

Krok 3: Vybratie hotového tesnenia z navíjačky

Tretí a zároveň posledný krok programu bude najzložitejší. Bude sa v ňom vykonávať viac akcií a bude vyžadovať okrem signálov zo senzorov manipulátora aj komunikáciu s navíjačkou, respektíve budú do nej posielané príkazy na vykonanie niektorých úkonov potrebných pre chod tohto kroku.

Ako aj pri predchádzajúcom kroku, aj na začiatku tohto je potrebné na jeho spustenie signál zo snímačov. Keďže po skončení druhého kroku sa celý systém dostal do polohy podobnej inicializačnej polohe, okrem faktu, že momentálne sa v čeľustiach naberacieho chápadla nachádza vnútorný krúžok, a to naznačuje, že čeľuste musia byť automaticky zovreté. Tým pádom namiesto signálu zo snímača S14 bude potrebný signál zo snímača S13. Zároveň v čeľustiach vyberacieho chápadla sa nebude nachádzať nič, budú otvorené a danú polohu bude signalizovať snímač S16 namiesto snímača S15. Signály zo snímačov manipulátora S2, S4, S5, S7, S9, S11, S13, S16, S18 sú potrebné na spustenie tretieho kroku. Ďalšou podmienkou na spustenie kroku bude signál z navíjačky signalizujúci ukončenie navíjania vinutia na tesnenie.

Vyberacie chápadlo: Po splnení daných podmienok na začatie daného kroku bude rameno v polohe pred navíjačkou a otočené úchopovou hlavou na vyberanie smerom k navíjačke. Na začiatku dôjde k uchopeniu hotového tesnenia do úchopovej hlavy, a to za pomoci nasledovných krokov. Úchopová hlava vyberacieho chápadla sa musí otočiť do vodorovnej polohy za pomoci rotačného pneumatického pohonu, pneumatiky otáčania vyberacieho chápadla, prepnutím ventilu Y7, Obr. B8. Ďalšia akcia bude spustená až po úspešnom dosiahnutí vodorovnej polohy signalizáciou snímača S8. Chápadla sa musia dostať do polohy, z ktorej bezproblémovo dosiahnu na hotové tesnenie a to, vysunutím pneumatického pohonu vysúvania vyberacieho chápadla (Y11). Chápadlo po vysunutí bude pripravené na uchopenie tesnenia. Avšak aby sa chápadlo neuzavrelo ešte pred dosiahnutím koncovej polohy, pred zahájením samotného uchopenia si overíme stav vysunutia pomocou snímača polohy S12. Pokiaľ bude v systéme riadenia zaznamenaná daná poloha snímačom, dôjde k spusteniu pneumatického pohonu (Y16). Signálom zo snímača S15, signalizujúcim uzatvorenie chápadla, a tým aj uchopenie tesnenia, Obr. B9, dôjde k vyslaniu signálu pre navíjačku. Tento signál posluží na uvoľnenie tesnenia z úchopovej hlavy navíjačky, ktorá ho držala na mieste. Obratom po uvoľnení tesnenia, bude späťne poslaný signál z navíjačky do manipulátora, oznamujúci uvoľnenie tesnenia. Týmto sa môže presunúť vyberacie chápadlo do pôvodnej polohy, z ktorej začínalo na začiatku tretieho kroku nasledovnými krokmi. Informáciou o uvoľnení tesnenia bude spustený pohon pneumatiky vyberacieho chápadla (Y12), Obr. B10, po dosiahnutí koncovej polohy, zaznamenatej snímačom S11, sa spustí pneumatika otáčania vyberacieho ramena (Y8). Takto sa chápadlo dostane do polohy, z ktorej štartovalo, a tým dôjde k spusteniu druhej časti tretieho kroku, ktorý má na starosti naberacie chápadlo, Obr. B11.

Naberacie chápadlo: Činnosť naberacieho chápadla bude zahájená až po ukončení chodu vyberacieho chápadla, tento stav bude signalizovaný snímačom S7 spolu s ďalšími snímačmi S2, S4, S5, S9, S11, S13, S16 a S18, signalizujúcimi polohu po ukončení chodu vyberacieho chápadla. V prvej fáze sa naberacie chápadlo musí otočiť tak, aby smerovalo k navíjačke. To dosiahneme spustením pohonu otáčania manipulátora (Y3). Týmto dôjde k otočeniu celého manipulátora a dostaneme tak naberaciu hlavu do požadovanej polohy smerujúcej k navíjačke, Obr. B12. Otočenie bude signalizované dosiahnutím koncovej polohy a spustením snímača S3. Následovne bude naberacie chápadlo konať podobný pohyb ako rameno vyberacie. Najprv, po signáli z S3, sa spustí pneumatika otáčania

naberacieho chápadla (Y6), ktorá ho otočí do vodorovnej polohy, Obr. B13. Ukončenie otáčania zaznamená snímač S6, ktorý umožní spustenie ďalšieho pohybu, a to vysúvanie pneumatiky naberacieho chápadla (Y9). Pri jej vysúvaní sa nasadí vnútorný krúžok na uchopovací mechanizmus navíjačky, Obr. B14. Nasadenie bude zaznamenané prijatím signálu zo snímača S10, ktorý vyšle pokyn pre navíjačku na otvorenie čelustí uchopenia krúžka v navíjačke. Týmto spôsobom sa dostane krúžok na nami požadované miesto a spolu s uchytением sa naberacie chápadlo vráti do svojej pôvodnej polohy, Obr. B15. Presun začne prijatím signálu z navíjačky. Signál značí upevnenie vnútorného krúžka, čím dôjde k otvoreniu čelustí (Y14) a po nasledovnej signalizácii snímačom S14, spusteniu pohonu vysúvania naberacieho chápadla tak, aby sa oddialilo chápadlo od navíjačky (Y10). Po signalizácii konečného stavu snímačom S9, bude môcť byť spustené prepnutie viacerých ventilov naraz, čo zahájí akciu presúvania naberacej hlavy do pôvodnej štartovacej polohy. Ich chod môže prebiehať naraz, pretože tento proces si nevyžaduje striktnú postupnosť a nemôže pri ňom dôjsť ku kolízii. Presun bude realizovaný spustením ventilov Y5 a Y4.

Dokončením presunu chápadla a jeho signalizáciou pomocou snímačov, bude vyslaný pokyn pre navíjačku na zahájenie navíjania tesnenia. Zároveň sa celý manipulátor dostane do inicializačnej polohy. V tomto okamihu dôjde k začatiu nového cyklu v procese navíjania tesnenia.

Program riadenia manipulátora musí pre svoje správne a úplne fungovanie obsahovať aj určité prerušenia, ktoré zastavia chod stroja pri nesprávnej funkcii. Tento druh prerušenia bude spúšťaný signálmi zo senzorov. Pre začatie nasledovného kroku programu musí byť splnená podmienka zaznamenania určitej polohy snímačmi. Pokiaľ daná podmienka nebude splnená do určitého času, program preruší chod stroja a vypíše na zobrazovacom rozhraní dôvod prerušenia. Pre tento prípad prerušenia to bude absencia signálu z konkrétneho snímača alebo snímačov. Dôvodov môže byť viacero, hlavné z nich sú:

- pneumatický pohon sa nemôže dostať do požadovanej polohy, pretože mu niečo bráni v pohybe
- poškodený pneumatický pohon
- poškodený snímač koncovej polohy.

Prerušenie môže byť takisto cielené a vyžadované obsluhou prístroja. Na toto bude slúžiť červený spínač umiestnený na paneli riadenia (zobrazovací panel PP 125). Po jeho aktivovaní bude program okamžite prerušený. Po reštarte systému sa manipulátor dostane do inicializačnej polohy, v ktorej bude pripravený na opätovné zahájenie cyklu.

Inou príčinou zastavenia stroja bude nedostatok polotovaru. Pre automatický podávač ide o vnútorné krúžky. Keďže pôvodná navíjačka nemôže začať navíjať vinutie, pokiaľ sa v jej čelustiach nenachádza vnútorný krúžok, má dané prerušenie nastavené už v programe. Pokiaľ by sme však chceli ušetriť prípadný krok stroja, dal by sa umiestniť

tlakový spínač na dno zásobníka. Po jeho vyprázdnění by program dostal správu o nedostatku vnitřních krůžků v zásobníku a vypísal by požiadavku na ich doplnenie.

