



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

KONSTRUKČNÍ NÁVRH ZAŘÍZENÍ PRO PLNĚNÍ A UZAVÍRÁNÍ TUB

DESIGN OF A MACHINE FOR FILLING AND CLOSING TUBES

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. David Doležal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Dominik Hermanský, Ph.D.

BRNO 2024

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky
Student: **Ing. David Doležal**
Studijní program: Výrobní stroje, systémy a roboty
Studijní obor: bez specializace
Vedoucí práce: **Ing. Dominik Hermanský, Ph.D.**
Akademický rok: 2023/24

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Konstrukční návrh zařízení pro plnění a uzavírání tub

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zařízení je určeno pro plnění a uzavírání plastových, kovových a aluminiových tub. Využití takové linky je možné v širokém spektru odvětví – kosmetický, farmaceutický, potravinářský a chemický průmysl. Zařízení pracuje v automatickém režimu – založení tuby, naplnění, zatavení. Také musí být konfigurovatelné pro různé průměry a délky tub. Takt linky nastavitelný až do 1500 ks/hod.

Cíle diplomové práce:

Rozbor současného stavu vědy a techniky u řešené problematiky.

Vyhodnocení aktuálního stavu poznání.

Konstrukční návrh zadaných skupin.

Konstrukce celkové sestavy stroje.

Analýza a vyhodnocení navrhovaného řešení.

CAD model, výkres hlavní sestavy a min. 5 výrobních výkresů.

Závěr a doporučení pro praxi.

Seznam doporučené literatury:

SVOBODA, Pavel, Jan BRANDEJS a Jiří DVOŘÁČEK. Základy konstruování. Vydání šesté. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015. ISBN 978-80-7204-921-9.

JANÍČEK, Přemysl a Jiří MAREK. Expertní inženýrství v systémovém pojetí. Praha: Grada, 2013. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4127-7.

MEDEK, Jaroslav. Mechanické pochody. Vyd. 3. přeprac. Brno: PC-DIR, 1998. ISBN 80-214-1264-X.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2023/24

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jiří Hlinka, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Diplomová práce na téma Konstrukční návrh zařízení pro plnění a uzavírání tub se zabývá problematikou konstrukce daného zařízení. V úvodní části je systematický rozbor práce, dle kterého je následně práce vyhotovena. V rešeršní části jsou uvedeni výrobci plnicích zařízení. Dále jsou popsány některé typy plnicích zařízení. Následně byla zvolena plastová tuba a plněná směs. Rozměr tuby byly zvolen o průměru 35 mm a výšce 165 mm. Jako směs byla zvolena zubní pasta. V další části se práce zabývá konstrukčním návrhem plnicího zařízení. Kde byl kladen důraz na jednoduchost výroby a následnou sestavitelnost. Zařízení bylo rozděleno do jednotlivých funkčních celků, které jsou v práci popsány. V závěru práce je provedeno zhodnocení sestavy plnicího zařízení včetně doporučení na možné zlepšení v konstrukci.

Výsledkem práce je 3D model plnicího zařízení na plastové tuby.

KLÍČOVÁ SLOVA

Zařízení pro plnění tub, Indexový stůl, Koncový efektor, Teplovzdušné svařování tub, Teplovzdušná tryska, Držák tub

ABSTRACT

The master's thesis on the topic " Design of a machine for filling and closing tubes " addresses the construction issues of the specified device. The introductory part includes a systematic analysis of the task, which then guides the execution of the thesis. The literature review section lists manufacturers of filling equipment and describes various types of filling devices. A plastic tube and the filling mixture were selected. The dimensions of the tube were chosen to be 35 mm in diameter and 165 mm in height. Toothpaste was selected as the mixture. The next part of the thesis deals with the design of the filling device, where emphasis was placed on the simplicity of manufacturing and ease of assembly. The device was divided into individual functional units, which are described in the document. In conclusion, an evaluation of the filling device assembly is presented, including recommendations for possible improvements in the design.

The result of the thesis is a 3D model of the filling device for plastic tubes.

KEYWORDS

Tube filling machine, Rotary index table, Grippers, Hot Air Tube Sealing, Hot Air Nozzles, Tube Holders

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

DOLEŽAL, David. Konstrukční návrh zařízení pro plnění a uzavírání tub. Brno, 2024. Dostupné také z: <https://www.vut.cz/studenti/zav-prace/detail/158336>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky. Vedoucí práce Dominik Hermanský.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením Ing. Dominika Hermanského, Ph.D. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 24. 5. 2024

.....

Doležal David

Obsah

1	ÚVOD	13
2	SYSTÉMOVÝ ROZBOR PRÁCE	15
2.1	Problémová situace	15
2.2	Formulace problému	15
2.3	Cíle práce a řešení	15
2.4	Popis	15
2.5	Požadavky na zařízení pro plnění a uzavírání tub	16
2.6	Tuby	17
2.6.1	Rozměry tub	18
2.7	Plněné materiály	19
2.8	Volba tuby	19
3	PLNÍCI STROJE	21
3.1	Výrobci plnicích zařízení	21
3.1.1	Části zařízení	22
3.2	Senzory	22
3.3	Pohony	23
3.3.1	Elektrické pohony	23
3.3.2	Pneumatické pohony	25
3.3.3	Hydraulické pohony	25
3.4	Koncové efekty	25
3.5	Svařování tub	26
3.6	Stříhání	28
3.7	Plnění	31
3.8	Konstrukční proces	32
3.9	Mechanismy s přerušovaným pohybem	32
3.10	Normy	34
4	ZAŘÍZENÍ PRO PLNĚNÍ A UZAVÍRÁNÍ TUB	35
4.1	Průmyslové plniče tub	35
4.2	Vyhodnocení aktuálního stavu poznání	36
4.3	Návrh a předběžný výběr komponent	37
4.3.1	Zásobník	37
4.3.2	Indexový stůl	38
4.3.3	Podavač	38
4.3.4	Lůžko	38
4.3.5	Kalibrace	38
4.3.6	Plnění	38
4.3.7	Natavování	39
4.3.8	Svaření	39
4.3.9	Ostříh	39
4.3.10	Volná pozice	39
4.3.11	Vyhození	40
4.3.12	Skluz	40
4.3.13	Řízení	40
5	NÁVRH A VÝBĚR VHODNÉHO ŘEŠENÍ	41
5.1	Návrh zařízení pro plnění tub	42
5.2	Sestava rotačního stolu	42

5.3	Lůžko první návrh.....	43
5.4	Lůžko druhý návrh.....	44
5.5	Zakladač tub.....	46
5.6	Sestava kalibrace.....	49
5.7	Sestava nastavení orientace tub	50
5.8	Sestava plnění	52
5.9	Sestava předehřevu	54
5.10	Sestava svaření.....	56
5.11	Sestava ostříhu	57
5.12	Sestava vyhození.....	58
5.13	Sestava zásobníku	59
5.14	Sestava rámu stroje	61
5.15	Kompletní sestava – První návrh	62
5.16	Sestava horního rámu stroje.....	63
5.17	Kompletní sestava – Druhý návrh	64
5.18	Analýza a vyhodnocení navrhovaného řešení.	65
6	ZÁVĚR A DOPORUČENÍ PRO PRAXI.....	67
7	CITOVANÁ LITERATURA	69
8	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	73
8.1	Seznam tabulek	73
8.2	Seznam obrázků.....	73
8.3	Seznam příloh	74

1 ÚVOD

Tato diplomová práce je zaměřena na konstrukci zařízení pro plnění tub. Tuby jsou využívány v mnoha oblastech od potravinářského přes zdravotnický po farmaceutický průmysl. Každé z těchto průmyslových odvětví vytváří produkty v kapalně formě jako jsou například oleje, pasty, gely, krémy či sirupy. Všechny tyto produkty požaduje zákazník a firmy jim je rádi doručí. K tomuto účelu bývají velice často využívány tuby jako obalový materiál, v kterém je požadovaný produkt přepraven. Před samotnou dopravou musí být tuby naplněny. To lze řešit při kusové výrobě ručním naplněním a uzavřením tuby. Při velkosériové výrobě to nelze řešit jinak než plnicím zařízením. V dnešním průmyslu se pohybuje mnoho firem, které jsou renomovanými výrobci těchto zařízení. A ti nabízejí automatické plnicí zařízení pro malé i velké série.

Studijní obor Výrobní stroje, systémy a roboty jsou zaměřeny na stavbu a konstrukci precizních produkčních zařízení. Pro zlepšení představy při výuce v oblasti konstrukce plnicích zařízení se tato práce bude zabývat konstrukčním návrhem plnicího zařízení plastových tub.

Vzorem návrhu plnicího zařízení jsou průmyslově vyráběné plničky tub, které bylo možno dohledat. Z těchto zařízení jsou vybrány funkční celky, které jsou upraveny do vyhovující podoby pro použití v konstrukčním návrhu. Klíčové funkční celky zařízení byly kresleny dle dohledaných schémat v odborné literatuře a také za použití praktických konstrukčních zkušeností.

Výsledkem práce je konstrukční návrh plnicího zařízení.

2 SYSTÉMOVÝ ROZBOR PRÁCE

2.1 Problémová situace

Během výuky konstruování došlo na téma automatické linky na plnění a uzavírání plastových, kovových a aluminiových tub. Toto téma bylo dobře vysvětleno, ale dosud nebyla zpracována konstrukce pro bližší porozumění tohoto typu zařízení. Proto jsem se rozhodl provést konstrukční návrh zařízení pro plnění tub.

2.2 Formulace problému

Zhotovení konstrukčního návrhu zařízení pro plnění a uzavírání tub

2.3 Cíle práce a řešení

Navrhnutí zařízení určeného pro plnění plastových tub.

Cíle diplomové práce jsou:

- Provést rešerši zaměřenou na plnicí zařízení a vyhodnotit poznatky
- Navrhnout vhodné konstrukční celky
- Nakreslit 3D model zařízení
- Posoudit navrhovanou konstrukci výhody a nevýhody
- Navrhnout doporučení pro praxi

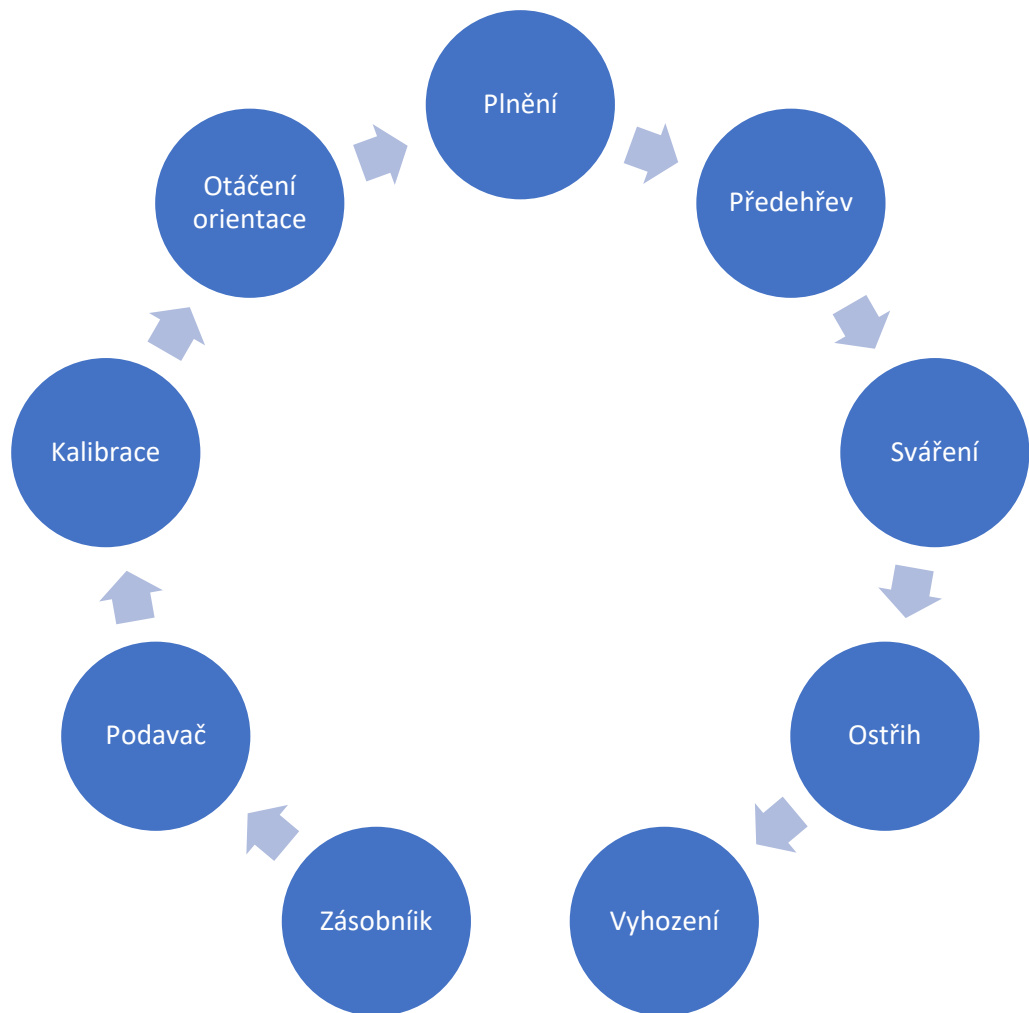
2.4 Popis

Diplomová práce se zabývá problematikou zařízení na plnění tub. V praktické části práce je řešena konstrukce zařízení pro plnění plastových tub, které jsou po naplnění uzavřeny svařením. Rychlost – takt zařízení je zamýšlen pro naplnění 25ti tub za minutu tj. 1500 tub za hodinu při dodržení ideálních pracovních podmínek na vstupu a výstupu stroje. Tento takt je teoretický, reálný takt lze zjistit po zhotovení a odladění zařízení při pracovním chodu.

Kreslené zařízení se skládá z jednotlivých funkčních bloků, tyto bloky jsou umístěny na základní desku v kruhu kolem rotačního indexového stolu (rotaty index table). Z levé strany je zařízení doplněno o zásobník na prázdné tuby. Na pravé straně je umístěn skluz pro odebrání naplněných tub.

Funkční celky jsou umístěny v návazném pořadí na potřebnou vykonanou činnost. První blok je umístěn u zásobníku na prázdné tuby vlevo, kde podavač odebírá jednotlivé tuby ze zásobníku a provádí založení do lůžka rotačního stolu. Po založení tuby dojde k potvrzení založení od čidla a následně se dá stůl do otáčení. Otočením se dostane do druhé polohy, kde dojde ke kalibraci založení tuby do lůžka, případnému dosednutí tuby na dno lůžka. To je podstatné pro plynulý chod zařízení. Po zkalibrování dochází k posunutí tuby do další pozice. V této pozici dojde k nadzdvížení lůžka s tubou a k jejich rotaci kolem osy lůžka. Rotací dojde ke správnému natočení tuby tak aby terčík na tubě směřoval do předem nastaveného místa. To

je podstatné, aby byl proveden svar ve správném místě. Následně jde tuba do následující pozice zde je tuba zdvižena do pece, kde je předehřátá na tavnou teplotu. Následně jde tuba do další pozice, kde je za pomoci čelistí svařena. V předposlední pozici je tuba ostřížena. V poslední pozici je hotová tuba vyhozena ven ze zařízení.



Obr. 2.1 Schéma plnicího zařízení

2.5 Požadavky na zařízení pro plnění a uzavírání tub

- Takt zařízení 1500 ks/hod – 25ks/min
- Možnost použít různé druhy plastových tub
- Bezproblémový chod
- Minimalizace servisu
- Snadná čistitelnost, údržba

2.6 Tuby

Tuby jsou vyráběny v mnoha provedeních jak tvarově, tak délkově. Jako materiál těla tuby bývá použit plast, kov anebo laminát.

Plastové provedení trubek má výhody v jejich dobré odolnosti vůči rozbití jejich nízké hmotnosti a nepropustnosti. Další velkou výhodou plastové tuby je její paměť po zmáčknutí se vrací do původního tvaru. Svůj tvar si zachovává po celou dobu životnosti obalu.

Kovové tuby mají výhodu v absenci zpětného sání to znamená, že při vymáčknutí obsahu nedochází k zpětnému nasátí vzduchu dovnitř obalu tím nedochází ke kontaminaci vytlačovaného produktu.

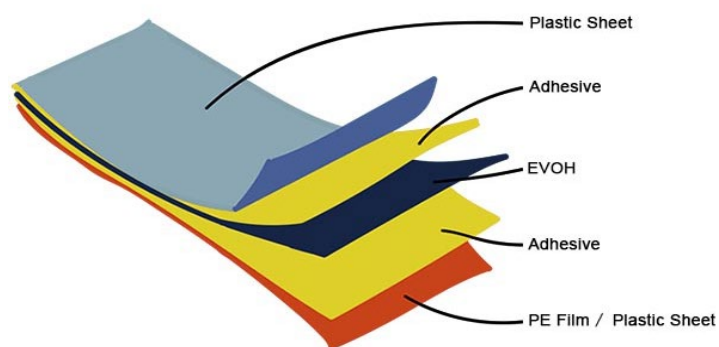
Laminátové tuby kombinují vlastnosti předešlých tub, kde se bariérové vlastnosti blíží kovovým tu vám a zároveň je zachována paměť po zmáčknutí.

Monovrstva

- Polyethylenové tuby
- Polypropylenové tuby
- Polyethylentereftalátové tuby

Laminátové tuby

Vícevrstvé provedení, na Obr. 2.2 je zobrazena varianta pěti vrstvého obalu.



Obr. 2.2 Pětivrstvý obal tub [19]

Na Obr. 2.3 jsou zobrazeny některé z variant provedení tup.



Obr. 2.3 Tvary tub [26]

2.6.1 Rozměry tub

V tabulce níže ([1]Tab. 2.1) jsou uvedeny používané rozměry válcových tub.

Tab. 2.1 Rozměry tub [1]

Objem tuby	Průměr tuby (mm)													
	Ø13	Ø16	Ø19	Ø22	Ø25	Ø30	Ø35	Ø38	Ø40	Ø45	Ø48	Ø50	Ø55	Ø60
2ml	45													
3ml	49													
5ml	60	50												
8ml		62	50											
9ml		66	55											
10ml		70	60											
12ml		81	68											
15ml		97	80	66										
20ml			98	81	69									
25ml			118	96	80									
30ml				110	91	70								
35ml				124	102	78								
40ml					112	86								
45ml					132	95	85							
50ml					142	103	90							
55ml						111	95							
60ml						118	100	88						
65ml						125	106	93	87					
70ml						132	111	98	92					
75ml						139	117	103	97					
80ml						146	123	108	102					
85ml						153	128	113	107	92				
90ml						160	134	118	112	96				
95ml							140	123	117	100				
100ml							145	128	122	104				
105ml							150	133	127	108				
110ml							160	138	131	112	100			
115ml							165	143	135	116	103			
120ml							170	148	139	120	106			
125ml								153	143	124	109			
130ml								158	147	128	112	110		
135ml								163	151	132	115	113		
140ml								168	155	136	118	116		
145ml								173	159	140	121	119		
150ml								178	163	144	124	122		
155ml									167	148	127	125		
160ml									171	152	130	128		
170ml									179	160	136	134		
180ml										168	142	140	126	
190ml										176	148	146	133	
200ml										184	154	152	140	120
210ml											160	157	147	124
220ml											166	162	154	128
230ml											172	167	161	132
240ml											178	172	168	136
250ml											184	177	175	140
300ml												206	187	160
375ml														190

2.7 Plněné materiály

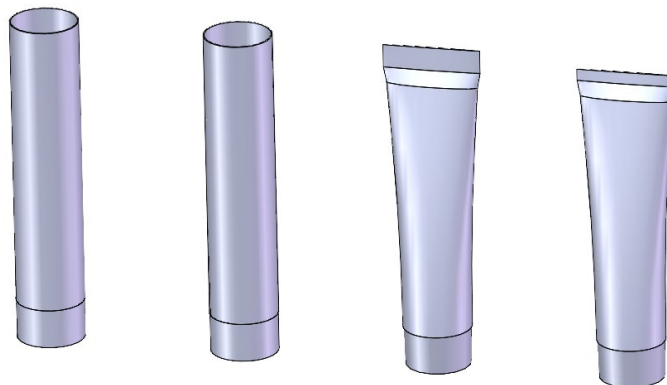
Tuby lze plnit různými materiály některé z nich jsou v níže vyjmenovány:

- pasty
- oleje
- krémy
- vosky
- sirupy
- přesnídávky
- brusné pasty
- gely

Zvolený plněný materiál bude zubní pasta.

2.8 Volba tuby

Zvolená tuba pro plnění v zařízení bude tuba vyrobená z C/LDPE, tento materiál se běžně používá pro tuby na zubní pasty. Rozměr tuby je zvolen průměr 35 mm a výška hotové tuby 165 mm. Tloušťka stěny tuby bude 0,3 mm. Níže na Obr. 2.4 je vyobrazen Layout tuby, kde jsou vidět jednotlivé stavy tuby v procesu plnění. Nejvíce vlevo je prázdná tuba, která se vkládá do zásobníku. Druhá v pořadí je otevřená tuba s náplní. Třetí v pořadí je svařená tuba. Čtvrtá v pořadí je finální ostřížená tuba.



Obr. 2.4 Layout tuby

3 PLNÍCI STROJE

Plnicí stroje vyrábí mnoho renomovaných firem, které tyto stroje vytváří ve špičkové kvalitě za použití nejmodernějších technologií, kde jsou často nahrazovány dříve mechanické prvky – převodovky, vačky, táhla a jiné. Jako náhrada slouží servopohony, krokové motory, pneumatické válce osazené čidly a jiné.