Záver

Pri navrhovaní automatického podávača sme sa snažili o čo najjednoduchšiu konštrukciu schopnú splniť požadované podmienky. Pri použití otočného ramena s dvomi hlavami, s naberacou a vyberacou, sa zjednodušila konštrukcia samotnej hlavy. Pri použití jednej hlavy na obe akcie, by musela byť daná hlava schopná meniť veľkosť zovretia, čo by viedlo k zložitejšiemu systému uchopovania a analýze rozmerov uchopovaného predmetu snímačmi. Takto je možné dané hlavy vymeniť len otočením celého ramena o 180° . Tento spôsob je aj z hľadiska nákladov úspornejší, jednoduchší na konštrukciu, riadenie a údržbu.

Pre pohyb celej sústavy bol zvolený pneumatický pohon, ktorý bol pre naše použitie z hľadiska polohovania a riadenia výhodnejší, keďže návrh počíta len s dvoma krajnými polohami každého pohonu. Taktiež silové parametre dostupných pneumatických pohonov sú v tomto návrhu postačujúce.

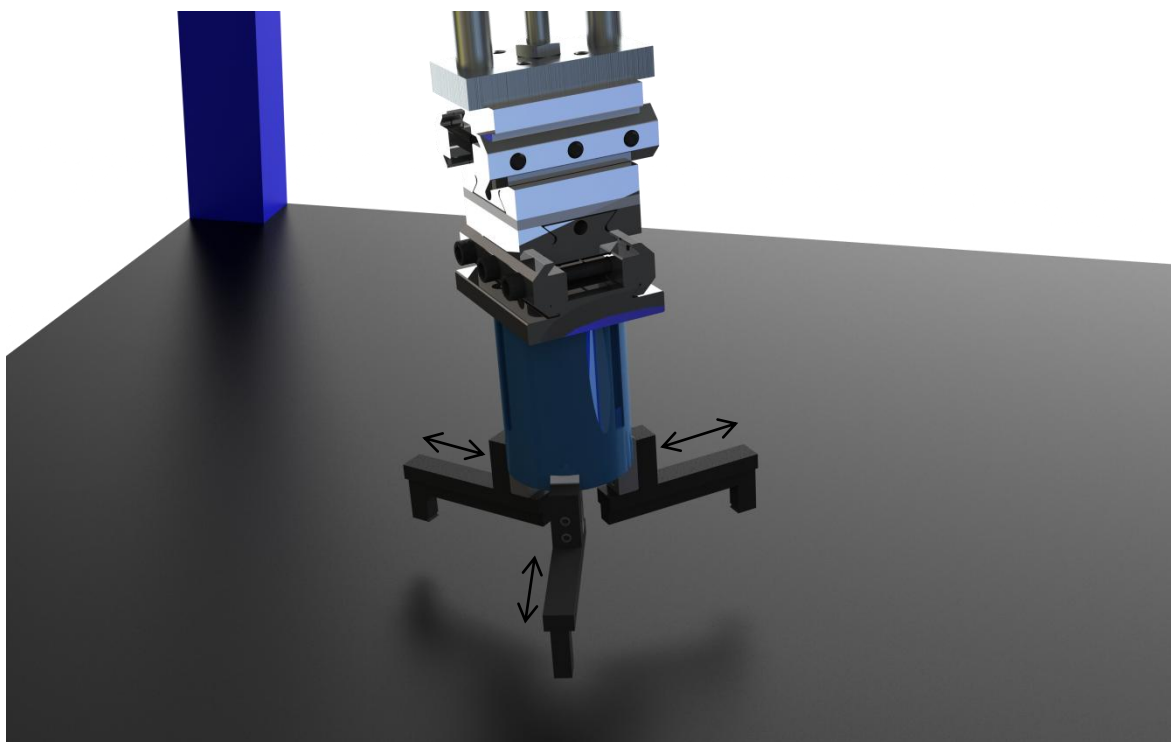
Čo sa týka riadenia sústavy, boli po analýze pôvodnej navíjačky vybrané vhodné elektronické komponenty, schopné spolupracovať so systémom riadenia navíjačky, doplnené o snímače polôh pneumatických pohonov, zaisťujúce správny chod automatického podávača. Bola stanovená logika pre riadenie celého mechanizmu a následne otestovaná v simulačnom programe FLUIDSIM.

Návrh automatického podávača vnútorných krúžkov je pripravený k jeho výrobe, zmontovaniu a pripojeniu k navíjačke. Jednotlivé chyby riadenia budú odstránené pri odladovaní programu riadenia, po zhotovení a zapojení mechanickej časti stroja.

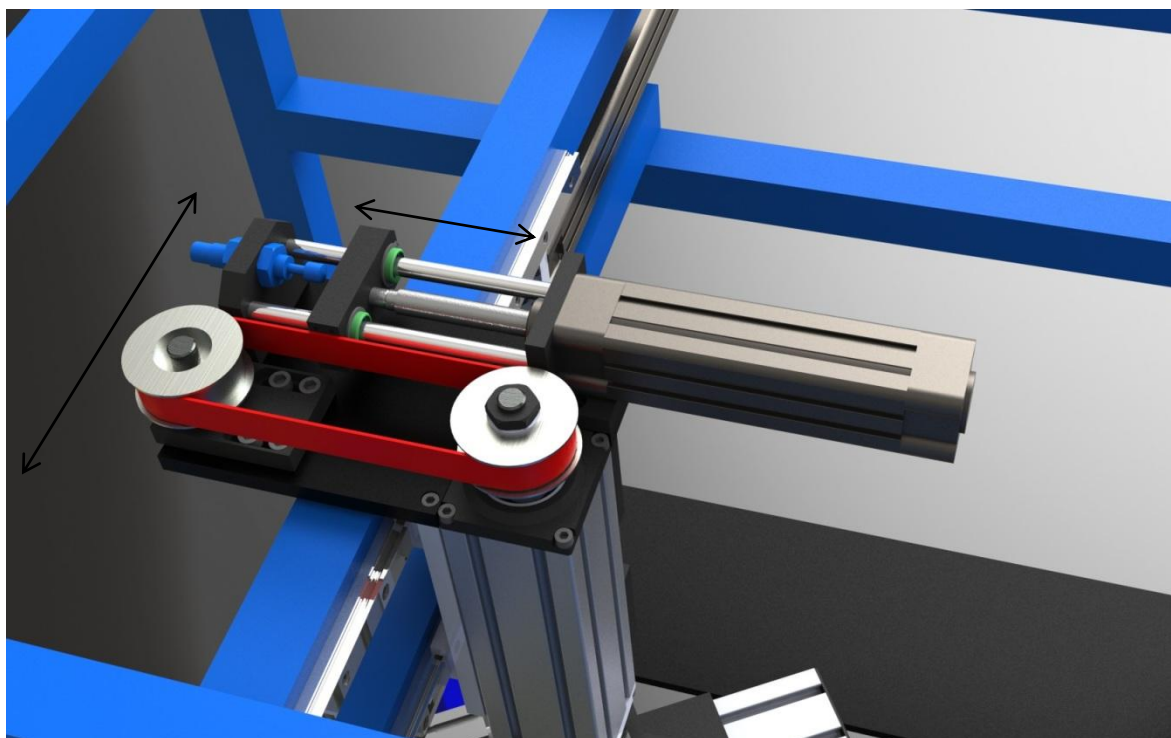
Literatúra a odkazy

- [1] B+R automatizace:, http://www.br-automation.com/cps/rde/xchg/br-automation_com/hs.xsl/9835_CSX_HTML.htm, 2010-04
- [2] FESTO:, http://www.festo.com/INetDomino/r5/sk/company_portal_sk.htm, 2010-05
- [3] Wikipedia.org:, <http://en.wikipedia.org/>, 2010-03
- [4] Ladislav Borba: Elektrické pohony, STU, ISBN 8022723053, 2005
- [5] Jan Melichar, Karel Brada, Jaroslav Bláha: Hydraulické stroje. Konstrukce a provoz, nakladatelství ČVUT / České vysoké učení technické v Praze, 2002