Plnicí zařízení jsou vyráběna v různých variantách. Jak pro kusovou výrobu, tak pro malosériovou i velkosériovou. Plnicí zařízení pro kusovou výrobu jsou většinou složeny z ručního zakladače ručního posouvání založeného lůžka poloautomatického plniče a následně dokončující operace sváření nebo ohýbání. Plnicí stroje pro malé série jsou kompaktní stroje, které mají zásobník na menší množství tub a zásobník na plněnou směs. To velko sériové plniče tub jsou rozsáhlé konstrukční celky, které obsahují několik plnicích hlav kde se plní tři i více tub současně tomu odpovídají i zbylé části stroje kde je většinou umístěn velký zásobník který umožňuje odebírat tuby ze dvou stran případně je zvolen zakládací robot, který odebírá prázdné tuby přímo z palety.

3.1 Výrobci plnicích zařízení

Průmyslová výroba vyžaduje plnění tub kapalinami. Pro co nejefektivnější a cenově dostupné plnění si výroba vyžaduje plnicí zařízení. Na tyto požadavky se zaměřilo mnoho firem, které tyto zařízení vyrábí. Někteří výrobci jsou uvedeni v Tab. 3.1 .

Tab. 3.1 Největší světový výrobci plnicích zařízení [2]

Výrobce plnicích strojů	Sídlo
IWK	Bádensko-Württembersko, Německo
TGM	Urgnano (BG), Itálie
NORDEN	Kalmar, Švédsko
PACK LEADER	Taichung, Tchaj-wan
AIPAK	Čína
JORNEN MACHINERY CO., LTD.	Čína
CITUS KALIX	Courcouronnes, Francie
AXOMATIC GROUP	Settimo Milanese, Itálie
NIMA ERRE.TI PACKAGING	Paderno Dugnano, Itálie
PROSYS SERVO FILLING SYSTEMS	Missouri, USA

3.1.1 Části zařízení

Zařízení naplní tub se skládá z následujících částí:

- Zásobník
- Podavač
- Otočný stůl
- Zakladač
- Kalibrace
- Profuk
- Plnění
- Nahřívání
- Sváření
- Ostřih
- Volná pozice
- Vyhazovač
- Skluz
- Rám stroje
- Krytování

3.2 Senzory

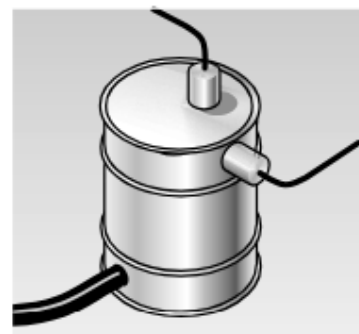
Senzory jsou používány tam kde je zapotřebí určit změny stavu. Dle typu snímaného stavu se určuje vhodný typ senzoru. Ty umožňují automatizovat dílčí procesy zařízení.

Indukční senzory

Jde o bezkontaktní senzor, který je schopen detekovat kovové objekty nacházející se v jeho měřicím poli. Složen bývá obvykle ze čtyř hlavních celků, a to je indukční cívka, oscilátor, detekční obvod, kryt. [3]

Kapacitní senzory

Kapacitní snímače (Obr. 3.1) pracují na principu vyhodnocení změny kapacity elektrického pole kondenzátoru. To umožňuje registrovat i nekovové materiály které mají dostatečně vysokou permitu. Výhodou těchto senzorů je schopnost indikovat výskyt materiálů přes stěnu nádoby. [4]



Obr. 3.1 Snímání přítomnosti kapaliny [4]

Ultrazvukové senzory

Ultrazvukové senzory pracují ve frekvenčním rozsahu od 20 do 60 kHz. Princip funkce spočívá ve vysílání signálů a měření času za který se signál vrátí do vysílače k předmětu a zpět. Jako vysílače a zároveň i přijímače se nejčastěji používá piezoelektrický měnič. [3]

Optické senzory

Optické senzory používají pro detekci přítomnosti objektu světlo. Skládají se ze senzoru, řídicí jednotky a výstupu. Senzor se skládá z vysílače a přijímače, vysílač bývá led dioda a přijímač fotodiody. Řídicí jednotka zajišťuje rozpoznání signálu ze snímače a zajišťuje výstupní signál. [5]

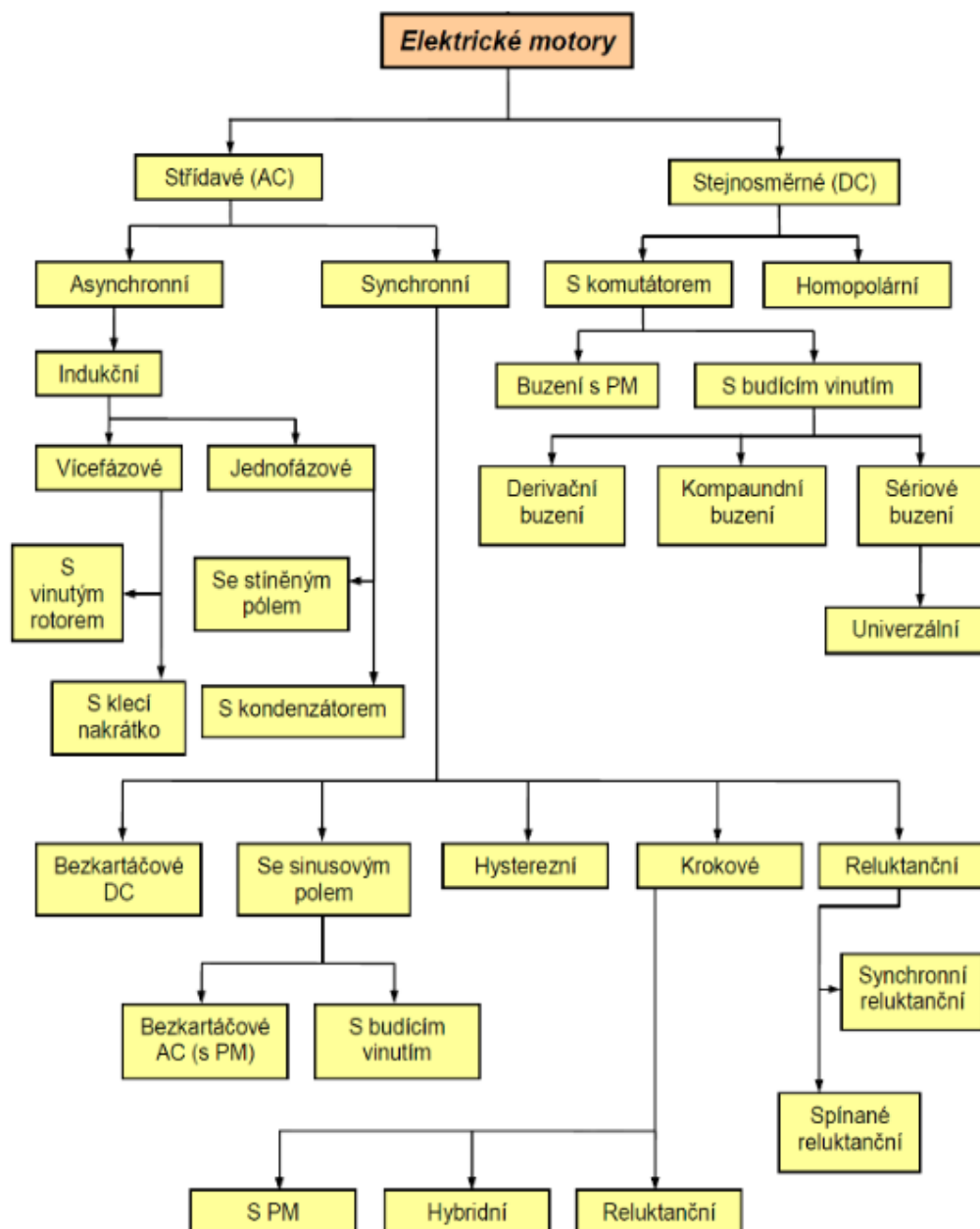
3.3 Pohony

Je mnoho způsobů, jak zařízení rozpohybovat, níže je uveden přehled použitelných pohonů.

3.3.1 Elektrické pohony

Elektrické pohony patří mezi nejrozšířenější pohony ze všech jde o jeden z nejefektivnějších způsobů, jak zařízení rozpohybovat. Elektrické motory jsou vyráběny v mnoha variantách lze je rozdělit do podskupin kde jsou hlavní dvě skupiny, a to motory střídavé a motory stejnosměrné. V Tab. 3.2 jsou rozepsány další podskupiny.

Tab. 3.2 Elektrické motory rozdělení [27]



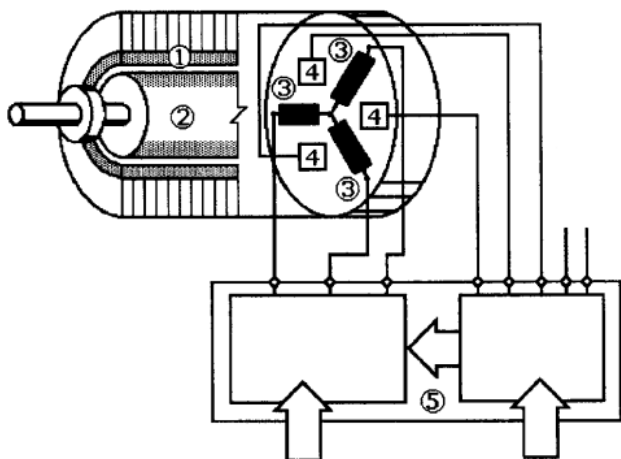
Servomotory

Stejnoseměrné motory s permanentními magnety

Jde o spolehlivé motory s vysokou účinností, vysokým momentem a lineární křivkou jak momentu, tak rychlosti. K jejich popularitě velice přispělo použití permanentních magnetů nové generace vyrobené z neodymu-železa-boru. To také umožnilo zmenšení velikosti a snížení hmotnosti. [6]

- Kartáčové stejnosměrné motory
- Diskové stejnosměrné motory
- Skořepinové stejnosměrné motory
- Bezkomutátorové stejnosměrné motory

[6]



Obr. 3.2 Bezkomutátorový stejnosměrný motor [6]

Bezkomutátorové stejnosměrné motory (Obr. 3.2) mají výrazné výhody které vyplývají z elektronické komutace. Nedochází k opotřebením díky absenci kartáčů. Díky tomu v motoru nevznikají jiskry způsobené vznikem elektrického oblouku mezi rotorem a kartáčem. Dále je tímto minimalizováno riziko elektromagnetického rušení a nedochází ke vzniku a radiových vln. Tyto motory dosahují vyšší efektivity a mohou pracovat při vyšších otáčkách než klasické kartáčové motory. Je možno dosáhnout až 50 000 ot/min běžná horní

hranice kartáčových motorů je 5000 ot/min. Mezi nevýhody patří vyšší pořizovací cena, složitější ovládací elektronika a náročnější otočení směru smyslu otáčení. Kde musí být obráceno pořadí přívodu proudu do budících cívek. [6]

Krokový motor

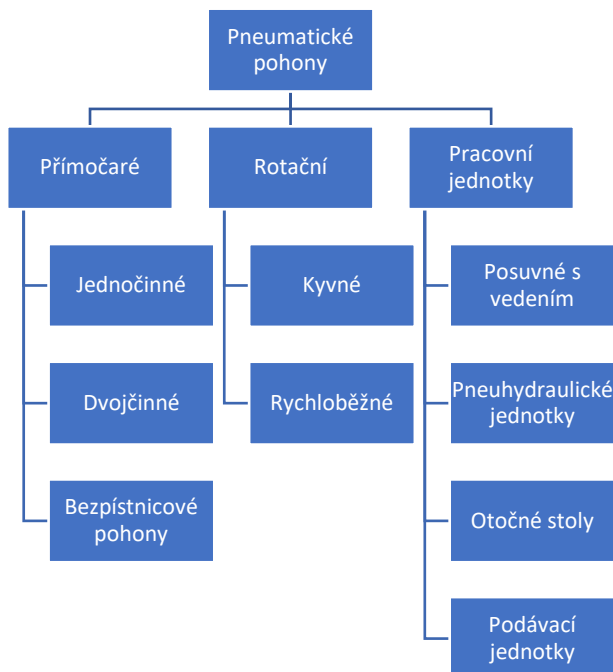
- Krokové motory s permanentními magnety
- Krokové motory s proměnou regulací
- Hybridní krokové motory

[6]

3.3.2 Pneumatické pohony

Základní pneumatické pohony lze rozdělit dle Tab. 3.3.

Tab. 3.3 Rozdělení pneumatických motorů [3]



Pneumatické pohony mají výhody ve své spolehlivosti jednoduchosti a nízkými zástavbovými požadavky.

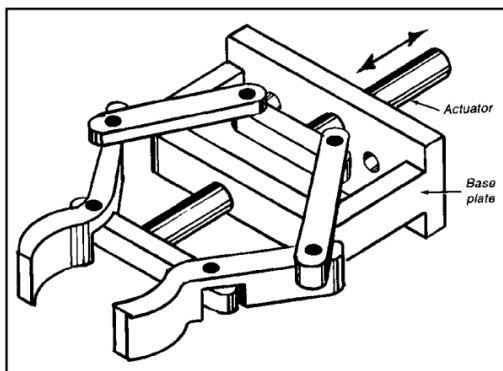
3.3.3 Hydraulické pohony

V práci nebudou použity.

3.4 Koncové efektory

Koncovými efektory (Obr. 3.3) vybavujeme manipulační zařízení pro zlepšení jejich schopnosti uchopovat přidržovat či přenášet předměty různých tvarů, objemu i hmotností. Pro každý typ předmětu bývá zhotoven specifický typ efektoru, kde je dbán důraz na spolehlivost žádané funkce, jednoduchost konstrukce a snadnou výrobitelnost.

Uchopování objektů koncovými efektory probíhá mechanickým sevřením, přísátím valuací nebo použitím elektromagnetu. Mechanické efektory patří mezi nejpoužívanější typ efektorů. Ty lze rozdělit na mechanicky pasivní a aktivní. Pasivní efektory jsou například lůžka, vidličky či trny. Uchopení probíhá nasunutím či prostrčením a odložení vyháknutím nebo stržením. Aktivní efektory mají pohyblivé čelisti, kde dochází k uchopení předmětu za pomoci nůžek, vidliček, přísavek nebo elektromagnetů. Pohony mechanických chapadel mohou být provedeny pneumatickými nebo hydraulickými válci a elektromotory. [7]



Obr. 3.3 Koncový efektor [6]

3.5 Svařování tub

Metoda svařování tub je volena dle požadovaných parametrů stroje. Mezi hlavní typy svařecích metod patří:

- Kontaktní svařování
- Teplovzdušné svařování
- Bezkontaktní svařování teplem
- Ultrazvukové svařování
- Impulzní svařování

Mezi nejvíce používané typy svařování patří teplovzdušné a ultrazvukové svařování.

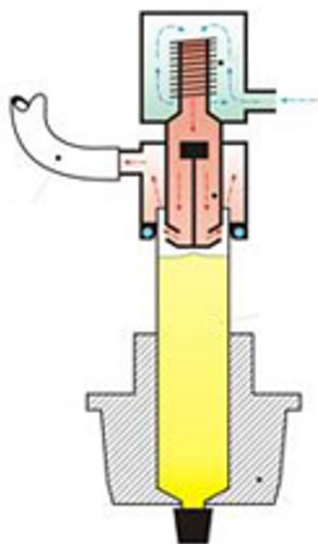
Horkovzdušné svařování je ideální způsob svařování, při kterém dosáhneme kvalitního spoje při zachování vysoké rychlosti stroje. Může být použit na různé typy materiálu při zachování vysoké kvality spoje. (LDPE, MDPE, HDPE, PP). Tento typ svařování je vhodný pro zařízení s vysokou rychlostí taktu a velké série nad 20 000 tub, a to z důvodu vyšších nákladů na tuto technologii. Kde je nutno na každý typ svařené tuby použít speciální trysku která bude přesně přiléhat a těsnit. To zvyšuje náklady na tuto technologii při změně tvaru tuby.

[8]

Oproti tomu, pokud jde o malou sérii nebo malé série různých typů tub je vhodné použít metodu ultrazvukového svařování. Tato metoda

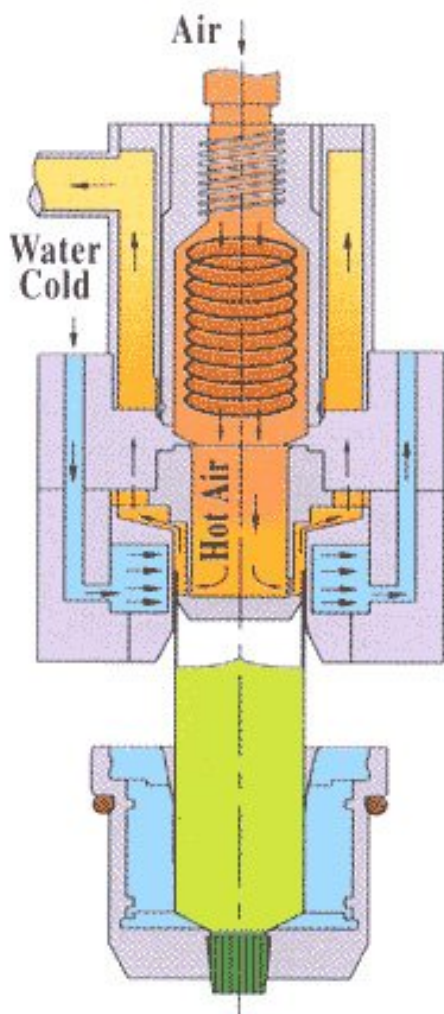
[8]

Horkovzdušné svařovací hlavy mohou být zhotoveny v různých provedeních. Jedna z variant těchto provedení je jednoduchá svařovací hlava viz Obr. 3.4 . Z obrázku je patrný princip funkce této svařovací hlavy. Zleva je přiváděn chladný vzduch ohřívací spirály



následně je vháněn do spirály, ze které je tlačěn do trysky z té vychází ohřátý vzduch, který natahuje vnitřní stranu plastové tuby. Následně jde vzduch do lapače, z kterého je odváděn do výfuku. V této konstrukci je výhoda její jednoduchost, protože zde není zapotřebí konstrukce chladícího okruhu. Konstrukce s chladícím okruhem je vyobrazená na následujícím Obr. 3.5 .

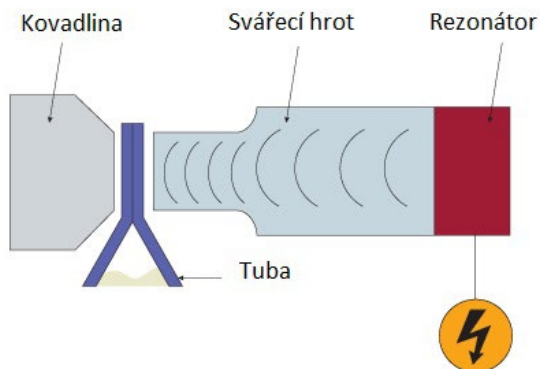
Obr. 3.4 Ohřívací hlava [20]



Obr. 3.5 Ohřívací hlava s chladícím okruhem [8]

Ultrazvukové svařování

Jde o metodu, kdy pro zavaření tu by jsou použity vysokofrekvenční vibrace kde dojde ke stlačení tuby svářecím hrotem o kovadlinu. Vibrace ohřejí plast tuby v oblasti spoje dojde k roztavení plastu a uzavření konce tuby. Ultrazvukové svařování je snazší na výrobu má jednodušší konstrukci viz Obr. 3.6 ale zároveň i nižší výkon. Používá se pro zařízení, které je určeno pro menší série. Čas zatavení tuby je několikanásobně vyšší oproti použití horkovzdušné hlavici. [9]



Obr. 3.6 Ultrazvukové svařování [9]

Ohřívací hlava s chladícím okruhem

Na Obr. 3.5 je zakreslen řez ohřívací hlavou. V hlavě jsou zabudovány dva samostatné okruhy. Jeden pro ohřev vnitřní strany tuby a druhý pro ochlazování vnější strany. Vnitřní okruh je vyhříván topnou spirálou na požadovanou teplotu. Teplota je určena dle daného materiálu tuby a její tloušťky. Spirálou proudí stlačený vzduch, který se žene do trysky, která směřuje proud horkého vzduchu pouze do místa svaru. Odkud je vytlačován zpět do hlavy a následně do výfuku. Vnější okruh tvoří kanály kolem vnější strany tuby. Vnější okruh ochlazuje proud chladné kapaliny.

ale zároveň i nižší výkon. Používá se pro zařízení, které je určeno pro menší série. Čas zatavení tuby je několikanásobně vyšší oproti použití horkovzdušné hlavici. [9]

Svářecí hrot musí být zhotoven tak aby rezonoval na dané frekvenci kterou vyvíjí rezonátor. To může být například 22 kHz +/- 200 Hz, proto je nutné tyto sondy kontrolovat za použití numerických metod kde zjistíme všechny

rezonanční frekvence daného hrotu. Po od simulování je nezbytné tvar hrotu a jeho rozměry upravit tak aby rezonoval v potřebném frekvenčním rozsahu. [10]

Další možností, jak utěsnit tuby je použití vyhřívaných čelistí. To je ovšem nevýhodné, protože svarový spoj vypadá nevzhledně. Samotné provedení svaru je časově náročnější oproti horkovzdušnému svařování. A také může docházet k nalepování roztaveného plastu na čelisti. [9]

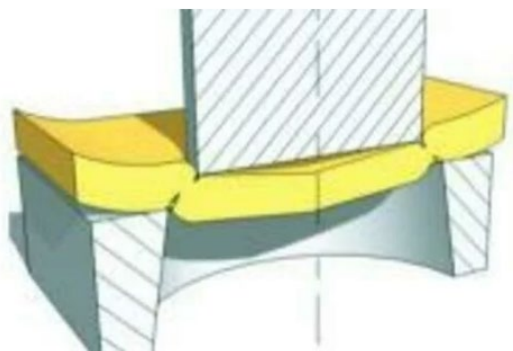
Pro uzavírání kovových tub se používá metoda krimpování. Kde dochází k několika násobnému přehnutí konce tuby a tím docílení jejího utěsnění. [9]

„Svařování plastů je technologie spojování dílů z plastů za použití tepla nebo tlaku s přídatným materiálem nebo bez něho, přičemž se ve svařovací zóně spojovaných ploch nachází materiál ve viskózně-tekutém stavu. Svařování plastů lze použít pouze pro termoplasty, které se dají přivedeným teplem převést do plastického, popř. tekutého stavu. Reaktoplasty nelze svařet, protože po zpracování jsou dále již netavitelné, nelze je již převést do plastického stavu. Výhodné jsou termoplasty s širokou oblastí viskózního stavu (horní a spodní teplotou teploty tání resp. teploty viskózního toku) a termoplasty s pozvolným přechodem do tekutého stavu, např. PVC, PS, PE, PP. Termoplasty se strmým přechodem, např. PA, jsou pro svařování méně vhodné. Ještě větší opatrnosti je nutné dbát u termoplastů náchylných k oxidaci za vyšších teplot, např. u POM. Při použití dvou odlišných druhů plastů nebo např. u plněných plastů, a to jak u základního materiálu, tak i mezi přídatným a základním materiálem, je potřeba uvažovat s výrazným poklesem pevnosti svarového spoje. Tyto svarové spoje nemohou splňovat náročné podmínky, kladené na jejich pevnost a jsou určeny pouze pro podřadné účely.“ [11]

3.6 Stříhání

Stříhání svařených tub je technologický proces plošného stříhání. Při tomto procesu lze použít střížníky i střížnice jak rovnoběžné, tak se skloněnými noži. S ohledem na daný materiál – plast který bude při stříhu předehřát. Není nezbytné použít skloněné ostří, to se používá především ke snížení střížné síly při náročných střízích. V tomto případě bude plně dostačovat rovné ostří. [12]

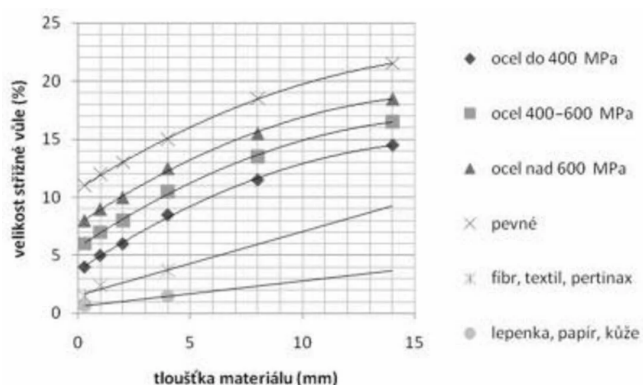
Průběh stříhu Obr. 3.7 lze rozepsat na tři navazující části. Nejprve dochází k deformaci stříhaného materiálu stlačením střížníku, který stlačuje materiál pružnou deformací proti



Obr. 3.7 Průběh stříhu [12]

střížnici. Je důležité, aby byla mezi střížníkem a střížnicí správná střížná vůle. Dále dochází k překonání meze kluzu a ke vzniku trvalé deformace to bývá u plechů 10-25% tloušťky stříhaného materiálu. V poslední části dochází k překročení meze pevnosti, po obvodu střížníku začnou vznikat trhliny které se šíří, dokud se celé místo stříhu neoddělí. [12]

Střížná vůle Obr. 3.8 je významný parametru v procesu stříhání. Nastavením správné střížné vůle dosílíme vzniku velice čistého stříhu. Při velké střížné vůli dochází ke vzniku otřepů na stříhané hraně a zároveň dochází ke zvyšování střížné síly vznikem ohybových momentů. Malá střížná vůle způsobuje ohlazení stříhaného materiálu. Střížná vůle se volí dle norem – tabulek případně dle zkušenosti konstruktéra rozmezí volené vůle bývá mezi 3 až 20% tloušťky plechu. V konstrukcích bez přidržovače u jednostranného stříhu se toto rozmezí pohybuje od 1 do 3% tloušťky plechu [12]



Obr. 3.8 Střížná vůle [12]

Výpočet střížné síly

F_s – velikost střížné síly

s – tloušťka plechu [mm],

O – střížný obvod [mm],

t_s – napětí ve smyku, stříhová pevnost

S – plocha průřezu ve střížné rovině

$$F_s = (1,1 \div 1,3) \cdot O \cdot s \cdot t_s \quad [\text{N}] \quad (3.1)$$

$$S = O \cdot s \quad [\text{mm}^2]. \quad (3.2)$$

$$t_s = R_m \cdot 0,8 \quad [\text{MPa}] \quad (3.3)$$

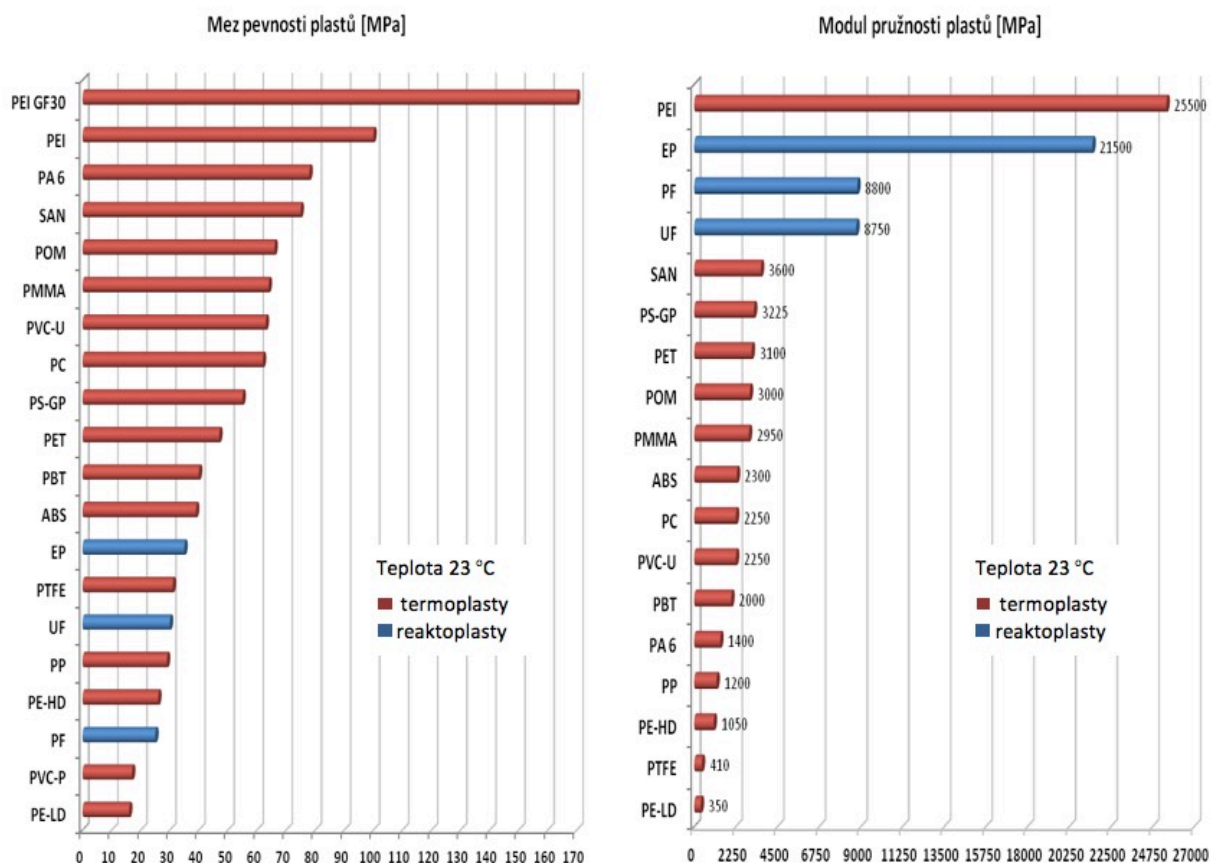
[13]

$$S = O \cdot s = 55 \cdot 0,8 \quad [\text{mm}^2] \quad (3.4)$$

$$t_s = 0,8 \cdot R_m = 0,8 \cdot 30 = 24 \quad [\text{MPa}]. \quad (3.5)$$

$$F_s = (1,1 \div 1,3) \cdot O \cdot s \cdot t_s = 1,1 \cdot 55 \cdot 0,8 \cdot 24 = 871,2 \quad [\text{N}] \quad (3.6)$$

Střížná síla potřebná k ostřížení zataveného konce je cca 900 N při teplotě 23 °C, stříhaný materiál bude předežhřát proto by tato síla měla být nižší v závislosti na teplotě v době stříhu. Zvolená pevnost materiálu byla dle Obr. 3.9 pro PE-HD 30 MPa. V případě použití lehkého PE-LD by byla střížná síla nižší.



Obr. 3.9 Mechanické vlastnosti polymerů [23]

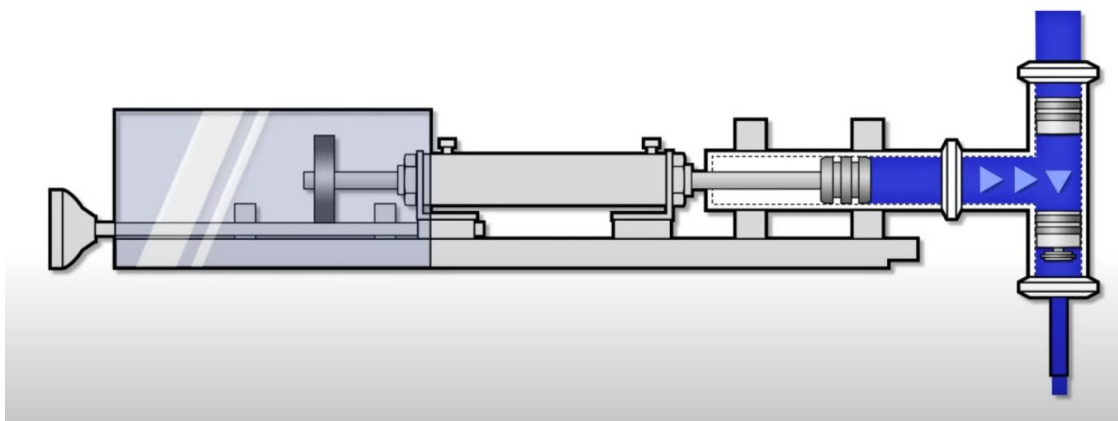
3.7 Plnění

Způsoby plnění

- Pístové plničky
- Šnekové plničky

Pístová plnička

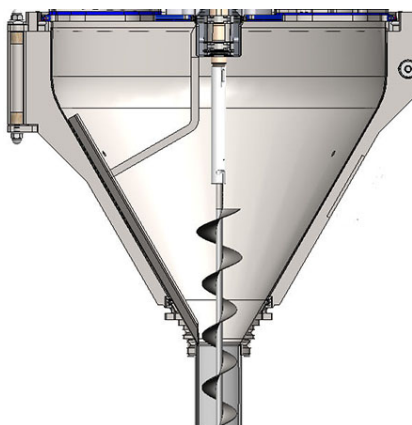
Plnění za pomoci pístové ho plnicího zařízení je vhodný zejména pro kapaliny. V případě použití pro méně viskózní kapaliny je nutno použít vhodnou trysku. Tento typ plnění umožňuje snadné nastavení požadovaného objemu plnění. Toho lze dosáhnout omezením či zvýšením rozsahu pohybu vytlačovacího pístu. Proces dávkování probíhá nasáním kapaliny za pomoci zatažení plnicího pístu, který ze zásobníku přes jednosměrný ventil vtáhne kapalinu do komory. Po naplnění komory, dosažení koncové polohy pístu je pohyb reverzován tím dojde k uzavření vstupního zpětného ventilu a následnému otevření výtlačného ventilu. Vysunutím pístu do koncové polohy je vytlačena nastavená dávka objemu kapaliny. Následně se cyklus opakuje zasouváním pístu, uzavřením výtlačného ventilu a otevřením sacího. Dávkovaný objem lze upravit po každém jednotlivém cyklu za pomoci změny dráhy pístu posunutím koncové polohy dorazu. Příklad pístové plničky je na Obr. 3.10



Obr. 3.10 Pístové dávkování [24]

Šneková plnička

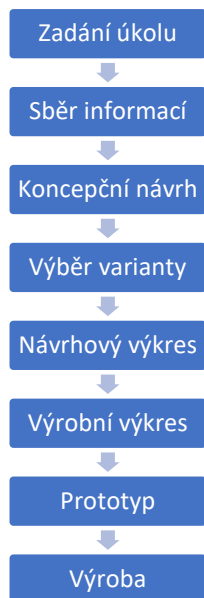
Použití šnekového plničky je vhodné zejména tam kde je zapotřebí dodávat objem plněné hmoty bez ohledu na zvýšenou přesnost dávkování. Šneková plnička dokáže během krátkého času přemístit velký objem plněné směsi. Příklad šnekového plnění je vyobrazen na Obr. 3.11. V tomto případě šnek neustále vyvozuje konstantní tlak v místě výtlačku z hrdla bez ohledu na vytlačený objem směsi.



Obr. 3.11 Šnekové plnění [25]

3.8 Konstrukční proces

Konstrukční proces začíná zadáním konstrukčního úkolu, kde je dána jasná posloupnost plnění konstrukční činnosti viz Obr. 3.12



Obr. 3.12 Schéma konstrukčního procesu [14]

Zadání konstrukčního úkolu začíná definováním účelu zařízení, kde je nezbytné jasně definovat základní požadované technické parametry včetně zamýšlené délky životnosti. Po zadání úkolu nastává rešerše relevantních informací daného tématu. Kde je nezbytné zjistit současný stav techniky v okruhu dané problematiky. K tomu mohou dopomoci odborné knihy, časopisy či články a weby zabývající se danou problematikou. Po získání dostateku informací nastává krok vzniku koncepčního návrhu. Jde o hrubý návrh daného zařízení, kde jsou rozměrově i zástavbové umístěny všechny dílčí celky. V tomto návrhu je jasně viditelné, zda všechny návazné celky mohou spolupracovat bez větších obtíží. Obvykle bývá zpracováno více koncepčních návrhů. Dalším krokem je z těchto návrhů vybrat optimální řešení které bude nejlépe splňovat požadovanou funkci, vyrobitelnost a cenu. Následuje zhotovení návrhového výkresu, kde je hlavním výstupem

návrhová sestava, která obsahuje základní údaje o zařízení a zároveň slouží jako vstup pro tvorbu výrobních výkresů. Po odsouhlasení návrhových výkresů začíná to tvorba výrobních výkresů. Dle těchto výkresů je zhotoven prototyp zařízení. Při výrobě prototypu je nezbytné odladit celkovou sestavu včetně výrobních výkresů tak aby odpovídaly skutečnosti a zároveň následná opakovaná výroba byla bezproblémová. [14]

3.9 Mechanismy s přerušovaným pohybem

Tyto mechanismy převádí plynulý pohyb na pohyb přerušovaný. Tyto mechanismy jsou obvykle použity přesné mechanice nebo hodinářství jako motorické soustrojí.

Výhody těchto soustrojí

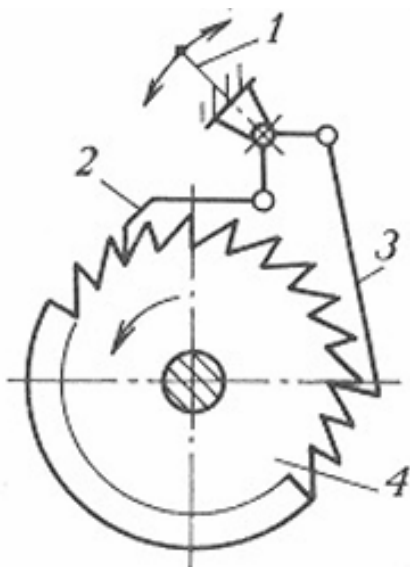
- Schopnost pracovat velmi rychle
- Schopnost jemného řízení dynamiky soustrojí
- Pevně nastavené meze pohybu

Nevýhody

- Náročná konstrukce včetně montáže
- Významné pasivní odpory
- Hlasitý chod
- V komponentech narůstají významné setrvačné síly vlivem vysokých rychlostí a zrychlení
- Riziko protočení prvku

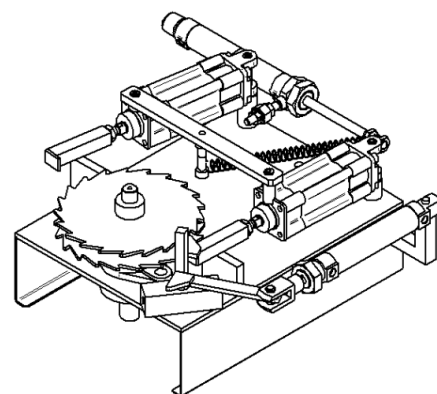
[15]

Na Obr. 3.13 je zobrazen západkový plavací mechanismus který umožňuje krokové otáčení. To by bylo možné řešení pro otočný stůl. Kde by musel být počet zubů a délka ramen z jejich krokem uzpůsobeny tak aby bylo docíleno osmi zastavení při dodržení stejného úhlu otočení při každém kroku. Provedení tohoto mechanismu by mohlo být za použití



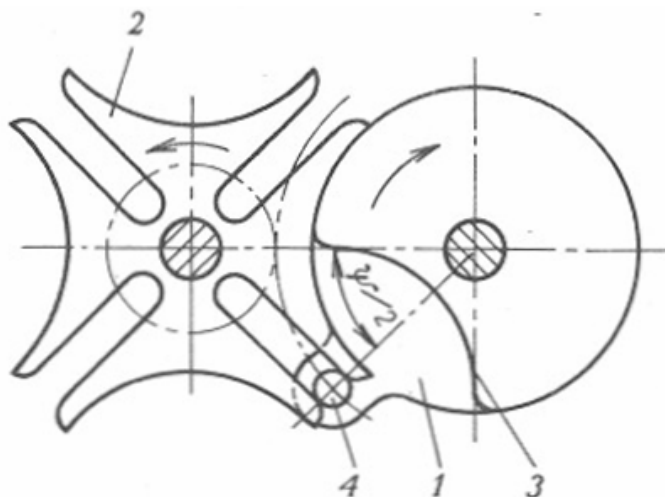
Obr. 3.13 Západkový podávací mechanismus se dvěma západkami [15]

pneumatických válců, jak je znázorněno na Obr. 3.14 kde je zhotoven obousměrný pneumatický krokový motor. Pro použití v práci by mohl být zjednodušen odebráním jednoho směru otáčení.



Obr. 3.14 Obousměrný pneumatický krokový motor [28]

Nejvhodnější variantou by byl jednozubý stavítkový mechanismus s maltézským křížem viditelný na Obr. 3.15. Kde je vyobrazen mechanismus pro čtyři kroky v práci by musel být upraven pro osm kroků.



Obr. 3.15 Jednozubý stavítkový mechanismus s maltézským křížem [15]

3.10 Normy

Výběr norem zabývajících se problematikou konstrukce plnicího zařízení

ČSN EN 1672-1 – Potravinářské stroje – Základní pojmy – Část 1: Bezpečnostní požadavky

ČSN EN 1672-2 – Potravinářské stroje – Základní pojmy – Část 2: Hygienické požadavky a požadavky na čistitelnost

ČSN EN 15165 – Potravinářské stroje – Tvarovací stroje – Bezpečnostní a hygienické požadavky

ČSN EN 12463 – Potravinářské stroje – Plnicí stroje a vyměnitelná příslušenství – Bezpečnostní a hygienické požadavky

ČSN EN 415-3 – Bezpečnost balicích strojů – Část 3: Tvarovací, plnicí a uzavírací stroje, plnicí a uzavírací stroje

ČSN EN 15180 – Potravinářské stroje – Dávkovače potravin – Bezpečnostní a hygienické požadavky

Nařízení evropského parlamentu a rady (EU) 2023/1230 ze dne 14. června 2023 o strojních zařízeních a o zrušení směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES a směrnice Rady 73/361/EHS

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/42/ES ze dne 17. května 2006 o strojních zařízeních a o změně směrnice 95/16/ES

[16]

4 ZAŘÍZENÍ PRO PLNĚNÍ A UZAVÍRÁNÍ TUB

4.1 Průmyslové plniče tub

Jako inspirace pro tuto práci byly použity plnicí stroje průmyslových výrobců. Na Obr. 4.1 níže je plnicí stroj který umožňuje plnit hliníkové tuby různými druhy kapalin, které po naplnění uzavře za pomoci krimpovacího mechanismu a následně vylisuje datum nebo označení šarže. Technické parametry jsou uvedeny v Tab. 4.1.



Obr. 4.1 Plnicí stroj na hliníkové trubky NEWECO NTA-400A [17]

Tab. 4.1 Technické parametry stroj NEWECO NTA-400A [17]

Technické parametry	
Model	NTA-400A
Výstup	35tub/min
Příkon	3.6 kW
Spotřeba vzduchu	500 l/min
Rozměry	1720 × 1250 × 1870 mm
Hmotnost	362 kg

Na Obr. 4.2 je stroj SZT-60 pro plnění a uzavírání plastových tub. Technické parametry jsou uvedeny v Tab. 4.2.