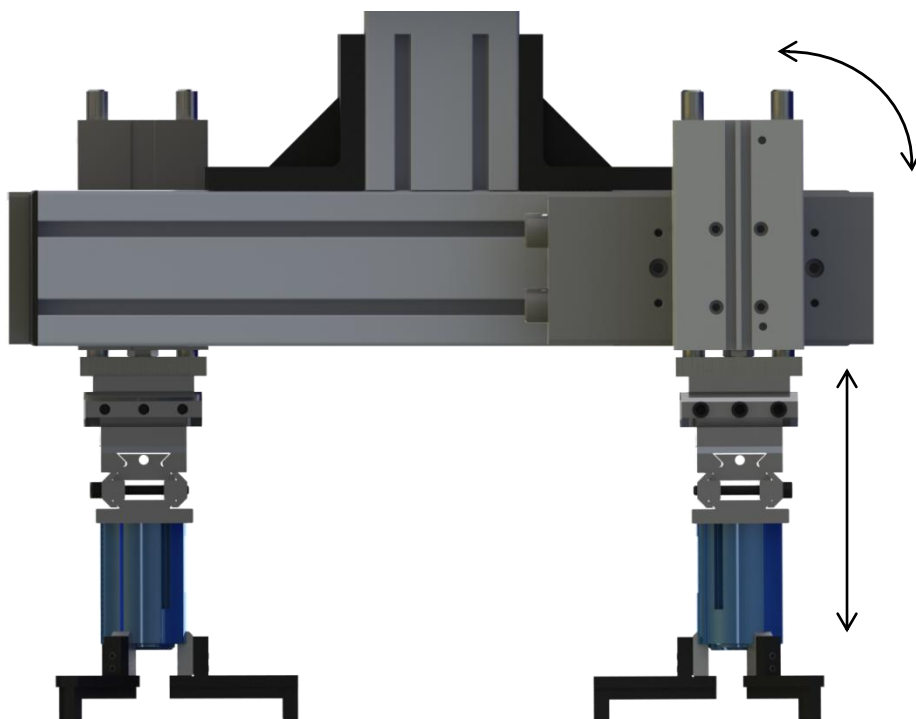
Obrázková příloha A



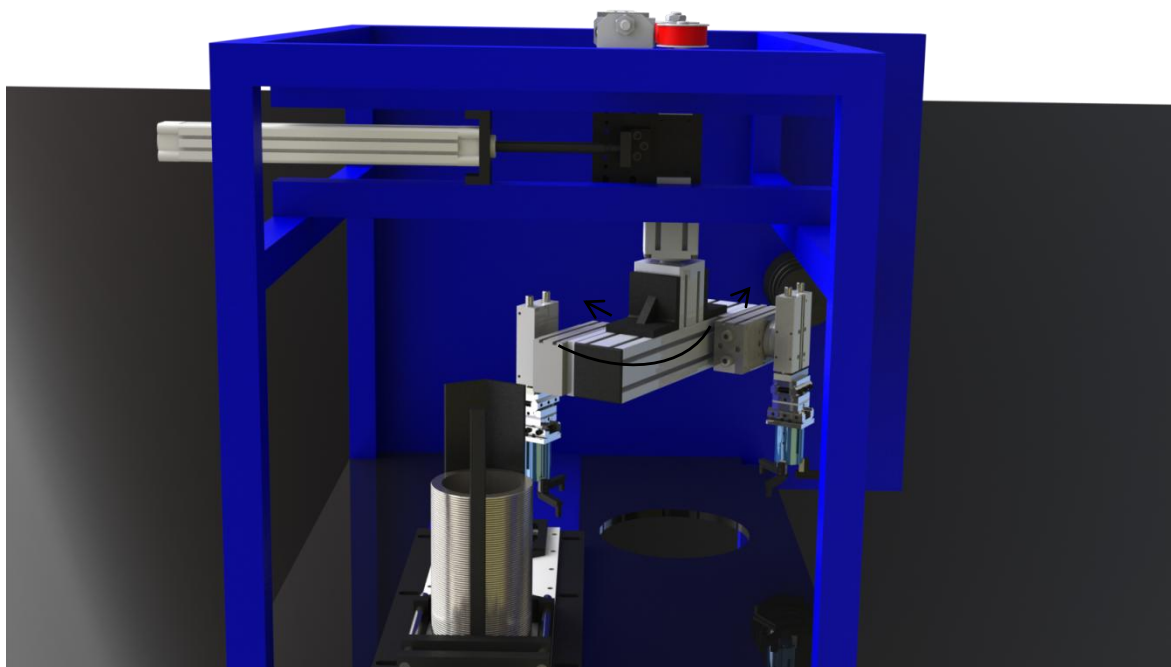
Obr. A1 Úchopová hlava automatického podáváča s naznačeným pohybom čel'ustí.



Obr. A2 Mechanizmus otáčania ramena s naznačeným pohybom.

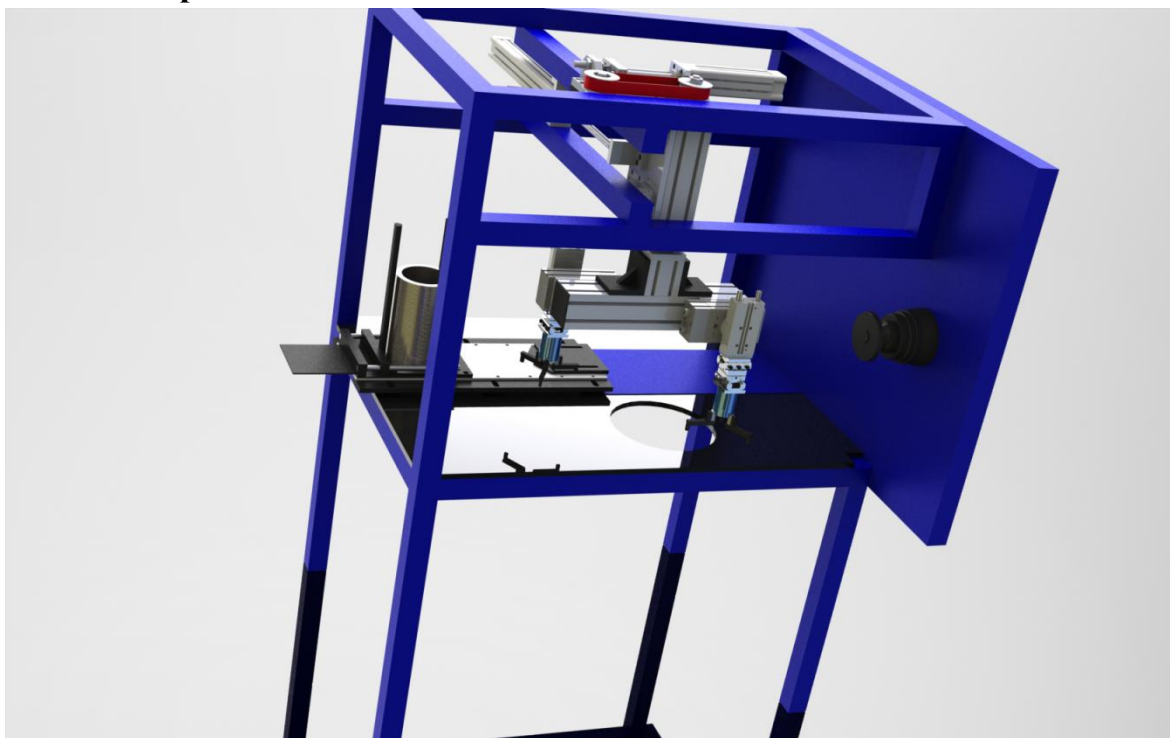


Obr. A3 Pohyb úchopových hlav.

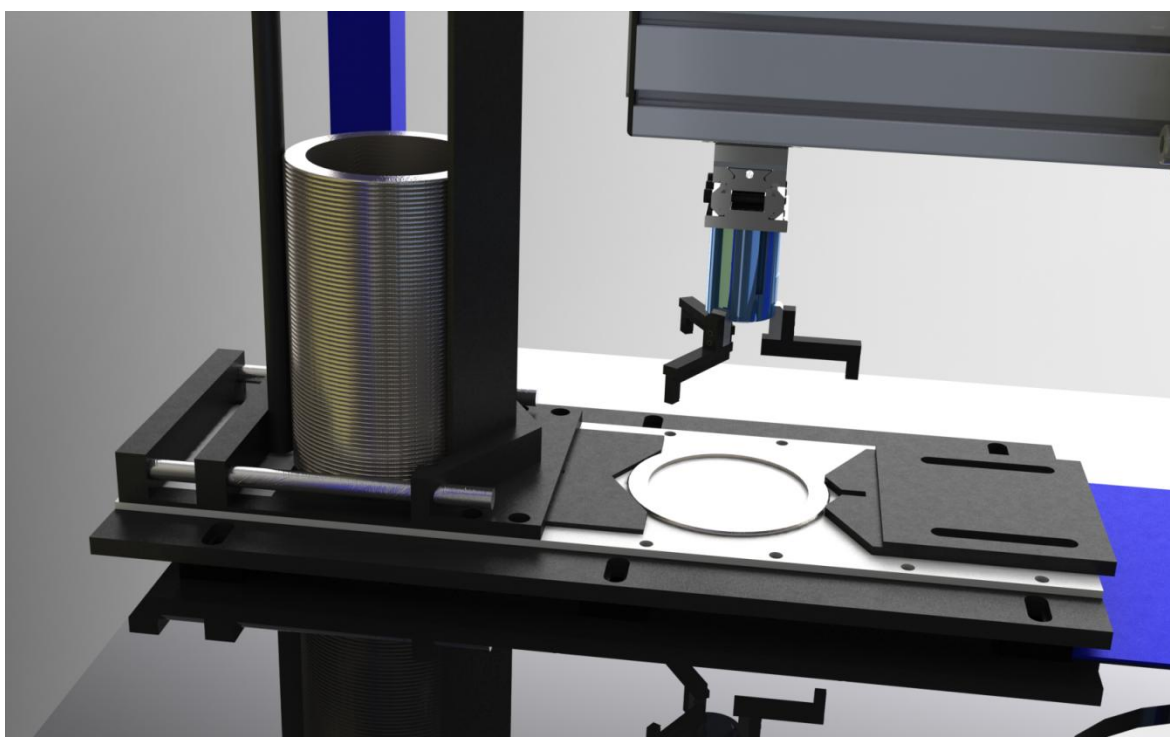


Obr. A4 Rotačný pohyb manipulačního ramena.

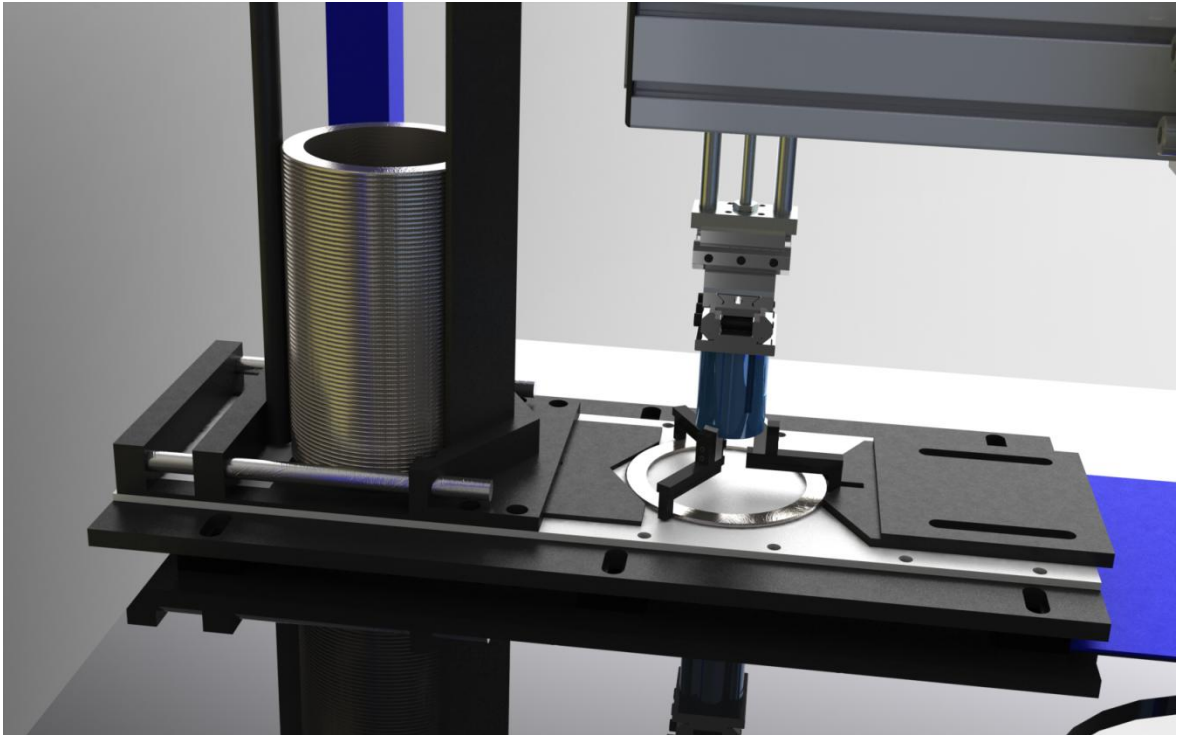
Obrázková příloha B



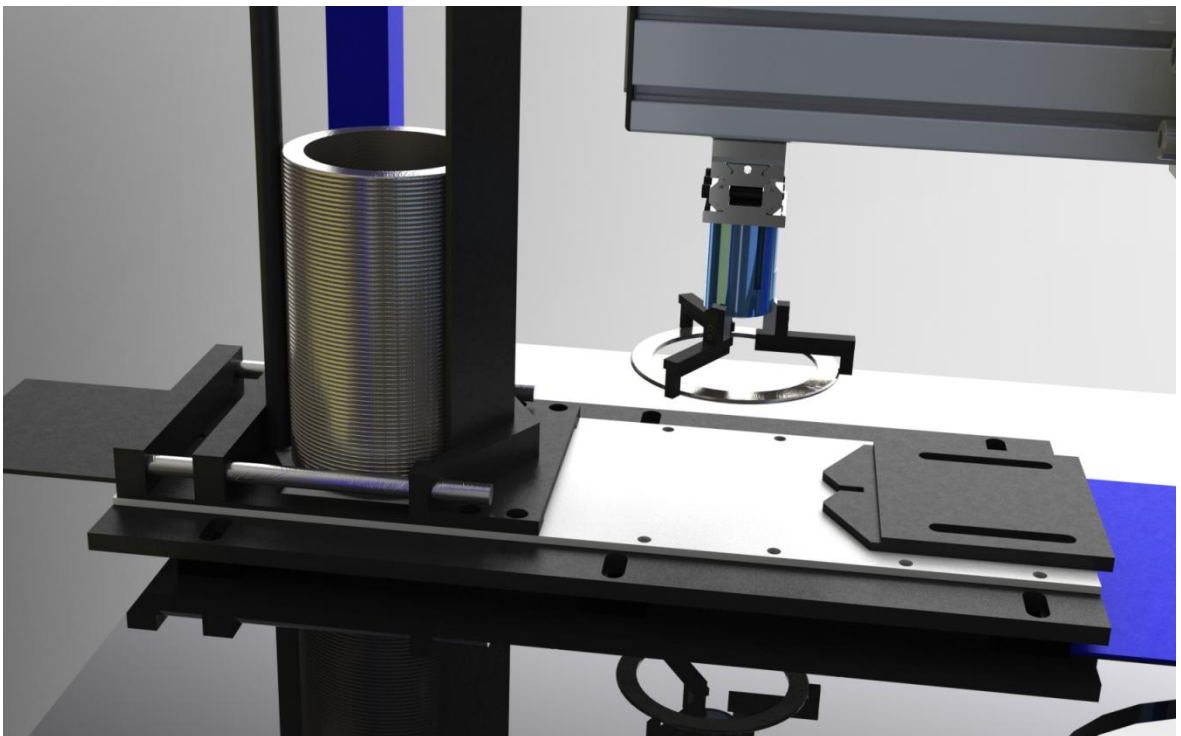
Obr. B1 Inicializačná poloha.