Obr. 4.2 Stroj na plnění a uzavírání plastových trubek [18]

Tab. 4.2 Technické parametry stroj SZT-60 [18]

Technické parametry	
Model	SZT-60
Výstup	40-60tub/min
Příkon	-
Spotřeba vzduchu	300 l/min
Rozměry	2180 × 930 × 1870 mm
Hmotnost	700 kg

4.2 Vyhodnocení aktuálního stavu poznání

Dříve byly pohony plnicích zařízení na tuby vyráběny převážně v mechanické formě, kde docházelo za pomoci převodu ke změně rotačního pohybu na pohyb jiný dle potřebné funkce pomocí vhodně zvoleného mechanismu. Nyní výrobci přecházejí k řešení za použití elektronického řízení což umožňuje vynechání některých výrobně složitých mechanických celků a dochází k jejich nahrazení elektronickou variantou. Kde jsou obvykle použity krokové motory nebo servomotory případně pneumatické pohony. To bude zahrnuto do konstrukčního řešení zařízení pro plnění tub.

4.3 Návrh a předběžný výběr komponent

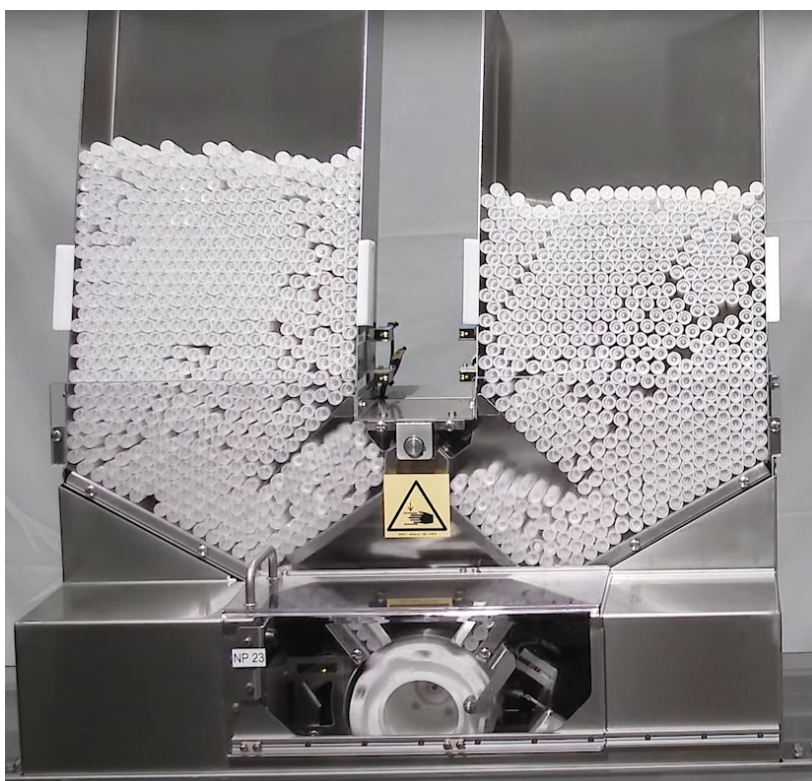
Na obrázku Obr. 2.1 je znázorněno zamýšlené zařízení formou blokového schématu.

Ve schématu jsou zakresleny veškeré hlavní funkční celky zamýšleného zařízení. Tyto celky budou popsány z hlediska funkčních požadavků.

4.3.1 Zásobník

Požadavky:

- Dostatečná zásoba tub pro plynulý chod
- Odolnost vůči zaseknutí
- Snadná čistitelnost



Obr. 4.3 Rotační vstupní podavač [21]

Vhodnou variantou pro stavbu zásobníku je použití kombinace materiálu nerez a polykarbonát. Nerez konstrukci propůjčí tuhost spolu s tvarovou stabilitu a snadnou čistitelnost. Jako polotovar lze použít nerezové tabule o rozměrech 2x1m nebo 1,5x3m zhotovené z materiálu 1.4301. Tento materiál je vhodný pro jeho dobrou tvařitelnost a svařitelnost. Polykarbonát umožní stálé nahlížení na obsah zásobníku.

Na Obr. 4.3 je znázorněn velkokapacitní zásobník s rotačním podavačem.

4.3.2 Indexový stůl



Obr. 4.4 Indexový stůl [22]

Pro polohování byl vybrán indexový stůl, který je vidět na Obr. 4.4.

Požadavky:

- Spolehlivost
- Přesnost pootočení
- Vysoká momentová zatížitelnost

4.3.3 Podavač

Funkce podavače spočívá v uchopení prázdné plastové tuby a jejím založení do lůžka stolu. Průběh uchopování probíhá nejprve v kontrole podavače za pomoci čidla pro kontrolu přítomnosti plastové tuby.

Požadavky:

- Spolehlivost
- Snadná čistitelnost

4.3.4 Lůžko

Lůžko je uzpůsobeno pro snadné založení tuby.

Požadavky:

- Zaměnitelnost
- Musí kopírovat tvar tuby
- Vestavěná vakuáční tryska

4.3.5 Kalibrace

Účel této pozice je domáčknutí tuby do dna lůžka.

Požadavky:

- Spolehlivost dotlačení tuby do dna lůžka

4.3.6 Plnění

Pro sestavu plnění jsou zvoleny nerezové armatury, které jsou zakončeny clampovým spojením. To je nezbytné pro snadnou údržbu a čistitelnost.

Požadavky:

- Zaměnitelnost plnicí trysky
- Snadná čistitelnost
- Přesnost plněné dávky

4.3.7 Natavování

Natavování tuby probíhá vsunutím horního konce tuby do tvarově dopovídající pece tato pec je předehřáta nad tavnou teplotu tuby, tak aby bylo docíleno potřebné ohřátí materiálu pro zhotovení kvalitního svaru. Předehřátí pece musí být regulováno v závislosti na taktu stroje. Při zrychlování taktu je potřebné zvýšit i teplotu pece, aby došlo k dostatečnému předehřátí svařovaného spoje. Kde nesmí dojít k přehřívání či spalování materiálu spoje.

Požadavky:

- Zaměnitelnost nastavovací komory
- Snadná rozebíratelnost pro čištění

4.3.8 Svaření

Předehřátá tuba jde přesunuta do další pozice, kde dojde k sevření svařovaného místa čelistmi. Sevření umožní vytvoření kvalitního svaru. V čelistech je umístěn datumovník. Čelisti ze svařovaného materiálu odeberou přebytečné teplo, tím dojde k utužení nataveného materiálu a zároveň tak k ohřátí čelistí. Při cyklickém opakování je zapotřebí čelisti chladit, aby bylo vždy dosaženo vytvoření kvalitního svařeného spoje.

Požadavky:

- Zaměnitelnost datumových značek
- Chlazení čelistí

4.3.9 Ostřih

Ostřih slouží k zarovnání tuby po jejím svaření tak aby na tubě zůstal pouze čistý svar bez otřepů a přesahů nesvařených ploch. Při stříhání dochází k oddělení horní části svařeného materiálu ten je nutné spolehlivě odebrat a následně odvézt mimo zařízení, aby nedocházelo k hromadění v pracovním prostoru. Což by mohlo při nahromadění většího množství zapříčinit nesprávný chod zařízení.

Požadavky:

- •Zabudovat odfuk pro odstřižený materiál

4.3.10 Volná pozice

Volná pozice může sloužit k několika účelům. Zejména pro získání prostoru v místě, kde by jinak vlivem prostorově náročnějším celkům nebylo místo. Dalším podstatným účelem je získání – prodloužení časového intervalu mezi jednotlivými kroky při chodu zařízení. To lze využít například po svaření tuby kde můžeme vložit jednu či více volných pozic pro ochlazení svařeného spoje před dalším úkonem.

4.3.11 Vyhození

Při vyhození ze stroje dochází k vytlačení hotové tuby z lůžka. Vytlačení probíhá za pomoci pohonu, který je spojen s beranem určeným pro vyhození tuby. Tento beran musí být dostatečně robustní, aby dokázal vydržet opakovaný proces vytlačení. Rozměry stykové plochy beranu a rychlost při vytlačení tuby musí být taková, aby nedocházelo k poškození vytlačované tuby. Při volbě a tvaru této plochy musí být brán ohled na sílu nutnou pro uvolnění tuby z lůžka, setrvačnou energii naplněné tuby. Vytlačování tuby probíhá ze spodu lůžka, kde dojde k nárazu beranu do spodní strany tuby do víčka. Víčko musí odolat nárazu beranu bez poškození – deformace či poškrábání. Proto je vhodné beranem působit na co největší možnou plochu. V případě prohnutého či jinak tvarovaného víčka lze beran tvarově upravit tak aby odpovídal víčku pro maximální zvětšení stykové plochy.

4.3.12 Skluz

Účel skluzu je bezpečné odvedení naplněné tuby do zásobníku, palety či krabice po případně na dopravník odkud bude tuba přemístěna k dalšímu úkonu zabalení do jednotlivých krabiček. Balení do krabiček není v této práci řešeno jde o navazující operaci, která může být řešena navazujícím zařízením, popřípadě konstrukcí rozsáhlejšího zařízení, které vykoná jak plnění, tak i balení a ti i včetně vložení papíru s příbalovou informací.

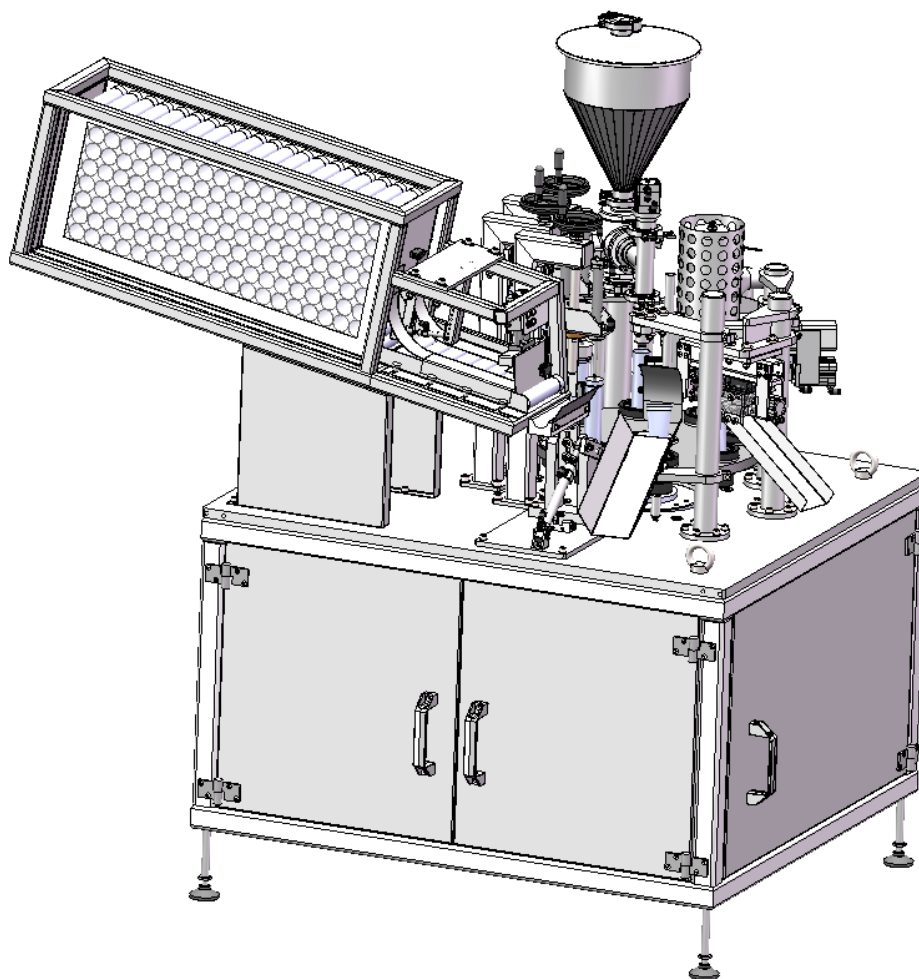
4.3.13 Řízení

Řízení je zamýšleno za pomoci PLC. To v práci nebude řešeno.

5 NÁVRH A VÝBĚR VHODNÉHO ŘEŠENÍ.

Při navrhování zařízení bylo vycházeno z dohledaných zařízení průmyslových výrobců. Ty byly jednotlivě nastudovány a zahrnuty do provedené konstrukce zařízení pro plnění plastových tub. Zařízení bylo zhotoveno za pomoci 3D cadu.

Zhotovené zařízení bez horního krytu a pohonu míchání je zobrazeno na Obr. 5.1. Základem stroje je nosný rám, na který je umístěna základní deska. Na tuto desku jsou umístěny všechny zbylé komponenty. To dovoluje sestavit osazení desky mimo rám stroje. To přináší mnoho výhod při montáži případně při opravách zařízení při skládání. Pro přenášení osazené desky jsou v desce zhotoveny otvory pro tažná oka. To umožňuje snadné a bezpečné přenášení.



Obr. 5.1 Návrh zařízení pro plnění tub

5.1 Návrh zařízení pro plnění tub

Návrh zařízení pro plnění tub vychází z modelu, který je již vyráběn pro průmyslové použití. Návrh je znázorněn na Obr. 5.1. Zařízení je složeno z několika dílčích funkčních celků. Hlavní částí zařízení je otočný stůl ten je vyobrazen na Obr. 5.2, tento stůl je usazen na základní desce zařízení, na této desce jsou umístěny všechny dílčí celky. To je výhodné pro montáž či případnou demontáž zařízení. Deska může být osazena všemi funkčními celky a následně vsazena do rámu stroje. Okolo otočného stolu jsou umístěny jednotlivé celky, prvním celkem – podsestavou je sestava rotačního stolu spolu s lůžky pro zakládání tub.

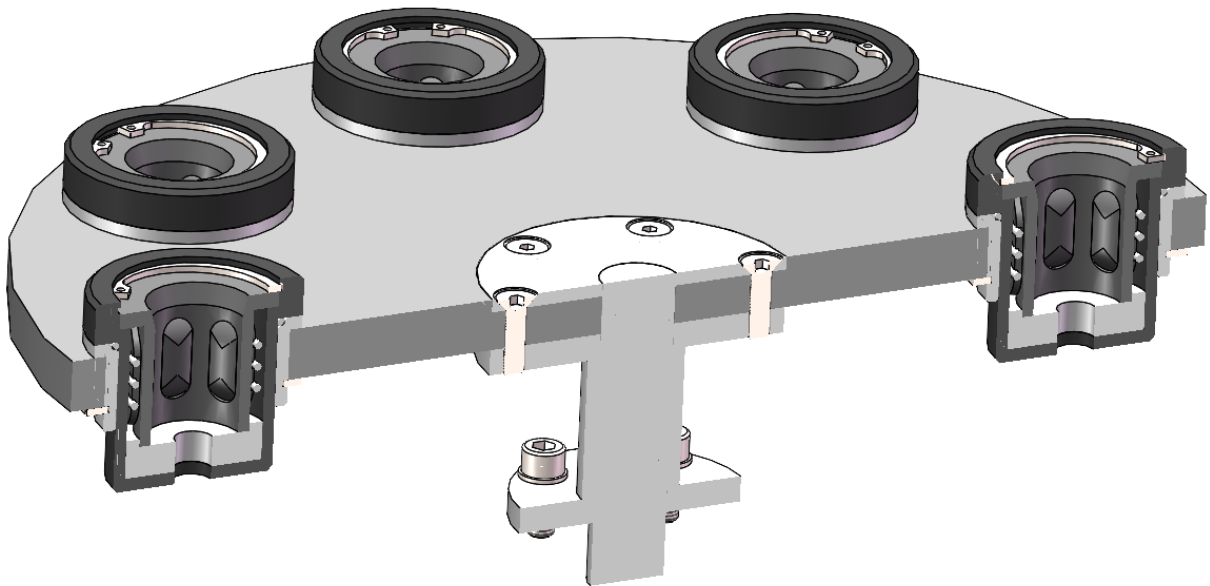
5.2 Sestava rotačního stolu

Základem rotačního stolu je deska o průměru 465 mm a tloušťce 20 mm. Ta je viditelná na Obr. 5.2 Rotační stůl. Jde o hliníkovou desku z materiálu EN AW-5083, do které jsou zhotoveny otvory pro zakládací lůžka a středový otvor pro uchycení k otočnému indexovému stolu. Indexový stůl má osm zastavení po 45°. Deska je k indexovému stolu přichycena přes přítlačnou desku, která je uchycena osmi zápustnými šrouby. To je viditelné na Obr. 5.3 Řez rotačním stolem .



Obr. 5.2 Rotační stůl

Do otvoru pro zakládací lůžka jsou v lisovány nerezová pouzdra. Tyto pouzdra prodlužují vedenou plochu lůžek a tím brání zasekávání a zlepšují jejich chod.

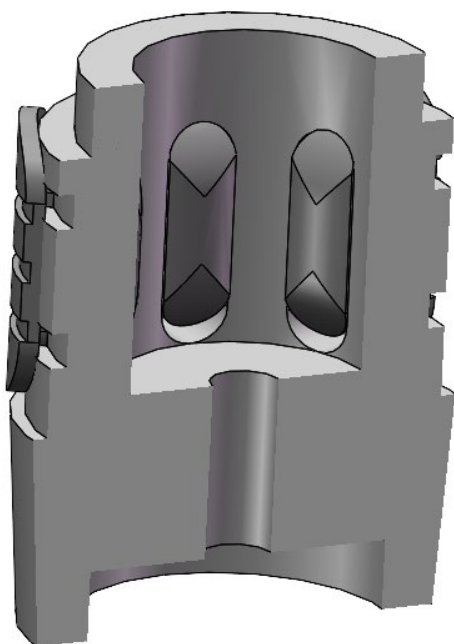


Obr. 5.3 Řez rotačním stolem

5.3 Lůžko první návrh

První návrh lůžka Obr. 5.4 byl zhotoven z plastové tyče o průměru 60 mm a výšce 80 mm. Do které byla zhotovena kapsa o průměru 36 mm pro zakládání tuby. Uprostřed kapsy je zhotoven otvor o průměru 10 mm pro vyrážecí beran tuby. Po obvodu lůžka jsou zhotoveny drážky pro

vložení přítlačných trnů z pružného materiálu, které mají kotvit vloženou tubu. Přítlak těchto trnů je určen loženými pružinami v drážkách po obvodě těchto trnů. Uchycení lůžka v otočném stole je za pomoci kuželového osazení.



Obr. 5.4 Lůžko první návrh

Tato sestava byla následně přepracována, důvodem přepracování byla otevřená konstrukce a způsob zakládání do stolu. Kde by mohlo docházet k vyskočení lůžka mimo otočný stůl při zdvihacích operacích a vyrážení tuby. Proto byl první návrh přepracován a zhotoven druhý návrh ve kterém byla konstrukce změna z otevřené na uzavřenou. Kde jsou všechny dílčí komponenty uzavřeny mezi tělesem lůžka a pouzdem.

5.4 Lůžko druhý návrh

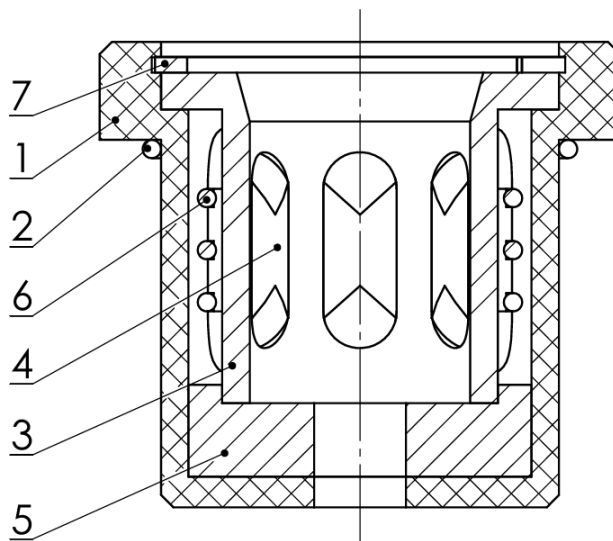
Lůžko Obr. 5.5 je zhotoveno ze sedmi dílčích komponent což je viditelné na Obr. 5.6 Řez lůžkem. Tělo lůžka je zhotoveno z materiálů POM-C. Vnější průměr lůžka je 85 mm a jeho výška je 76 mm. V lůžku je zhotoven otvor o průměru 56 mm do hloubky 71 mm. V tomto otvoru jsou vloženy zbylé komponenty ve spodní části lůžka je vložen dosed lůžka. Ten je zhotoven z nerezové oceli. To zvyšuje hmotnost dosedu a tím posouvá těžiště dospodu lůžka. Tím je zvýšená stabilita při manipulaci s lůžkem v pracovním procesu. A zároveň zlepšena schopnost lůžka se vracet do základní polohy po otočném stole při jeho zdvínání. Další vloženou komponentou je pouzdro. Pouzdro má vnitřní otvor o průměru 36 milimetrů. To je o 1 milimetr větší průměr, než je průměr zakládáné tuby. V horní části pouzdra je zhotoven náběh pro tubu o výšce 8 mm a úhlu 15°. V horní části je pouzdro zajištěno proti vysunutí pojistným kroužkem Označení kroužku je DIN 472 – 65x2,5. V pouzdra je zhotoveno 6 drážek. V těchto



drážkách jsou umístěny přítlačné trny. Ty jsou zhotoveny z pružného materiálu termo polyuretanu, který je vhodný pro použití 3D tisku. Trny jsou z pružného materiálu tak aby dobře obepínaly vsunutou tubu. V pouzdra jsou vloženy volně pro snazší přizpůsobitelnosti trnů tubě. Trny jsou obepnutý třemi pružinami z nerezové oceli. Pružiny vytvářejí přítlak trnů na vloženou tubu. Počet uložených pružin lze nastavit na dvě nebo tři použité pružiny dle potřebného přítlaku. Na vnější straně lůžka pod límcem je umístěno kruhové těsnění. To má za cíl zamezit rotaci lůžka založeného v otočném stole a zároveň tlumí rázy vznikající při zakládání tub.

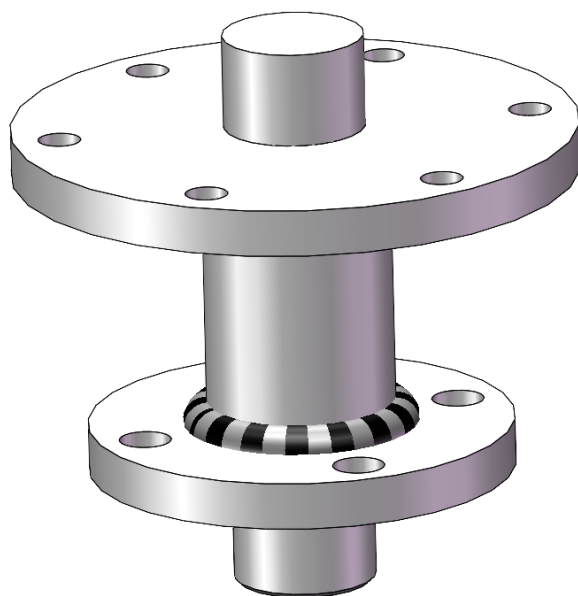
Obr. 5.5 Lůžko druhý návrh

Při změně průměru tuby lze pouzdro včetně přítlačných trnů zaměnit za jiný typ který bude uzpůsoben danému typu tuby. V případě že by šlo o větší rozměry tub bylo by nutno zhotovit nové větší lůžko.



Obr. 5.6 Řez lůžkem

- 1) Tělo lůžka, 2) Těsnění, 3) Pouzdro, 4) Přítlačný trn, 5) Dosed lůžka, 6) Pružina, 7) Pojistný kroužek

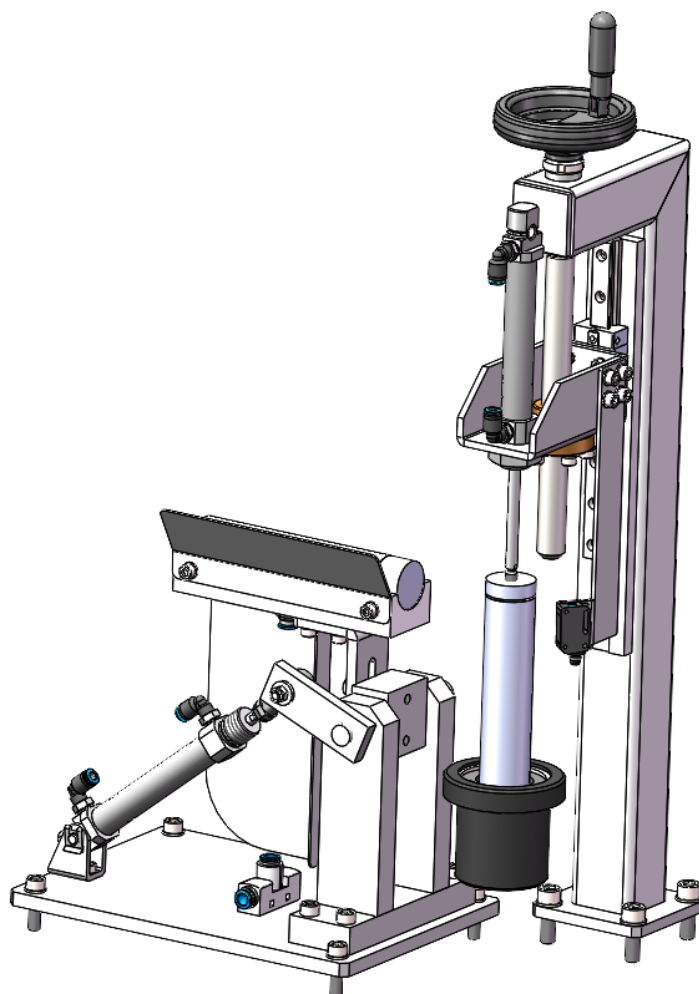


Obr. 5.7 Příruba stolu

Příruba stolu (Obr. 5.7) je zhotovena z hřídele o průměru 40 mm a dvou desek o tloušťce 10 mm. Příruba spojuje otočný stůl s indexovým stolem. Spoj je proveden za pomoci šesti šroubů M8 u otočného stolu a čtyřmi šrouby M10 u indexového stolu.

5.5 Zakladač tub

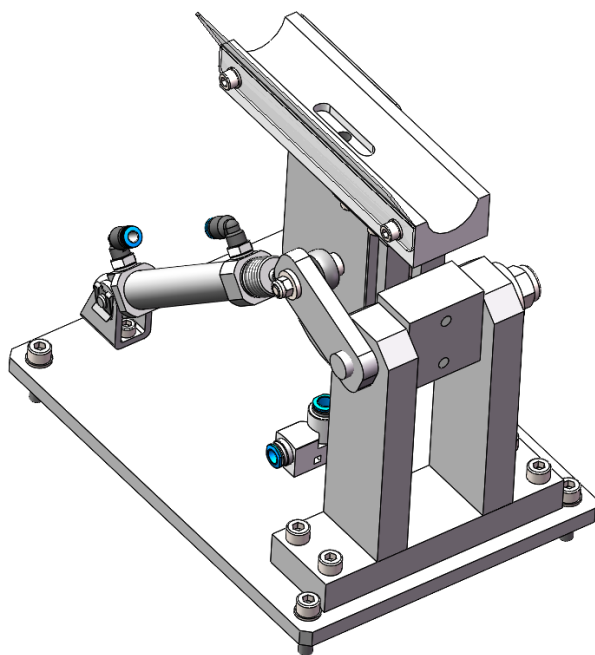
Sestava zakladače (Obr. 5.8) se skládá ze dvou podsestav. První podsestava je samotná sestava zakladače druhá je sestava strhávače tub.



Obr. 5.8 Zakladač tub

Proces založení tuby začíná vhozením tuby do lůžka zakladače. V lůžku zakladače je zhotoven otvor, kterým je tuba přichycena za pomoci vakuace. Po uchycení tuby pneumatický válec otočí ramenem lůžka. Tím dojde k ustavení tuby nad lůžko otočného stolu. Tuba je neustále držena pod tlakem v lůžku zakladače. Následně přijde na řadu sestava stahovače, kde pneumatický válec uvede do pohybu trn, který centra střeďí na tubu a zatlačí ji do lůžka otočného stolu. Po zatlačení tuby do lůžka stolu se otočné rameno vrátí do původní polohy to samé udělá válec s trnem. Založení tuby v lůžku otočného stolu je kontrolováno za pomoci optického čidla. V případě že by nedošlo k založení tuby, které čidlo rozpozná. Může zařízení pokračovat v činnosti. V tuto chvíli zařízení dokončí naplnění všech předešlých založených tub a následně dojde k zastavení zařízení. Pokud by došlo k vynechání pouze jedné či dvou tub. Proces plnění neustále pokračuje ovšem v místě, kde nebyla založena tuba dojde k přeskočení procesu plnění nahřívání sváření a vyhození. V případě že nastane vynechání tuby zařízení upozorní obsluhu.

Sestava zakladače (Obr. 5.9) je zhotovena ze základní desky. Na kterou jsou umístěny všechny zbylé komponenty to usnadňuje montáž i demontáž této podsestavy. Základní deska je zhotovena z nerezového plechu o tloušťce 10 mm. Šířka plechu je 200 mm a délka 280 mm. Pro přichycení podsestavy k desce stolu jsou použity čtyři šrouby M8. Na desce je ustaven svařenec vidličky, který je přichycen opět čtyřmi šrouby M8. V horní části vidličky je svrtán otvor o průměru 22 mm v toleranci H7. Do otvoru jsou nalisována bronzová pouzdra. Pouzdra je vsunut svařenec ramene zakládání. Z levé strany je ke svařenci upnut pneumatický válec přes kyvný kloub. Jde o dvojitý pneumatický válec o průměru pístu 20 milimetrů a délce zdvihu 80 milimetrů. Dále je ke svařenci upnuto zakládací lůžko přes Ohnutou pásovinu do tvaru L. V pásovině je zhotovená drážka pro možnost posunutí polohy ustavení tuby. Pásovina je přichycená k svařenci ramene přes svěrné pouzdro, které je staženo dvěma šrouby M8. Na pásovinu je uchyceno zakládací lůžko čtyřmi šrouby M8. Zakládací lůžko je zhotoveno z hliníkového hranolu materiál hranolu je AW 6063. Do hranolu je vyfrézován průměr zakládané tuby. Vprostřed lůžka je vyfrézovaná podélná drážka. Vprostřed drážky je zhotoven závit G 1/4 pro uchycení nástrčného šroubení. Touto drážkou je založená tuba přisávána k lůžku. Z levé strany je lůžko opatřeno plechovým dorazem. Tento doraz má za cíl zamezit vyskočení či přeskočení tuby při přesunu tu bys podavače do lůžka. Podtlak potřebný k přidržení tuby je vytvářen za pomoci vakuového ejektoru. Ten je umístěn ve spodní části sestavy. V modelu je umístěn volně. Ideální poloha k umístění bude nalezena po odzkoušení podsestavy. Na pravé straně lůžka je umístěn plech, který zamezuje propadnutí tuby z podavače do zařízení během zakládání uchycené tuby. Výška zavřeného zakladače je 300 mm.



Obr. 5.9 Detail lůžka zakladače

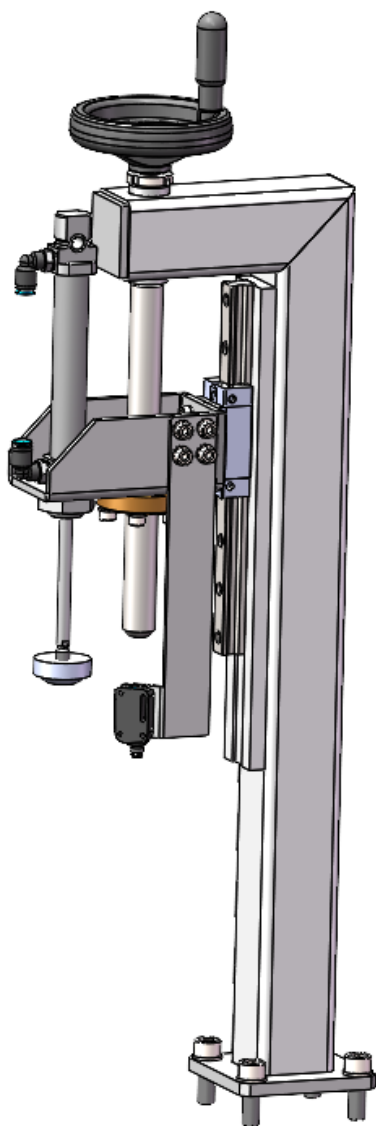
Vakuový ejektor

Zvolený vakuový ejektor má zabudovanou lavarovu trysku o průměru 1,4 mm. To umožňuje při jmenovitém provozním tlaku 6 barů nasávat 90 litrů vzduchu za minutu vůči

atmosférickému tlaku. Po vypnutí přívodu stlačeného vzduchu dojde k zavzdušnění odsávaného prostoru čas tohoto zhuštění výrobce udává 0,25 s. Čas může být rozdílný v závislosti na složitosti konstrukce vzhledem k délce potrubí v kterém je vytvořen podtlak.

Sestava strhávače tub

Sestava strhávače tub (Obr. 5.10) je zhotovena ze svařence nerezové svařované čtvercové trubky o rozměrech 50x50 mm o tloušťce stěny 4 mm. Ve spodní části svařence je navařená čtvercová příruba z nerezového plechu o tloušťce 10 mm které jsou čtyři otvory o průměru 11 mm pro uchycení k základní desce. V horní části svařence je zavařená tyč opravdu úměru 25 mm. V které je po svaření zhotoven otvor průměr 14 H7. Do otvoru jsou vložena kluzná pouzdra s límcem. Těmito pouzdry je zespona provlečená závitová tyč TR20x4, která je na konci o soustružena na průměr 12 h6 a následně na průměr 10h6. Závitová tyč je v uložení upevněná za pomoci KM matice KM 1 - M12x1. Závit M12x 1 je na tyči umístěn na konci průměru 12 h 6. Na konci závitové tyče je uchyceno ruční kolo se sklopnou rukojetí pro možnost nastavování výšky ramene Seřizováním nebo při změně zakládané tuby.

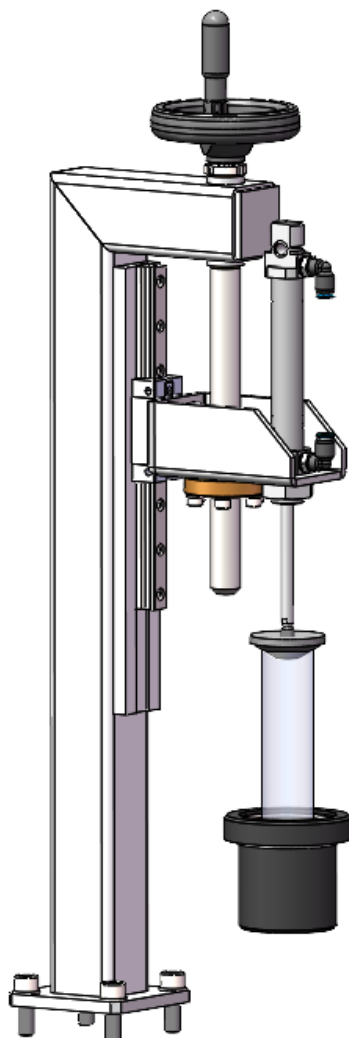


Na vnitřní straně svařence je namontována kolejnice lineárního válečkového vedení. Jedná se nejmenší do hledanou řadu válečkového lineárního vedení. Válečkové vedení bylo vybráno pro jeho velmi vysokou tuhost a únosnost. Na kolejnici je nasunut vozík lineárního válečkového vedení, na který je přišroubován svařenec čtyřmi šrouby M5. Svařenec je zhotoven z plechu o tloušťce 5 milimetrů. Ve spodní části svařence je umístěna mosazná matice s přírubou, která je přichycená ke svařenci šesti šrouby M6 závit matice TR 20x4 to odpovídá závitové tyči, která matici vede. Na konci svařence je umístěn pneumatický válec o v průměru pístu 20 milimetrů a délce zdvihu 80 milimetrů na válci je umístěn trn pro strhávání tub. Na boku svařence je přichycen čtyřmi šrouby M6 plech o tloušťce 3 milimetry který přichycuje optické čidlo.

Obr. 5.10 Detail strhávače tub

5.6 Sestava kalibrace

Sestava kalibrace (Obr. 5.11) zajišťuje správné domáčknutí tuby do dna lůžka otočného stolu to je nezbytné pro plynulý chod následujících operací. Nesprávné založení by mohlo způsobit zasekávání nesprávný chod nebo vytvoření zmetkové tuby.



Obr. 5.11 Kalibrace zasunutí tuby

Sestava kalibrace je opět zhotovená ze svařence nerezové svařované čtvercové trubky o rozměrech 50x50 mm o tloušťce stěny 4 mm. Závitové tyče TR 20x4, lineárního válečkového vedení A pneumatického válce, jak tomu bylo v předchozí sestavě. Změna je pouze v koncového efektoru pneumatického válce, kde je umístěn širší trn pro domáčknutí tuby.

Výpočet statické síly dvojčinného pneumatického válce:

Výpočet síly vysunutí

$$F_v = S_v \cdot p_v = \frac{\pi \cdot D_v^2}{4} \cdot p_v = \frac{\pi \cdot 0,020^2}{4} \cdot 600000 = 188,5 \quad [\text{N}] \quad (5.1)$$

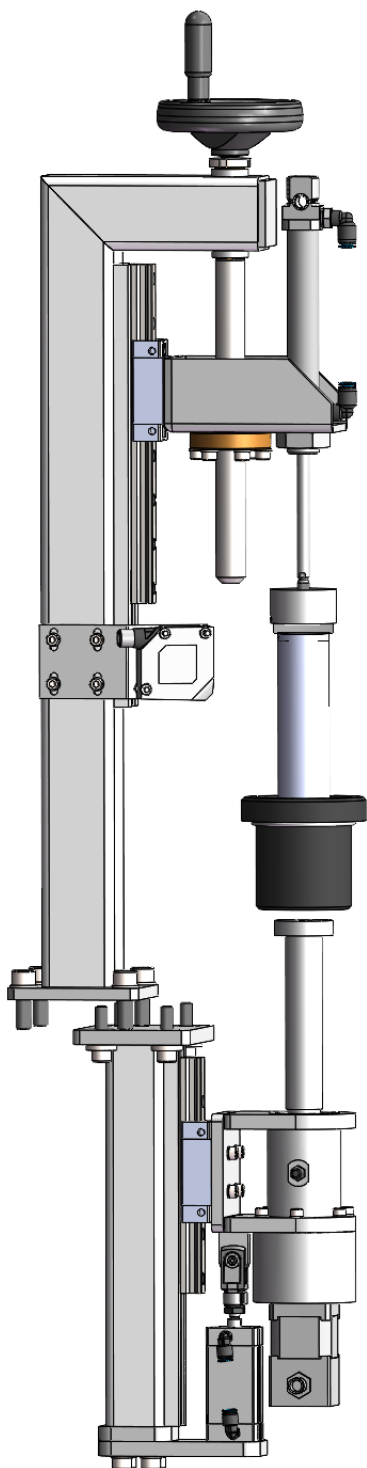
Výpočet síly zasunutí.

$$F_z = S_z \cdot p_z = \frac{\pi \cdot (D_v^2 - d_{pt}^2)}{4} \cdot p_v = \frac{\pi \cdot (0,020^2 - 0,008^2)}{4} \cdot 600000 = 158,3 \text{ N} \quad [\text{N}] \quad (5.2)$$

5.7 Sestava nastavení orientace tub

Sestava nastavení orientace tub (Obr. 5.12) má za cíl dodržet správnou orientaci tuby vůči zařízení tak aby terčík na tubě vždy směřoval stejným směrem, a to kolmo vůči čelistem zařízení. To je nezbytné pro dodržení stejného vzhledu všech tub. Aby nedocházelo k tomu že etiketa či nápis bude na boku sváru tuby či jinde. Tuby jsou do lůžek zakládány v náhodném natočení tak jak vypadnou z podavače zásobníku.

Proto v této operaci dojde k pootočení tuby. Proces pootočení začíná sevřením tuby trnem shora kde otočný trn přidrží tubu. Lůžko s tubou je zespod při zdviženo otočným beranem. Třeba je zdvižena do úrovně optického čidla tak aby mohlo detekovat terčík na tubě. Lůžko i s tubou se začne otáčet za pomoci krokového motoru který otáčí celou uchopovací částí. Po natočení tuby do správné orientace dojde k zastavení otáčení a usazení lůžka zpět do otočného stolu.



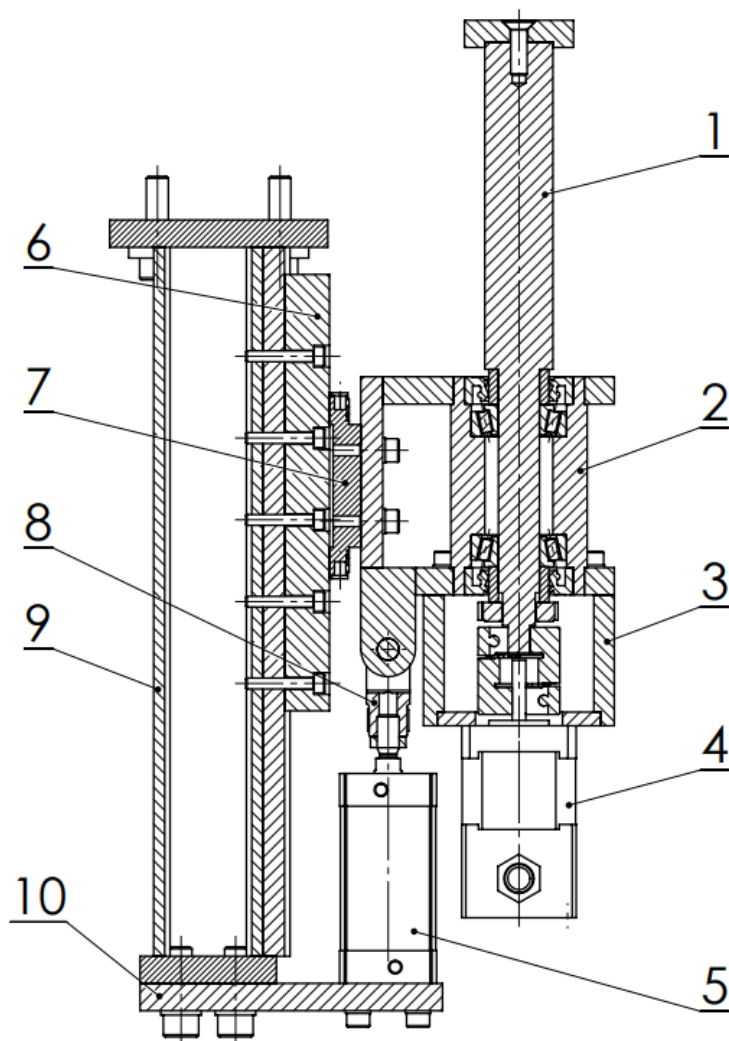
Obr. 5.12 Nastavení orientace tub

Sestava orientace tub je složena ze sestavy přidržovače a sestavy otáčení tub.

Sestava přidržovače tub (Obr. 5.12) je jako předchozí sestava strhávače tub zhotovena ze svařence nerezové svařované čtvercové trubky o rozměrech 50x50 mm o tloušťce stěny 4 mm. Včetně mechanismu stavění výšky. Změna je pouze v koncovém efektoru umístěném na pístní tyči pneumatického válce. Zde je zvolen otočný trn, který umožňuje přidržení tuby za dodržení volnosti otáčení.