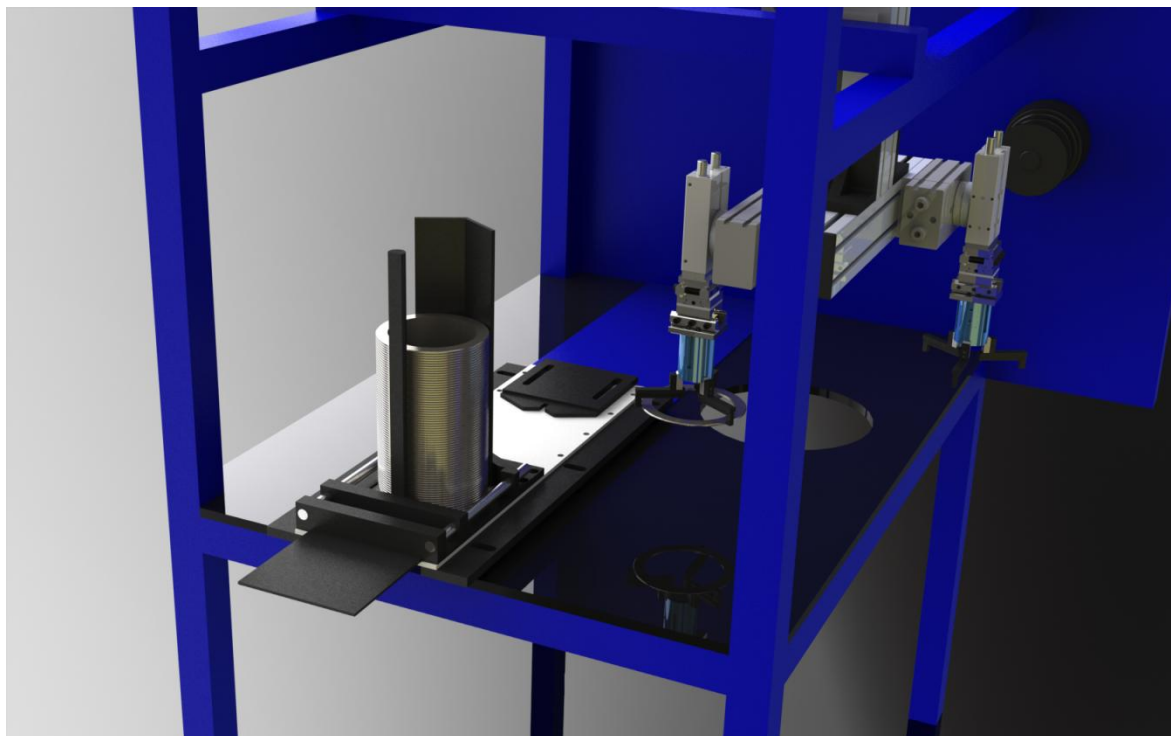
Obr. B2 Odoberacia hlava presunutá nad odoberacie miesto a vysunutie vnútorného krúžka.



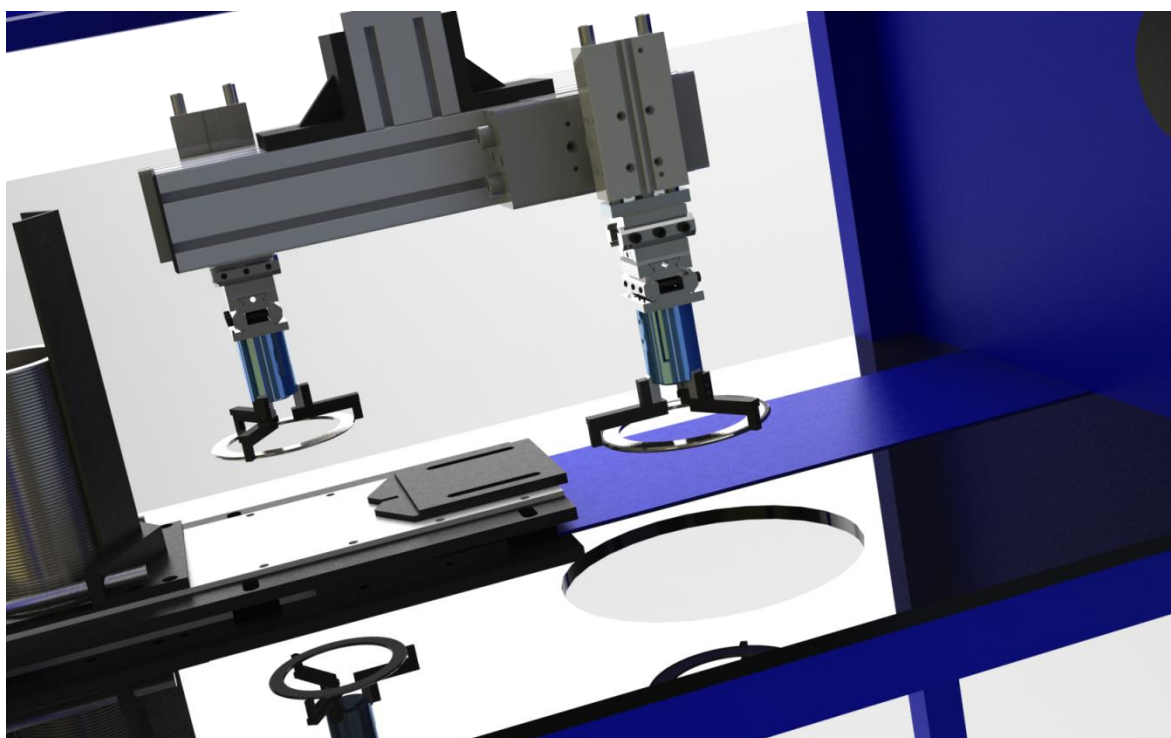
Obr. B3 Uchopenie vnútorného krúžka chápadlom.



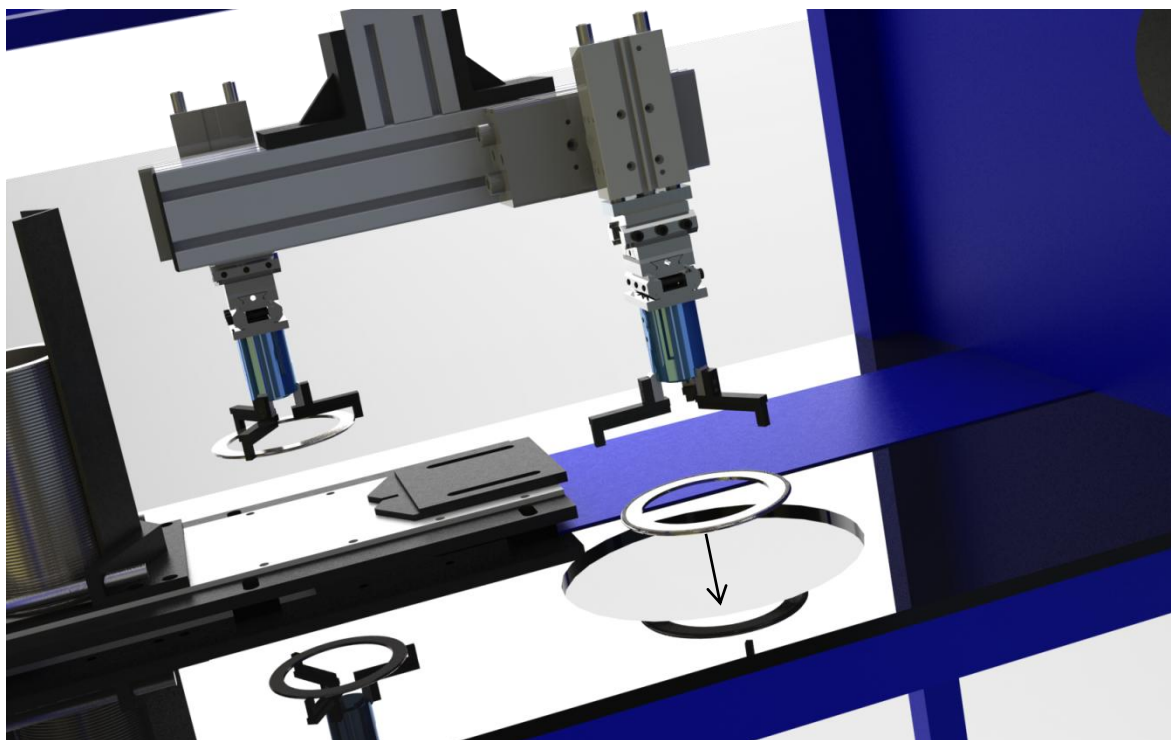
Obr. B4 Zdvihnutie vnútorného krúžka chápadlom.