Sestava otáčení tub je složena ze svařence na nerezové svařované čtvercové trubky o rozměrech 50x50 mm o tloušťce stěny 4 mm ne které je přivařena plochá ocel a to o tloušťce 10mm ve které je zhotovena drážka pro kalenou lištu lineárního válečkového vedení. Ve spod svařence je přišroubována deska o tloušťce 10 mm čtyřmi šrouby M8. Deska upíná pneumatický válec, který umožňuje zdvihání lůžka. Pneumatický válec je spojen přes kloubový spoj s konzolí otočného beranu. Konzole je zhotovena z kulatiny o průměru 50 mm a výšky 60mm, na čela kulatiny jsou navařeny desky o tloušťce 10mm. ty jsou spojeny

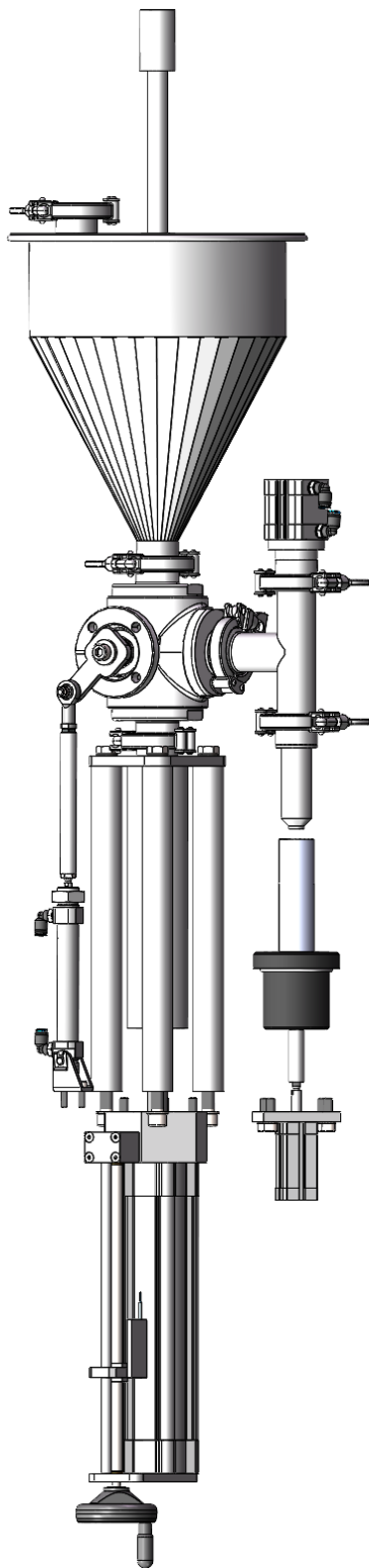
deskou která umožňuje připojení konzoly k domečku lineárního vedení. V kulatině svařence konzoly je zhotoven otvor pro hřídele beranu. Ten je v konzoly uchycen za pomoci ložisek. Ty jsou lehce předepnuta za pomoci matice KM1 to je viditelné na (Obr. 5.13) ložiska jsou zakryta hřídelovým těsnícím kroužkem. Konzola je spojena za pomoci příruby s krokovým motorem. Krokový motor je spojen s beranem za pomoci pružné spojky. Beran je zhotoven z hřídele o průměru 20 mm. Na níž je přišroubována osazená hlava beranu o průměru 30 mm a výšce 10 mm.



Obr. 5.13 Řez otočné jednotky

5.8 Sestava plnění

Sestava plnění (Obr. 5.14) dávkuje předem nastavené množství směsi do tuby. Proces plnění začíná při zdvižení lůžka s tubou, kde je nezbytné zdvihnout tubu nad úroveň trysky v místě svaru aby byla zaručena čistota svarové plochy. Pozdvižení tuby nastane souběžně otevření trysky a otevření třícestného ventilu. Po otevření ventilu následuje vytlačení směsi z



dávkovací komory přes třícestný ventil a trysku do tuby. Po naplnění tuby dojde k uzavření trysky k uzavření třícestného ventilu a ustavení tuby s lůžkem zpět do otočného stolu. Třícestný ventil je nastaven tak že při uzavření výstupu k trysce je otevřen mezi zásobníkem směsi a dávkovací komorou. Objem vytlačované směsi lze nastavit za pomoci posuvu snímače polohy pístu na pneumatickém válci za pomoci ručního kola se sklopnou rukojetí.

Sestava plnění je složená z dílčích celků. První z celků je dávkovací komora. Jde o komoru o objemu 643 cm^3 . Změna zdvihu o 1 mm změni plněný objem o $3,2 \text{ cm}^3$. Dávkování probíhá za pomoci stlačení vytlačovacího pístem. Vytlačovací píst je zhotoven z nerezové oceli průměr vytlačovacího pístu je 64 mm. Píst je spojen s pístnicí pneumatického válce za pomoci pružné spojky. Průměr pístu pneumatického válce je 50 mm a zdvih 200 mm. Válec je uchycen za pomoci upínací kostky, která je uchycená k desce stolu stroje. K pneumatickému válci je dále uchycen posuv snímače polohy pístu. Snímač je uchycen na posuvném vedení, kde posuv vykonává za pomoci závitové tyče, na které je zhotoven závit M12x1. Závitová tyč je spojena s ručním kolem, při jedné otočce ručního kola dojde ke změně dávkovaného objemu o $3,2 \text{ cm}^3$.

Dávkovací komora je uchycena přes přírubu o tloušťce 10 mm za tři sloupky o průměru 30 mm k základní desce stolu. Na výstupu dávkovací komory je umístěno clampové hrdlo. Na clampové hrdlo je umístěn třícestný ventil, který je uchycen za pomoci clampové objímky. Třícestný ventil je nakupovaný díl který je zhotoven z nerezové oceli AISI 316L. Je vyráběn ve variantách jak ve verzi připojení za pomoci potrubí DIN, tak ve verzi připojení potrubí ISO. Ve verzi DIN je třícestný ventil vyráběn od rozměru DN 10 do rozměru DN 100. V tělese ventilu je umístěno PTFE těsnění.

Třícestný ventil je ovládán za pomoci táhla, které je spojeno s pneumatickým válcem průměr pístu

Obr. 5.14 Plnička tub

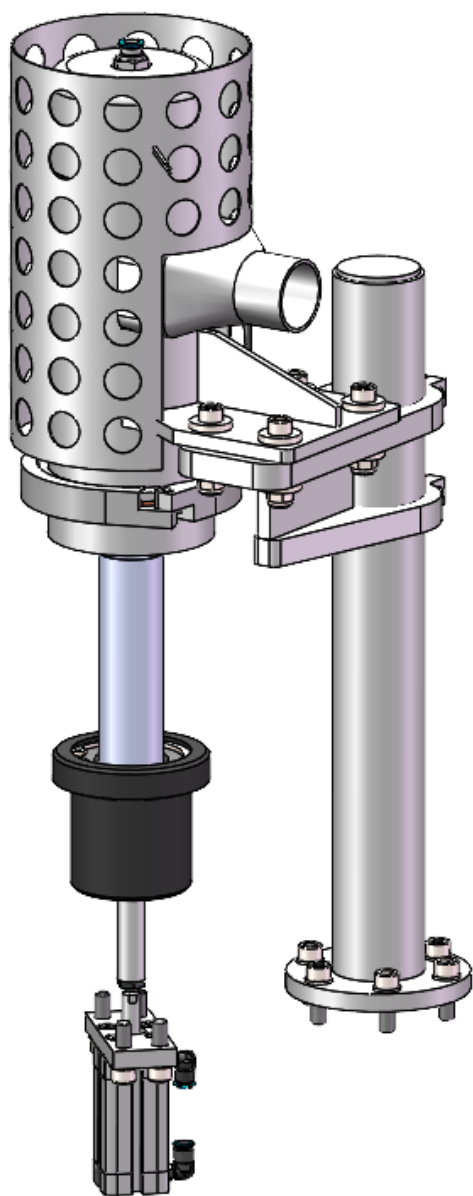
válce je 20 mm. Na třícestném ventilu je ustaven zásobník směsi. Objem zásobníku je 8788 cm³. Na víku zásobníků je umístěno clampové hrdlo pro doplňování směsi do zásobníku. Doplnění směsi řídí ultrazvukové čidlo umístěné na víku zásobníku. Doplnění směsi musí být kontinuální, aby bylo předejito zavzdušnění plnicího systému. Víkem zásobníku prochází hřídel mísící metly. Metla pomalým otáčením strhává směs z boku plnicí komory a tlačí ji do dávkovací komory přes třícestný ventil.

Na výstupu třícestného ventilu je uchycen clampový T-kus. Na spodním konci T-kusu je uchycena výstupní tryska clampovou spojkou. Tryska má v sobě vloženou jehlu, která uzavírá otvor trysky. Jehla je spojena za pomoci táhla o průměru 12 mm, které vede přes celý T-kus k hornímu konci, kde je umístěno vedení táhla, na kterém je umístěn pneumatický válec. Průměr pístu pneumatického válce je 32 mm a zdvih válce je 15 mm.

Pod tubou s lůžkem je umístěn beran zdvihání lůžka. Hlava beranu je zhotovená z kulatiny o průměru 40 mm a výšce 10 mm. Táhlo beranu je zhotoveno z kulatiny o průměru 15 mm výška táhla je 70 mm. Táhlo je spojeno s pneumatickým válcem o průměru pístu 20 milimetrů a zdvihu 40 milimetrů. Válec je uchycen za pomoci desky o tloušťce 10 milimetrů. Ze spodní strany desky stolu.

5.9 Sestava předehřevu

Sestava předehřevu ohřívá vnitřní stranu tub na svářecí teplotu. Proces nahřátí probíhá zvednutím lůžka s tubou vsunutím tuby do ohřívací jímky ohřátím tuby na požadovanou teplotu a následném vrácení lůžka do otočného stolu. Interval nahřívání včetně nahřívací teploty je nutno vždy nastavit dle konkrétní svářené tuby.



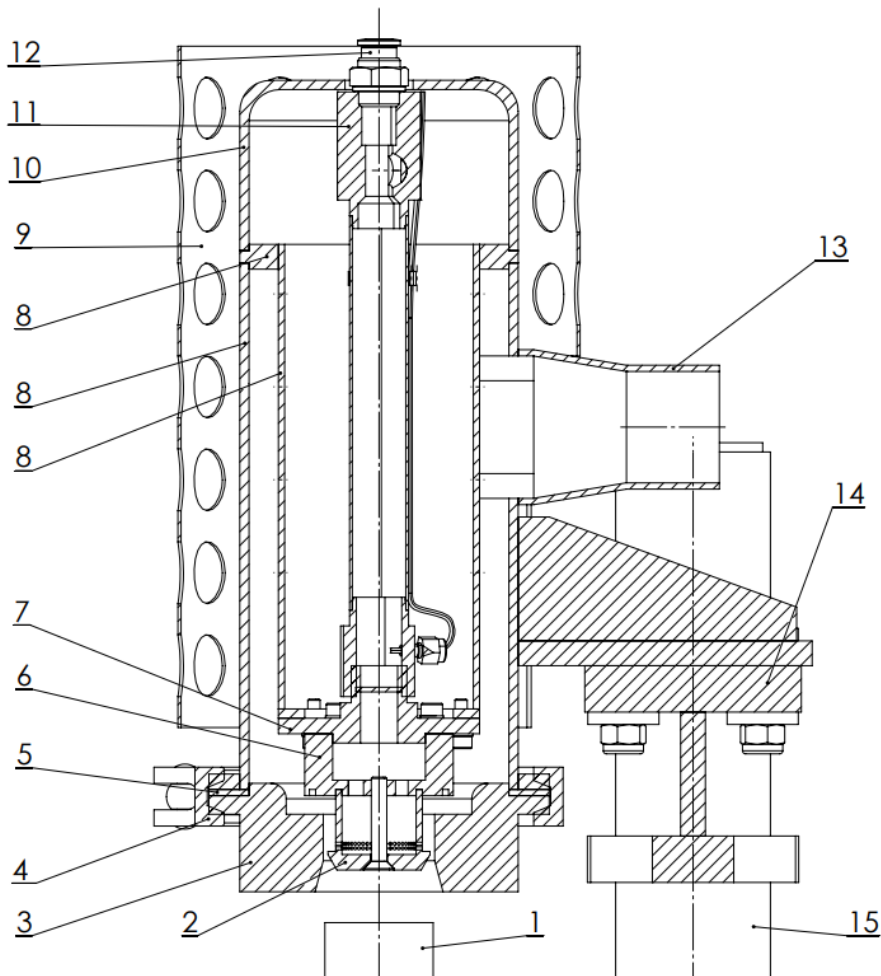
Obr. 5.15 Předehřev tub

Sestava předehřevu se skládá ze tří dílčích celků hlavním celkem je ohřívací hlava, ta je upnuta na nosném svářecím sloupku a podsestavy zdvihání lůžka (Obr. 5.15).

Podsestava zdvihání lůžka je složená z pneumatického válce, který je uchycen na příchytkou desku, která válec upíná k základní desce stolu stroje. Válec je osazen zdvihacím beranem.

Podsestava sloupku je složená ze svářence sloupku a upínací konzole pro uchycení ohřívací hlavy. Sloupek je zhotoven z trubky o průměru 50 milimetrů síla stěny 5 milimetrů na něm je navařena kruhová příruba o tloušťce 10 mm s šesti otvory pro šrouby M8. Čelo trubky je zavařeno plechovou záslepkou o tloušťce 3 mm. Upínací konzole je svařena z výpalků o tloušťce 15 a 8 mm. Upínání konzole na sloupek je provedeno formou svěrného spoje, který zajišťují dva šrouby M8. Při povolání těchto dvou šroubů lze nastavit výška hlavy. Dále jsou na konzole zhotoveny drážky pro uchycení ohřívací hlavy. Tyto drážky slouží k posuvu a možnosti posunutí či na středění osy ohřívací hlavy do osy lůžka s tubou.

Podsestava ohřívací hlavy je znázorněna na Obr. 5.16 kde je vidět řez hlavou. Na vstupu je nástrčné šroubení pozice 12 do kterého se připojí hadice s tlakovým vzduchem ten je vháněn do topné spirály pozice 11. Stlačený vzduch se v topné spirále ohřeje a je pod tlakem vháněn do trysky pozice 2. Z trysky je proud ohřátého vzduchu nasměrován na vnitřní stranu tuby pozice 1. Tuba při nahřívání založena do ohřívací jímky pozice 3. Ohřátý vzduch je přes vnitřní stranu tuby vytlačován nahoru do tělesa dvojitého obalu pozice 8. Z dvojitého obalu je vzduch vytlačován do výfuku pozice 13. Sestava ohřívací hlavy je sestavena okolo průmyslově vyráběné topné spirály o topném výkonu 1000w.



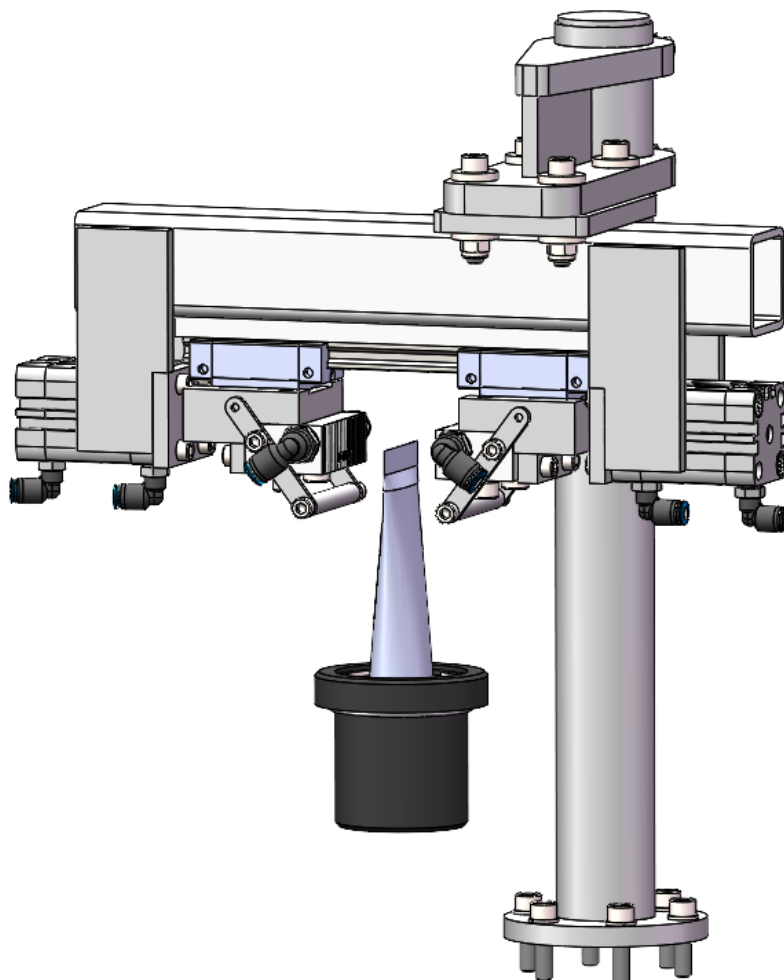
Obr. 5.16 Řez ohřívací hlavou

- 1) Tuba, 2) Tryska, 3) Ohřívací jímka, 4) Spojka, 5) Těsnění, 6) Redukce, 7) Spojka, 8) Dvojitý obal, 9) Kryt, 10) Víko, 11) Topná spirála, 12) Nástrčné šroubení, 13) Výfuk, 14) Konzola, 15) Sloupek

5.10 Sestava svaření

Sestava sváření (Obr. 5.17) uzavírá naplněnou předeřátou tubu. Proces uzavírání sváření tuby probíhá za pomoci sevření svařovacích čelistí, které stlačí natavený konec tuby k sobě kde dojde ke spojení vnitřních stran tuby. Následně dochází k ochlazování svařeného materiálu chlazenými čelistmi. Po ochlazení svařovaného místa dojde k rozevření čelistí a tuba odchází do další pozice.

Sestava sváření se skládá přes svařecí hlavy upínací konzoli a sloupku. Sloupek i upínací konzola jsou stejné jako v předchozí sestavě. Jako základ svařecí hlavy je použit jekl o rozměru 50 x 50 x 4 mm. Někdy je navařená plochá ocel o rozměrech 40 x 10 mm. Ve které je vyfrézovaná drážka, do níž je umístěna kolejnice válečkového lineárního vedení. Na jeklu jsou přichyceny svařence pro uchycení pneumatických válců šrouby M8. Svařence jsou zhotoveny z ploché oceli o rozměrech 50x10 mm. Pneumatické válce mají průměr pístu 32 mm a zdvih 30 mm. S válci jsou spřaženy svařecí čelisti. Ty jsou uvedeny za pomoci lineárního válečkového vedení. Konstrukce čelistí je zhotovená ze základní kostky, která je sešroubovaná s lineárním vedením a střechy nás pneumatickým válcem. Na tuto základní kostku je umístěná svařecí čelist s otvorem pro datumové značky. Značky jsou vyměnitelné po demontování zajišťovacího bloku,



Obr. 5.17 Svar tuby

který je přichycen pomocí dvou šroubů M6. Dále je v čelisti zhotoven kanál pro chlazení. Kanál je opatřen na obou stranách nástrčným šroubením pro připojení hadice o průměru 8 mm. A čelisti je také uchycen tvarovací doraz tuby.

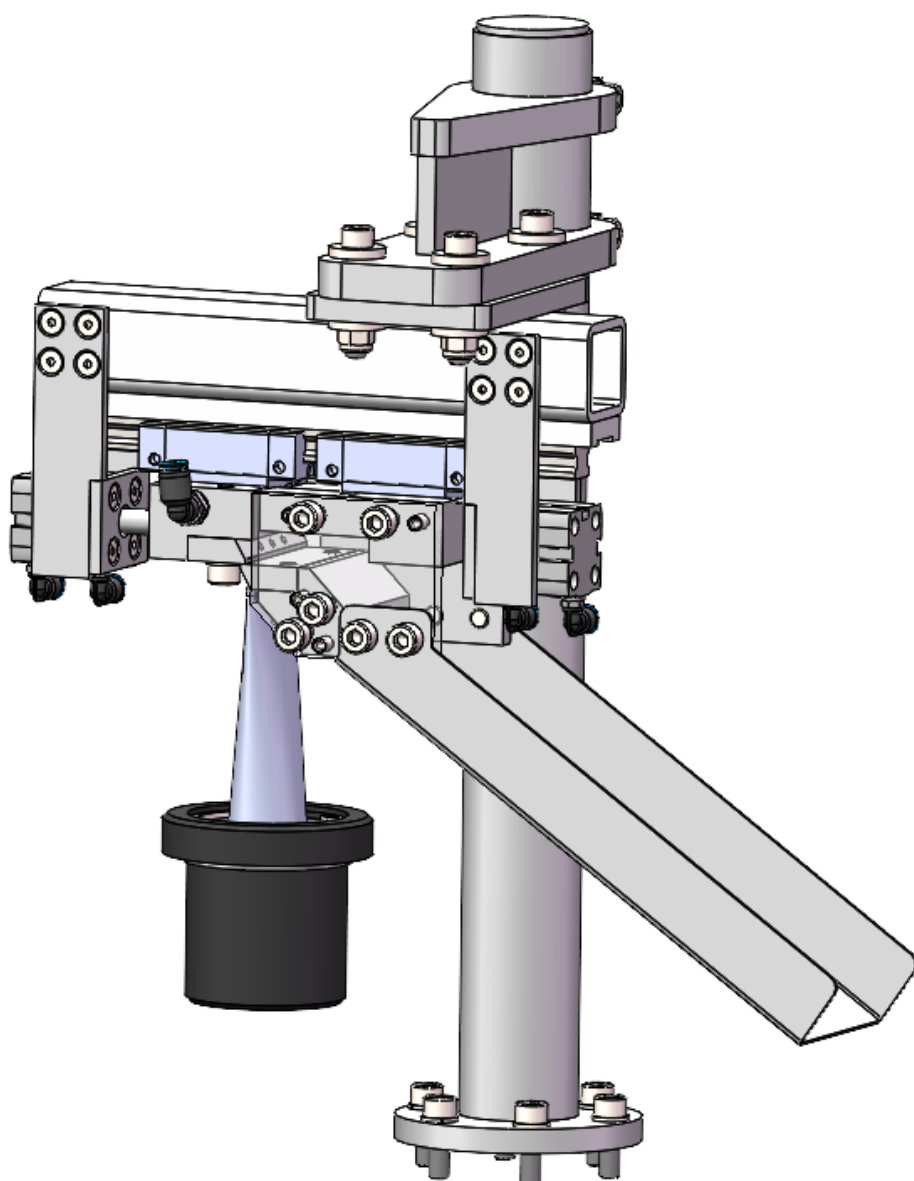
5.11 Sestava ostříhu

Sestava ostříhu (Obr. 5.18) má obdobnou konstrukci jako sestava sváření, která byla ze zástavbových důvodů přepracována na zmenšenou variantu. Jakl 50 x 50 x 4 byl nahrazen je klem 40 x 40 x 4. Obdobně byly upraveny svařence uchycení válců, kde byla použita plochá tyč o rozměrech 30x5 mm. Kolejnice lineárního válečkového vedení včetně domečku zůstaly zachovány. Sestava o stříhu obsahuje dvě střížné čelisti. Čelisti lze na rozdělít a čelist střížnou a čelist opěrnou.