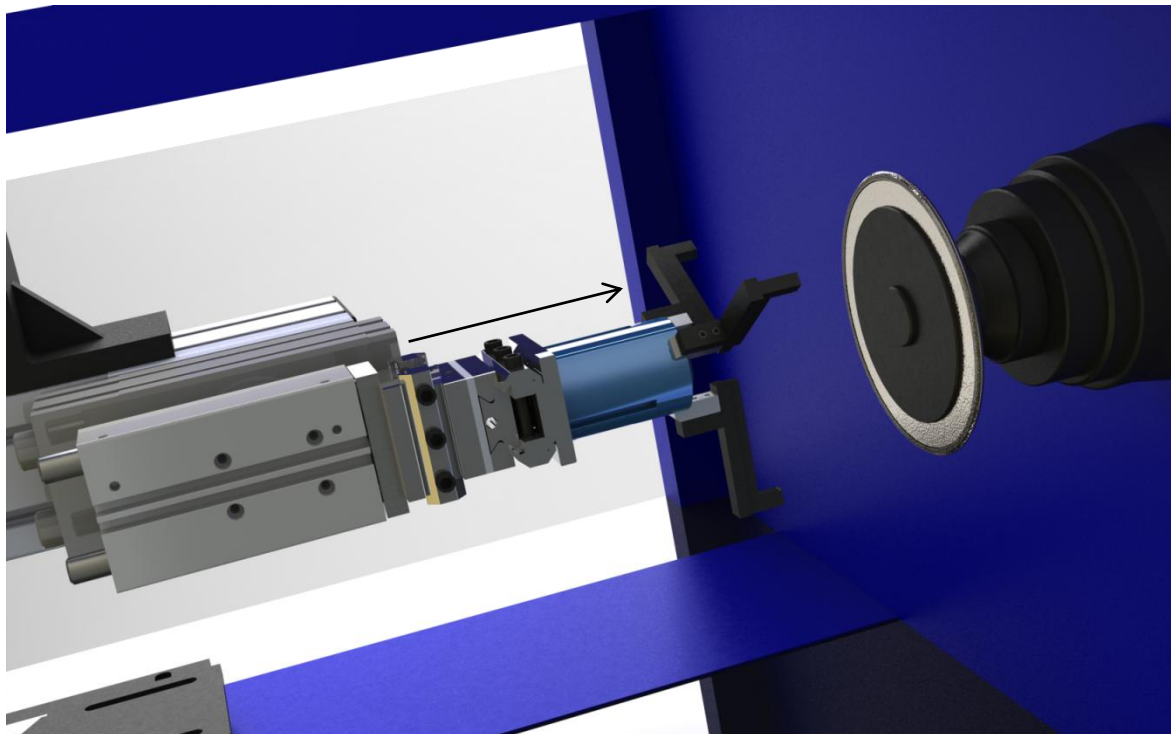
Obr. B5 Posuv manipulačního ramena z polohy nad zásobníkem do polohy k upínací hlavě navijačky.



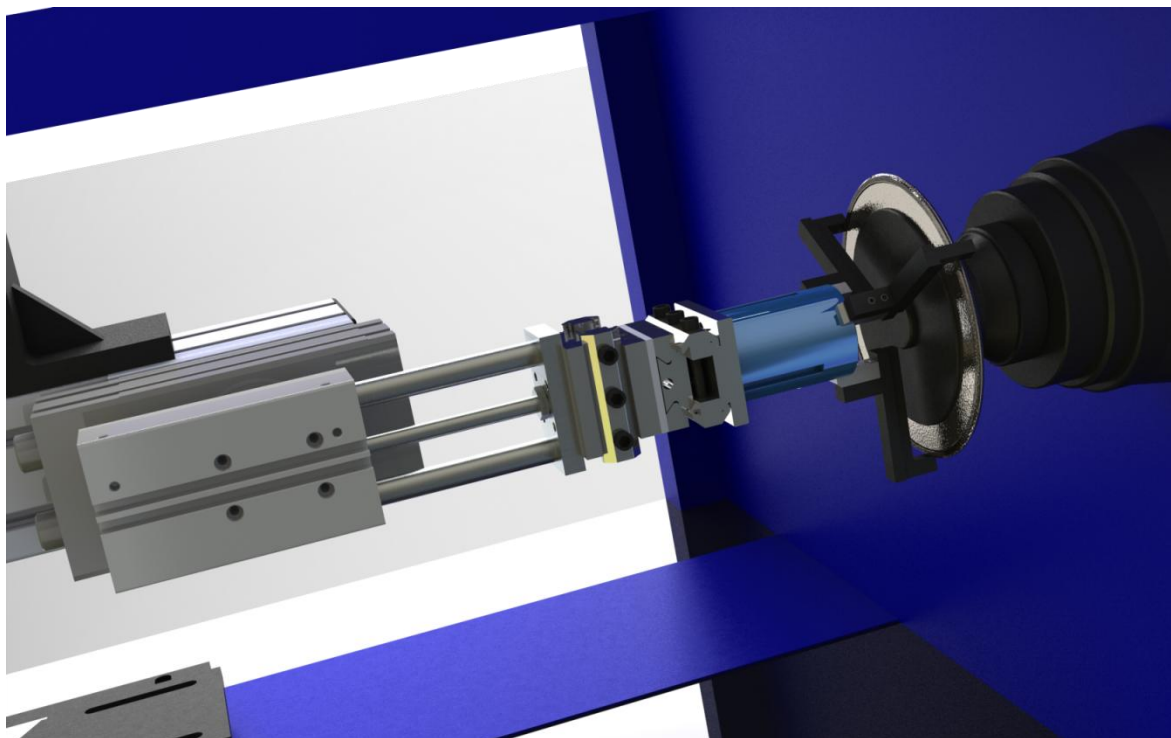
Obr. B6 Manipulátor pred vyložením hotového tesnenia.



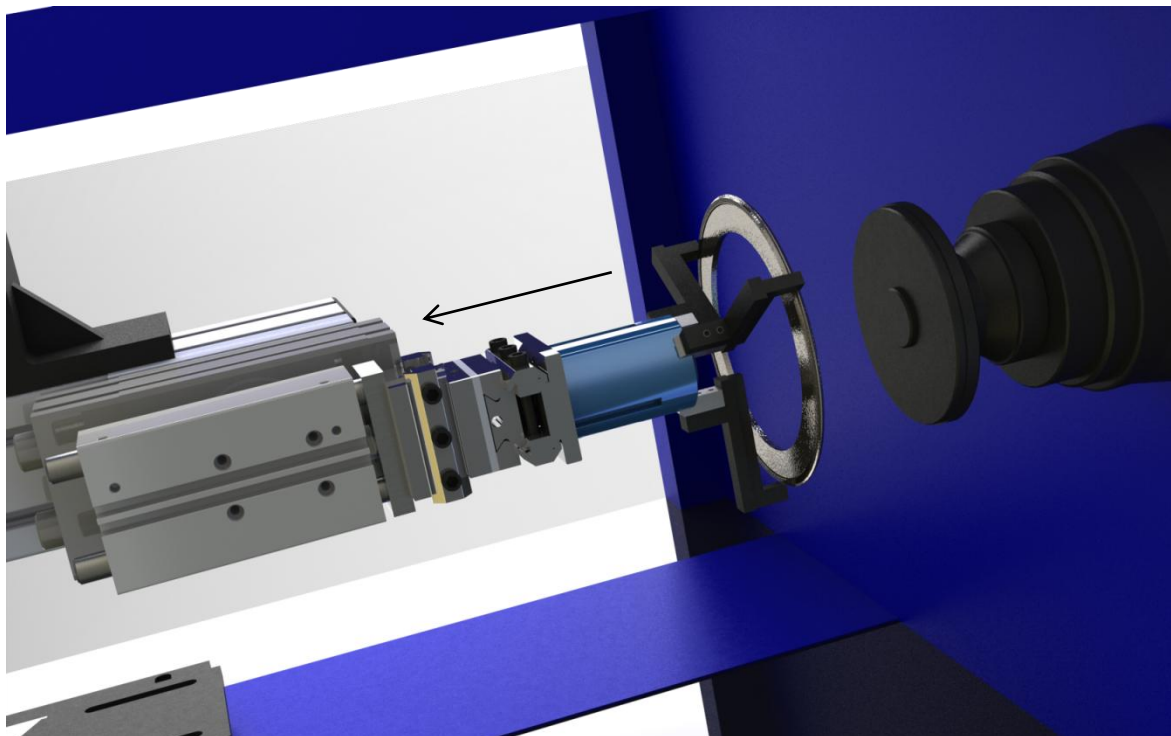
Obr. B7 Vykládanie tesnenia z úchopovej hlavy.



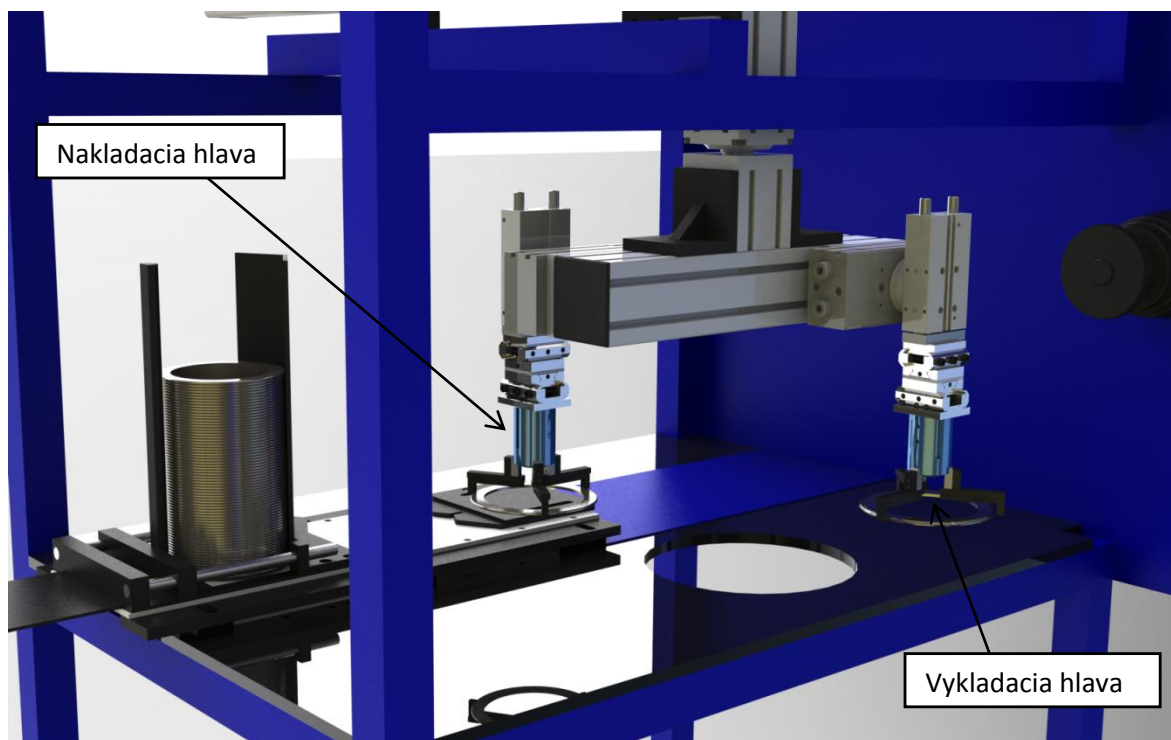
Obr. B8 Vykladacia hlava vo vodorovnej polohe pred odobratím hotového tesnenia.



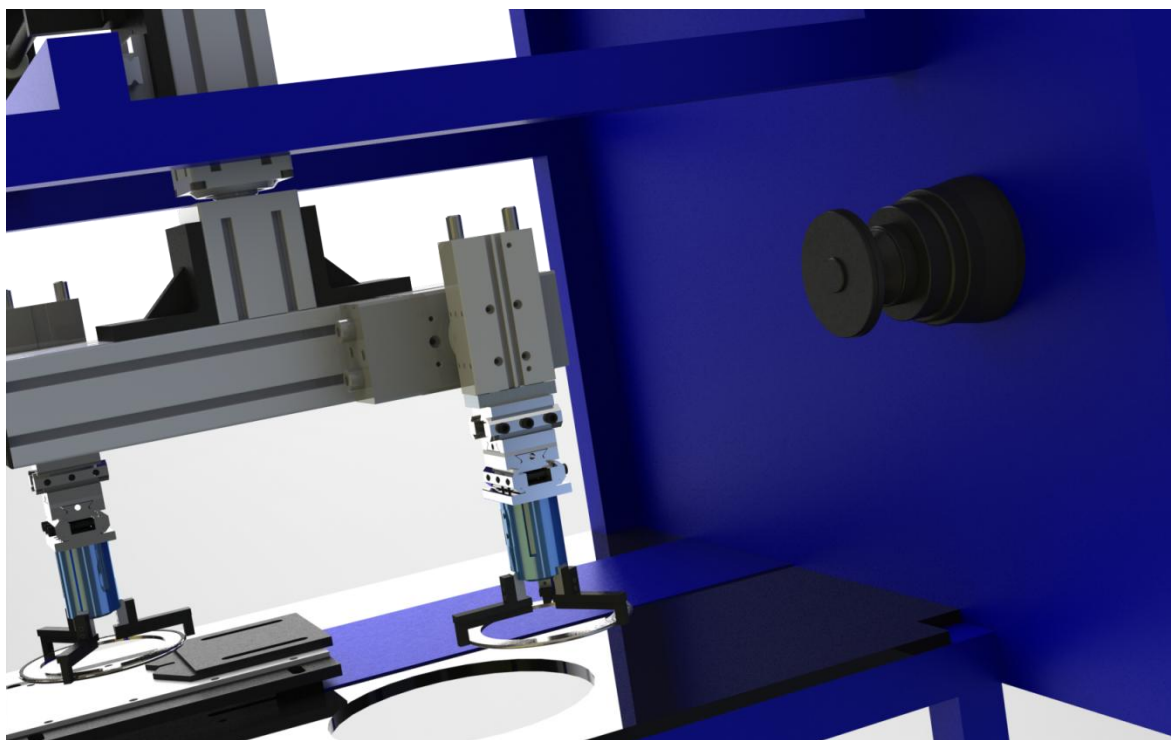
Obr. B9 Vykladacia hlava uchopujúca hotové tesnenie.