Střížná čelist – střížník je složená ze základní kostky, která je upevněná v domečku lineárního vedení a k pneumatickému pohonu. V kostce je ve zhotovená kapsa pro ukotvení střížného nože. Střížný nůž je uchycen do kostky za pomoci dvou šroubů M8. V kostce jsou také zhotoveny kanály provedení stlačeného vzduchu, který je směřován jdou střížného nože. Střížný nůž je zhotoven z nástrojové oceli o tvrdosti 60 HRC. Nůž má zhotoveny 3 otvory pro

odfouknutí stříženého materiálu na skluz který odvede odstřížky mimo zařízení.

Opěrná čelist– střížnice složená ze základní kostky na kterou jsou přichyceny 2 desky které pomáhají vynést upínací kostku střížnice. Tyto desky jsou pro zachování polohy střížnice zkolíkovány. Za použití kalených kolíků o průměru 6 mm. Střížnice je uchycena za pomoci dvou šroubů M8. Střížnice je zhotovená z nástrojové oceli tvrdosti 58 HRC. Na zkolíkované desky je také přichycen skluz.

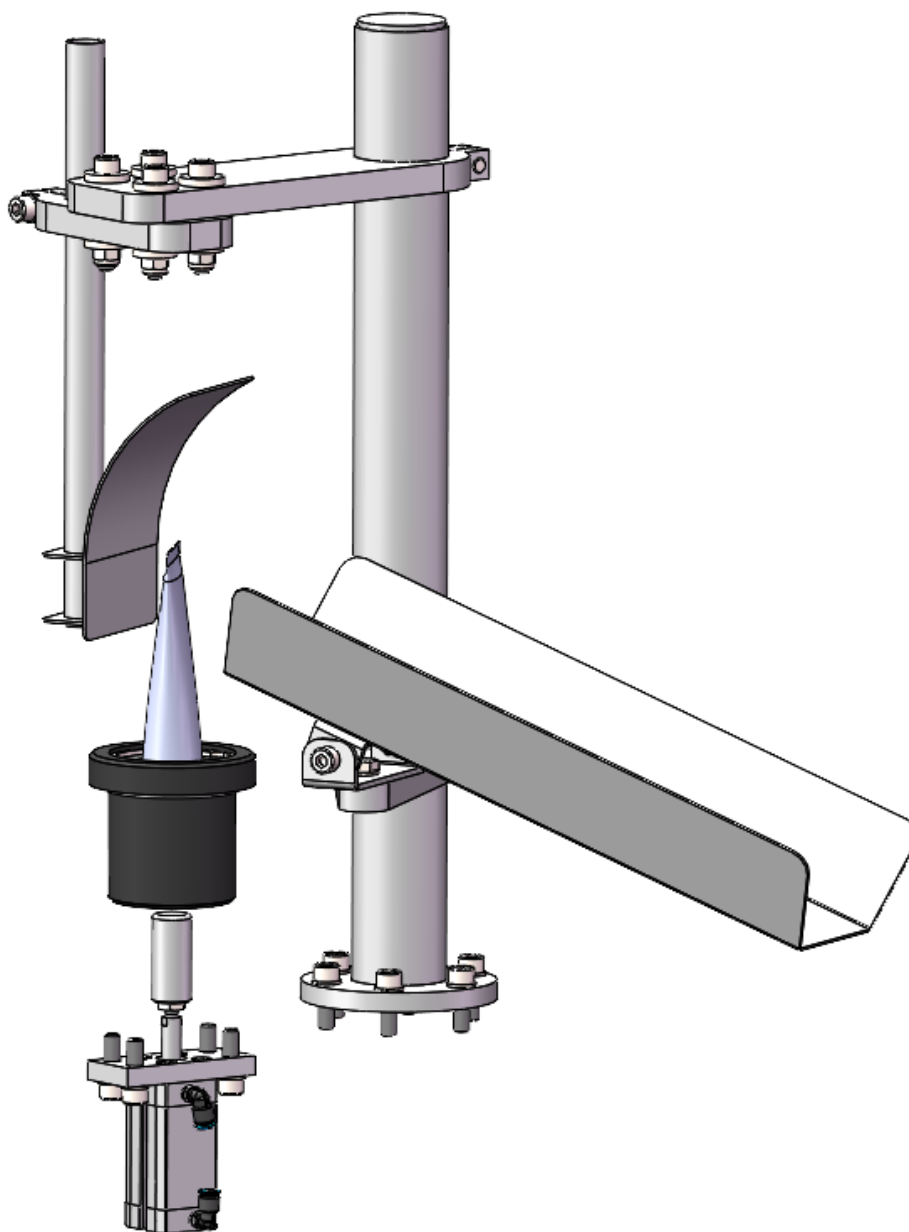


Obr. 5.18 Ostříh tuby

5.12 Sestava vyhození

Sestava vyhození odebírá hotovou tubu z plnicího zařízení. Odebrání tuby probíhá vyražením tuby z lůžka za pomoci beranu. Beran vyhodí tubu proti vyrážeci a ten tubu nasměruje na skluz který tubu odvede mimo plnicí zařízení.

Sestava vyhození se skládá vyhazovacího svařence, skluzu, sestava beranu a sloupku. Pro uchycení vyhazovacího svařence je použita kombinace dvou desek se se svěrným spoje viz Obr. 5.19. Vyhazovací svařenec je zhotoven Nerezové trubky o průměru 20 mm na kterou je uchycen nerezový plechu o tloušťce 1,5 mm na kterém je zhotoven rádius R 100. Na sloupku je také uchycen skluz obdobným způsobem. Sestava beranů je zhotovená z desky, na kterou je upnut pneumatický válec, který je osazen s beranem o průměru 20 milimetrů.

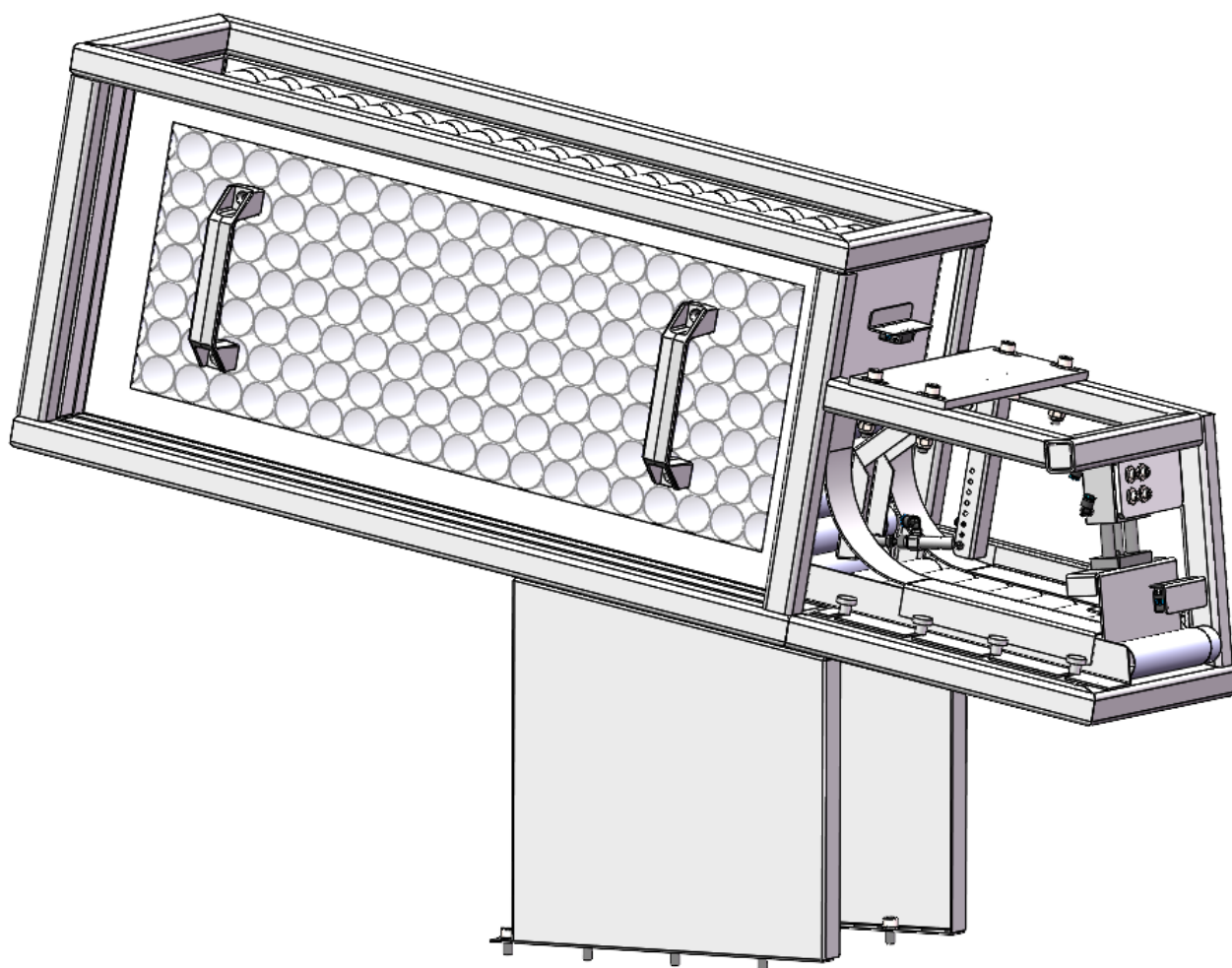


Obr. 5.19 Skluz hotových tub

5.13 Sestava zásobníku

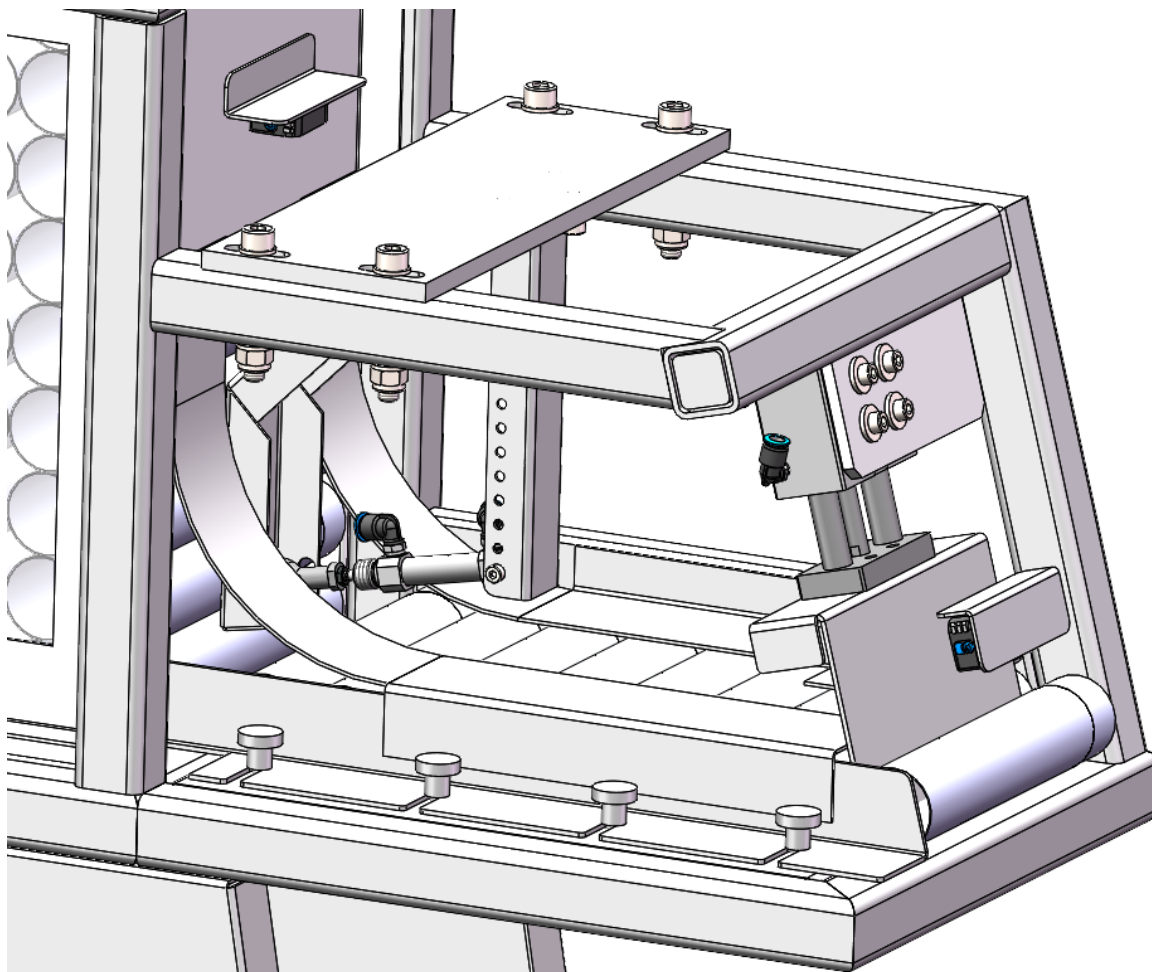
Sestava zásobníku umožňuje stroji pracovat nepřetržitě do chvíle, dokud nedojdou tuby v zásobníku. Ze zásobníku tu by odchází do podavače, který dávkuje jednotlivé tuby do zakladače lůžka. Zásobník i podavač jsou osazeny čidly které indikují docházející nebo chybějící tuby. Ve chvíli indikace docházející tuby zařízení vyzve k doplnění zásobníku. Doplnění probíhá otevřením zásobníku vložením potřebného množství tuku. Doplnění probíhá za provozu stroje, a to pouze vyškolenou obsluhou.

Sestava zásobníků (Obr. 5.20) je složená z tří dílčích celků ze samotného zásobníku, v němž je vložena sestava podavače a podstavné nohy. Podstavná noha je zhotovená nerezového plechu o tloušťce 3 mm. Podstavná noha je k základní desce je přišroubována sadou šroubů M8. Rám zásobníku je zhotoven z nerezového jeklu o rozměrech 30x30x3 mm. Výplň rámu je zhotovena z ohnutého nerezového plechu o tloušťce 1,5 mm. Společní strany zásobníku je zhotoveno okno pro doplňování tub. Kapacita zásobníků je 190 tub, to umožňuje stroji při plném naplnění pracovat 9 a půl minuty. Poté musí dojít k doplnění tub. Zásobník je vybaven čidlem, které hlídá hladinu zásobníku. Při vyprázdnění nastavené hodnoty dojde jako upozornění na docházející tuby.



Obr. 5.20 Zásobník na tuby s podavačem

Na výstupu ze zásobníku do podavače je umístěn posunovač. Ten zajišťuje plynulý chod tub ze zásobníku do podavače tím, že neustále posouvá s tubami v zásobníku. Posouvač je umístěn na rámu zásobníku. Je zhotoven desky o tloušťce 10 milimetrů na níž je umístěn mechanismus posilovače. Jde o rameno z nerezového plechu o tloušťce 1,5 mm které je umístěno na kloubu uchyceném na desce. Pohyb zajišťuje pneumatický lineární motor o průměru pístu 10 mm a zdvihu také 10 mm. Samotný podavač má zásobu 8 tub. Podavač umožňuje dávkování jednotlivých tub to zakládacího lůžka zakladače. Podávání probíhá za pomoci lineárního pneumatického válce, který uvolňuje při dodržované tubu. Detail podavače je na Obr. 5.21.

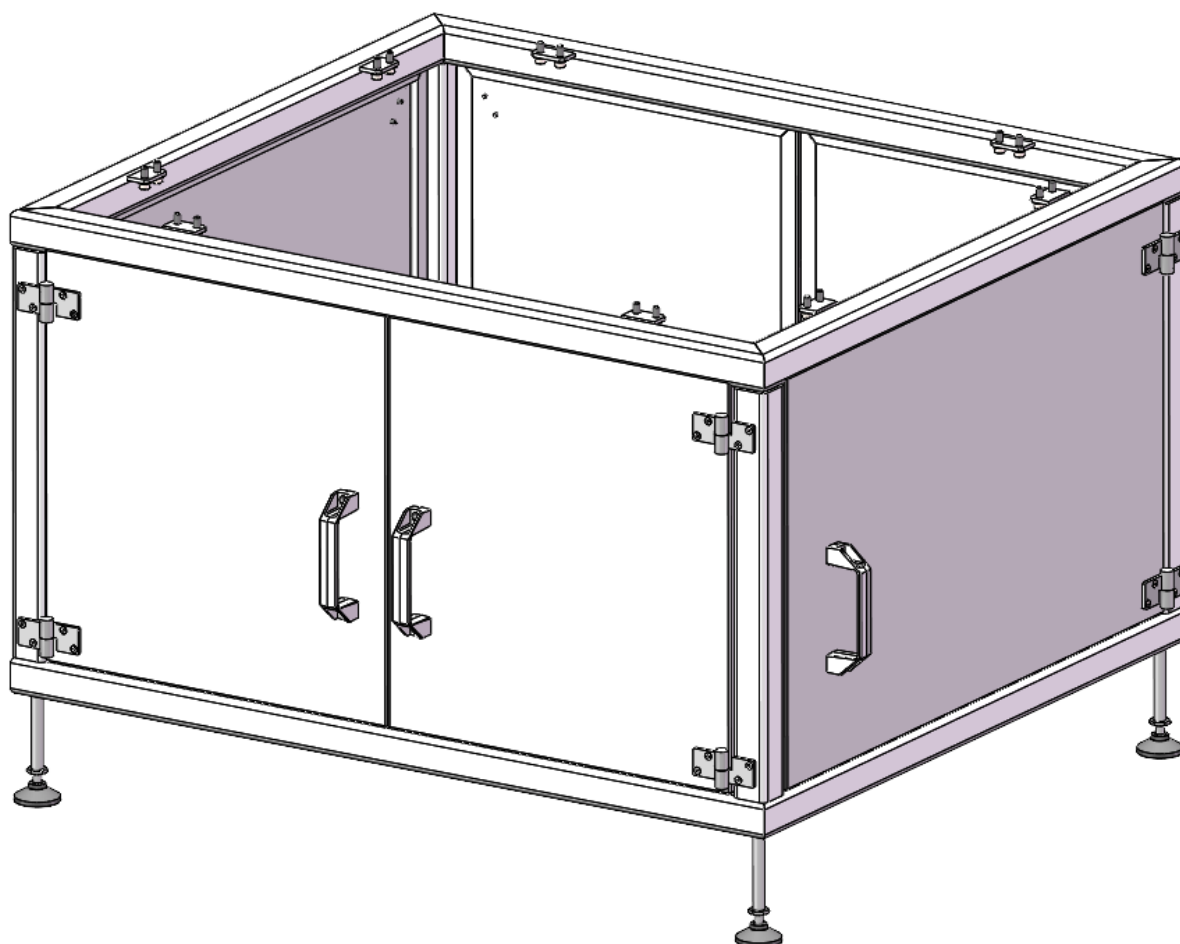


Obr. 5.21 Zásobník detail na podavač

5.14 Sestava rámu stroje

Sestava rámu stroje tvoří podstavu pro funkční komponenty.

Sestava rámu stroje (Obr. 5.22) je svařenec zhotoven z nerezové čtvercové trubky o rozměrech 50x50 mm a tloušťce stěny 4 mm. Rám je ustaven na čtyřech nohách, které lze výškově regulovat za pomoci otáčení kde je na závitu M16 noha zasunována či vysunována z rámu stroje. To umožňuje částečně kompenzovat křivost podlahy na které rám stojí. Shora je k rámu přivařeno osm kotevních desek, které umožňují za pomoci šroubu M8 přichytit rám k základní desce stroje. Boky rámu jsou zakryty plechovými dvířky s plastovými madly. Dvířka jsou umístěna na kolem pantu, který je možno po plném otevření dvířek vysadit. To umožňuje pohyb kolem stroje ve stísněných podmínkách při servise či revizi zařízení. Dvířka jsou zhotovena z nerezového plechu o tloušťce 1,5 mm. Spodní část stroje je zakryta stejným plechem.