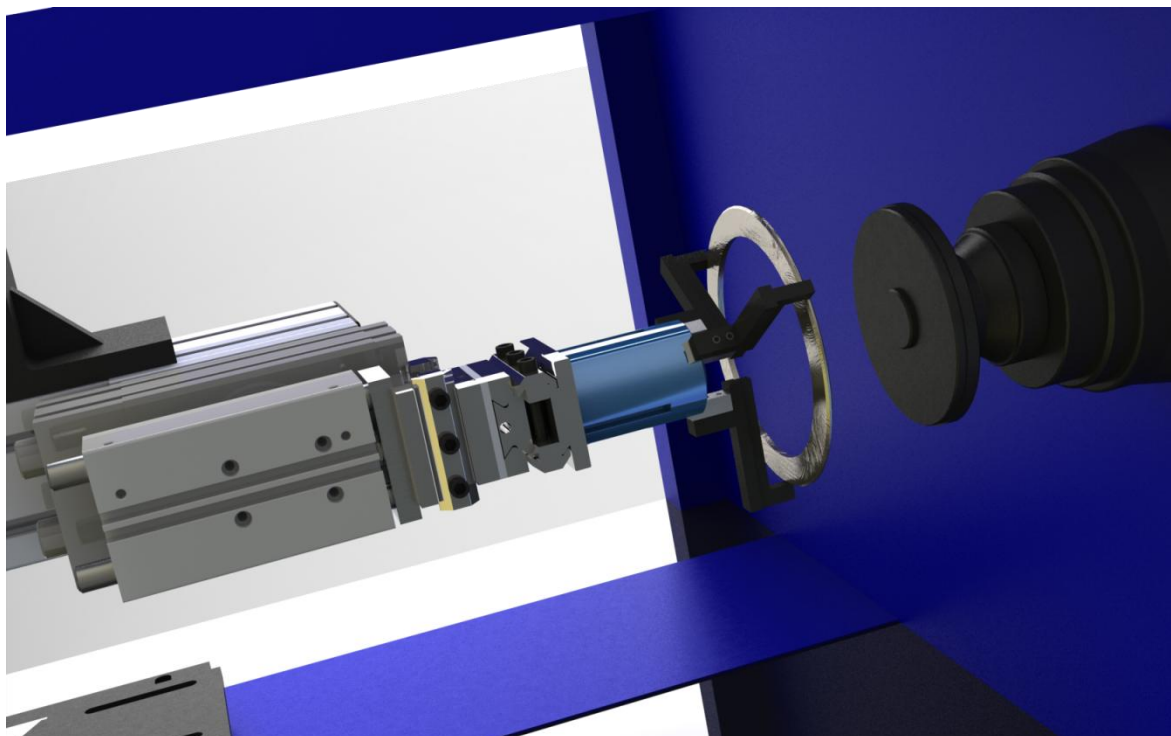
Obr. B10 Hotové tesnenie uchytené v úchopovej hlave na vykladanie.



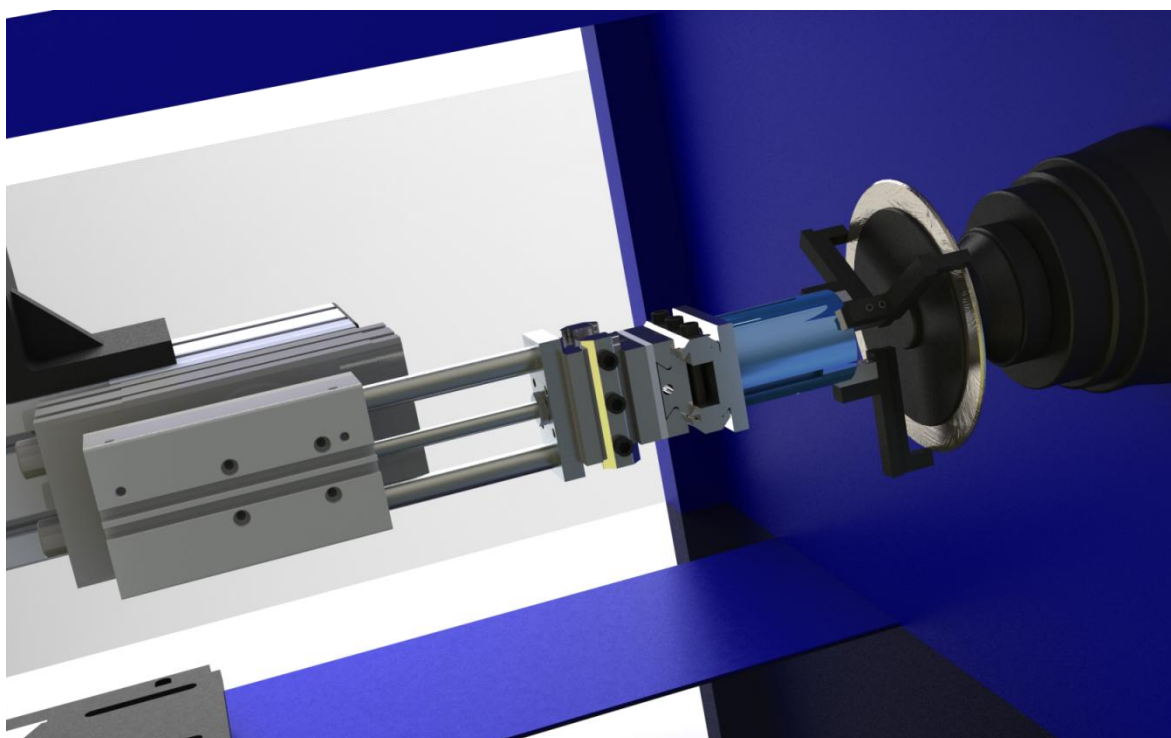
Obr. B11 Manipulačné rameno po vyložení tesnenia a pred zahájením otočenia celého ramena o 180° .



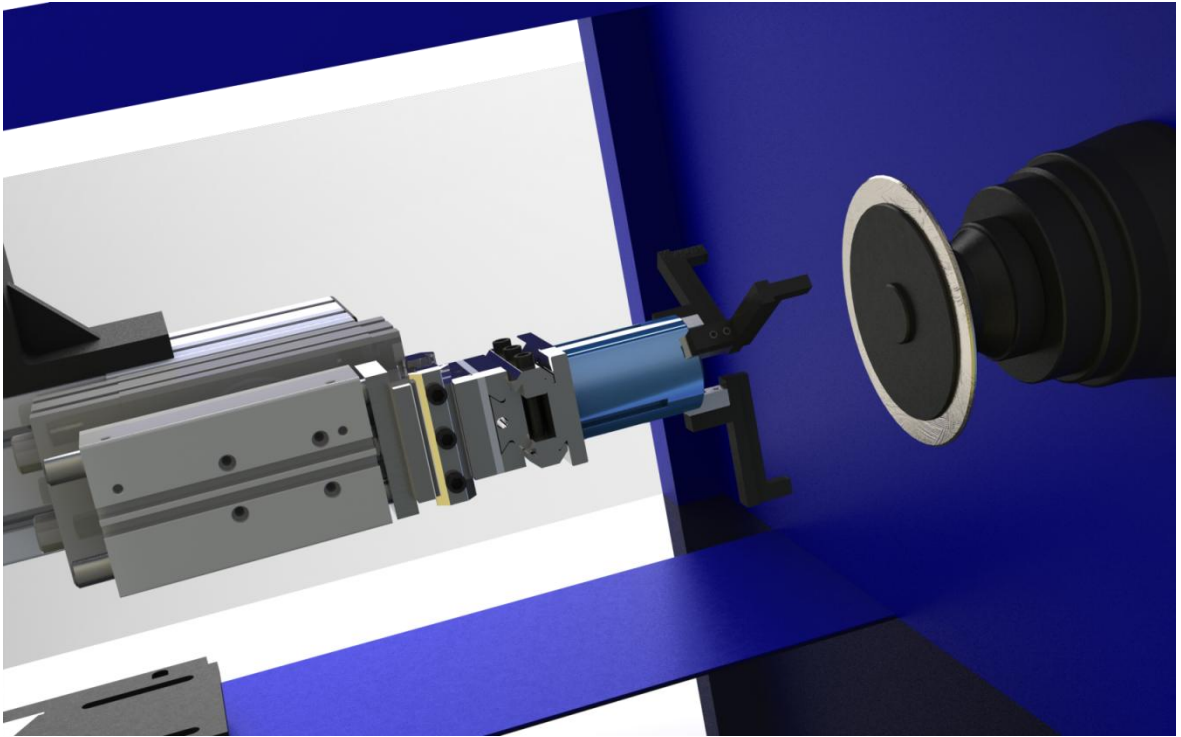
Obr. B12 Manipulačné rameno po otočení o 180° nakladacou hlavou smerom k navíjačke.



Obr. B13 Vykladacia hlava vo vodorovnej polohe, krok pred upevnením vnútorného krúžka v navíjačke.



Obr. B14 Upevňovanie vnútorného krúžka v navíjačke.



Obr. B15 Vnútorný krúžok v navíjačke.