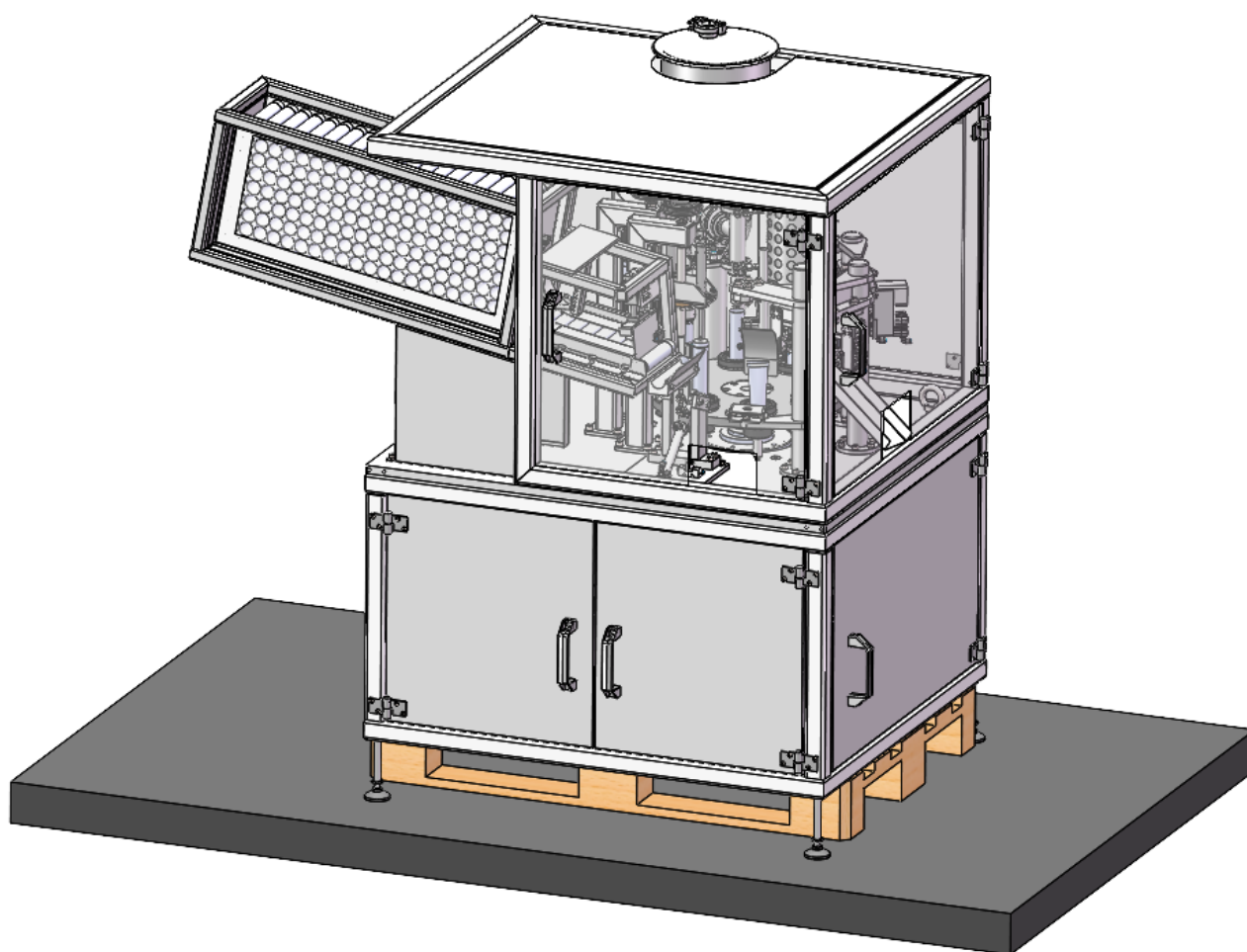


Obr. 5.22 Sestava rámu stroje

5.15 Kompletní sestava – První návrh

Sestava plnicího zařízení je zhotovena tak aby byla co možná nejkompaktnější což je vidět na obrázku níže. (Obr. 5.23) Původním záměrem bylo zhotovit zařízení tak aby nepřesahovalo rozměr palety.

Tento návrh musel být následně pozměněn z důvodů plněné směsi. Vybraná směs je zubní pasta ta je poměrně viskózní což by mohlo způsobovat nerovnoměrné dávkování. Proto byl tento návrh přepracován a doplněn o míchací zařízení.

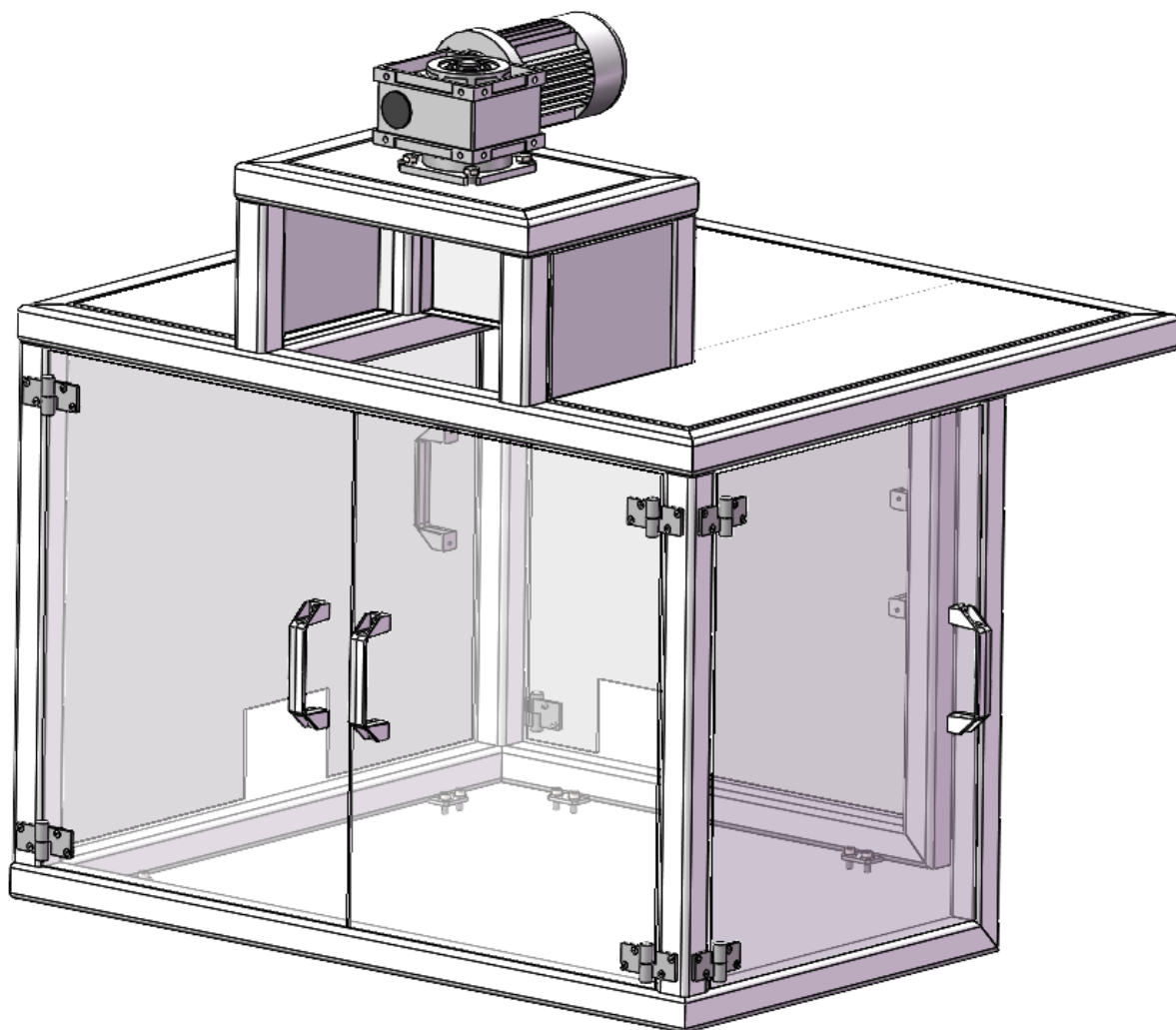


Obr. 5.23 Zařízení pro plnění tub – první návrh

5.16 Sestava horního rámu stroje

Sestava zakrývá funkční části zařízení, aby nemohlo dojít ke zranění obsluhy a zároveň došlo ke snížení vytvářeného hluku od zařízení.

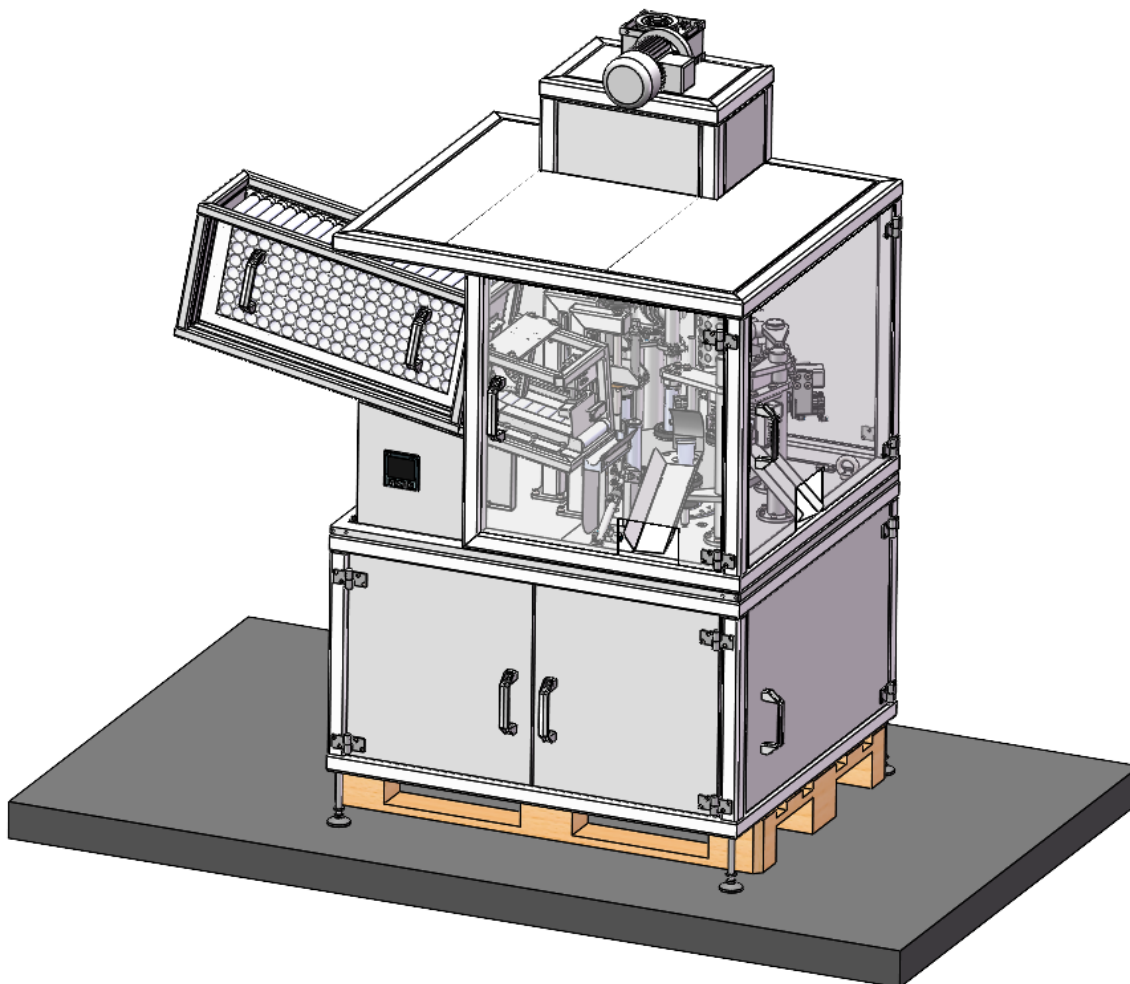
Sestava horního rámu stroje (Obr. 5.24) je také svařena z nerezové čtvercové trubky o rozměrech 50x50 mm a tloušťce stěny 4 mm. Ve spodní části rámu jsou přivařeny kotevní desky o tloušťce 5 mm. Desek je osm a každá z těchto desek má zhotoveny dva otvory pro uchycení šroubem M8 k základní desce. Boky rámu jsou vyplněny dvířky, které jsou zhotoveny z čirého makrolonu o tloušťce 5 mm. To umožňuje vidět do stroje při chodu. Dvířka jsou opět osazeny plastový madly a kovovými panty které lze vysadit. Horní část rámu je zakryta nerezovými plechy o tloušťce 1,5 mm. Na drábem je zhotovena nástavba pro uchycení pohonu míchání směsi. Pohon je sestaven z elektromotorů o výkonu 500 wattů při 1500 otáčkách za minutu a šnekové převodovky s převodovým poměrem 1:60. Ta redukuje výstupní otáčky motoru na 25 za minutu.



Obr. 5.24 Sestava horního rámu stroje

5.17 Kompletní sestava – Druhý návrh

Konečný návrh plnicího zařízení je vidět na Obr. 5.25. Jde o předchozí sestavu, která byla doplněna o nástavbu s pohonem mísící metly, která vtlačuje směs ze zásobníku do plničky. Rozměry zařízení jsou uvedeny v Tab. 5.1. Pod zásobníkem tub v levé části byl doplněn panel pro ovládání zařízení.



Obr. 5.25 Zařízení pro plnění tub – druhý návrh

Tab. 5.1 Technické parametry navrhnutého zařízení

Technické parametry	
Model	Plnicí zařízení
Výstup	25tub/min
Rozměry	1665 × 1104 × 2027 mm
Hmotnost	650 kg

5.18 Analýza a vyhodnocení navrhovaného řešení.

Sestava plnicího zařízení je zhotovena tak aby byla co možná nejkompaktnější což je vidět na Obr. 5.25. Původním záměrem bylo zhotovit zařízení tak aby nepřesahovalo rozměr palety. To bylo v počátku konstrukce dodržováno ovšem postupně při vkládání jednotlivých podsestav jejich spojování a ladění došlo nevyhnutelně k nárůstu rozměrů otočného stolu a tím došlo k přesazení rozměru palety. I přesto je zařízením kompaktní. Otočný stůl by bylo vhodné ještě více zvětšit. Tak aby vznikla dostatečná rezerva pro montáž a demontáž jednotlivých podsestav.

Do zařízení by mohla být přidána další pozice kde by docházelo k předčištění prázdné tuby před plněním směsí. To by znamenalo přepracovat zařízení, zvětšit otočný stůl a zhotovit sestavu vakuace ve které by byla umístěna vývěva. Ta by byla spojena se sestavou předčištění tuby kde by sací hubice odsávala případné nečistoty z tuby.

Na zařízení bylo použito minimálního počtu vyráběných dílů. To snižuje výrobní náklady a zároveň zrychluje průběh celé výroby. Všechny části zařízení, které přichází do styku splněným materiálem jsou zhotoveny z potravinářské nerezové oceli pro snadnou čistitelnost a maximální snížení kontaminace plněné směsí.

Kapacita zásobníků by mohla být zvětšená pro snížení frekvence doplňování tudíž při aktuální kapacitě vychází šest Doplnění během jedné hodiny provozu. Případně by mohla být sestava doplněná o externí zásobník s externím podavačem který by navýšil kapacitu tub pro zvýšení komfortu obsluhování stroje.

Aktuální řešení odvodu tub ze zařízení je nerezový skluz. To umožňuje naplněné tuby odvádět do palety či krabice. Vhodným řešením by bylo umístění dopravníku v místě skluzu. Dopravník by naplněné tuby odváděl na váhu, kde by došlo k převážení každé tuby a až následně by byla tuba odváděna do palety, případně na další dopravník, který by tubu odváděl do balicí linky.

Pro zvýšení bezpečnosti by bylo vhodné do návrhu zapracovat čidla otevření dvířek. Tak aby při otevření Došlo k zastavení stroje.

6 ZÁVĚR A DOPORUČENÍ PRO PRAXI.

V práci byl proveden rozbor současného stavu a techniky dané problematiky, vyhodnocen aktuální stav poznání a proveden konstrukční návrh zařízení na plnění tub. Práce je v příloze doplněna o kompletní 3D model plnicího zařízení a výkresy.

Samotný model zařízení je zhotoven pro plnění plastových tub o průměru 35 mm tento průměr lze měnit dle požadavku ovšem musí být do vyrobeny patřičné komponenty. Výška tuby je možná libovolně měnit ve všech vyráběných velikostech tub bez úprav stroje. To samé platí i pro nastavení plněného objemu plniva tuby. Uvažovaný způsob uzavírání tub je za pomoci horkovzdušné hlavy, která předeheje místo spoje a následně v další operaci dojde k uzavření za pomoci svěrných čelistí.

Hlavním cílem zadání bylo zhotovit konstrukční návrh zařízení naplnění tub. Tento cíl byl dosažen, zařízení je zkresleno kompletně kde obsahuje všechny nezbytné části pro splnění požadované funkce. Konstrukce byla zhotovena s důrazem na snížení počtu obráběných dílů a snadnou montáž. Hlavnímu usnadnění montáže je že jednotlivé podsestavy jdou smontovat samostatně a až následně je stačí namontovat na desku stroje. Samotná deska stroje může být kompletně osazená mimo rám stroje všemi funkčními postavami a až následně vložena do hlavního rámu stroje. To velice usnadňuje montáž i demontáž či případný servis stroje. Kdy stačí sundat horní rám a následně demontovat desku s osazenými podsestavami.

V závěru práce proběhlo z analyzování a zhodnocení navržené konstrukce kde bylo poukázáno na výhody nevýhody případné nedostatky zhotovené konstrukce.

Konstrukční návrh není jistě bezchybný, některé tyto vady jsou patrné již teď ovšem většina nedostatku by byla zjištěna při výrobě prototypu. Dále by bylo možno tento návrh vzít jako mustr který by mohl sloužit pro zhotovení dalších prací které by se mohly zabývat problematikou plnění kovových tub kde by musel být změněn uzavírací systém u kterého by došlo k odstranění ohřívací hlavy lisovacích čelistí a ostříhovacích čelistí a ty by musely být nahrazeny ohýbacími jednotkami. Další možností by mohl být vypracovat konstrukční návrh pro plnění tří tub souběžně. Zajímavou prací by mohlo být i samostatný návrh ohřívací hlavy s chlazenou vnější stranou komory kde vidím v této práci velké rezervy v konstrukci samotné hlavy u které chybí zmíněné chlazení.

Doporučení pro praxi:

Pokud možno velice dobře zvážit který CAD bude použit pro konstruování zařízení.

Před konstrukcí jednotlivých částí stroje se pokusit dohledat, zda je nutné daný díl vyrábět, zda se nedá koupit již hotový sériově vyráběný podobný splňující danou potřebnou funkci.

7 CITOVANÁ LITERATURA

Citovaná literatura

- [1] ILLING COMPANY. *Tubes*. online. In: ILLING COMPANY. Iling packing. 2018. Dostupné z: <https://www.illingcompany.com/product/tubes/>. [cit. 2024-01-01].
- [2] AIPAK PHARMA. *Top 10 Tube Filling Machine Manufacturers In The World: The Definitive Guide in 2024*. online. In: www.icapsulepack.com. 2024. Dostupné z: <https://www.icapsulepack.com/top-10-tube-filling-machine-manufacturers/>. [cit. 2024-04-04].
- [3] NOVOTNÝ, FRANTIŠEK; HOTAŘ, VLASTIMIL; HORÁK, MARCEL; STARÁ, MARIE a STARÝ, MICHAL. *ÚVOD DO AUTOMATIZACE A ROBOTIZACE VE STROJÍRENSTVÍ*. 1. TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI, 2020. ISBN 978-80-7494-545-8.
- [4] Kapacitní snímače: Definice, princip snímače, vliv materiálu. online. In: *Solutions for Industrial Automation*. Dostupné z: <https://s-d-a.sk/balluff/pdf/kapacitne/bcs-principy.pdf>. [cit. 2024-01-01].
- [5] SOLOMAN, Sabrie. *Sensors and Control Systems in Manufacturing, Second Edition*. 2nd edition. McGraw Hill, 2009. ISBN 978-0071605724.
- [6] SANDIN, Paul. *Robot mechanisms and mechanical devices*. 1st Edition. McGraw-Hill, 2003. ISBN 9780071412001.
- [7] KOLÍBAL, Zdeněk a KADLEC, Zdeněk. *Průmyslové roboty II. Konstrukce výstupních hlavic a periferií*. 1. vyd. Brno: PC DIR, 1993. ISBN 80-214-0533-3.
- [8] Hot-air tube sealing. online. In: *Webpackaging*. 2014. Dostupné z: <https://www.webpackaging.com/en/portals/thewholepackagellc/assets/11141361/types-of-tube-sealing/>. [cit. 2024-01-01].
- [9] THE TUBE COUNCIL OF NORTH AMERICA. Tube Sealing Options. online. In: THE TUBE COUNCIL OF NORTH AMERICA. *The Tube Council*. 2015. Dostupné z: <https://tube.org/learning-center/tube-sealing-options/>. [cit. 2024-01-01].
- [10] POWERULTRASONICS.COM. *Ultrasonic horn design using SonoAnalyzer - a basic guide*. online. In: POWERULTRASONICS.COM. SonoAnalyzer. 2011. Dostupné z: <https://www.sonoanalyzer.com/content/ultrasonic-horn-design-using-sonoanalyzer-basic-guide>. [cit. 2024-05-16].

- [11] LENFELD, Petr. Technologie II: Doplnkové technologie pro zpracování plastů. online. In: TECHNICKÁ UNIVERZITA LIBEREC. *Katedra strojírenské technologie*. 2018. Dostupné z: https://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/12.htm. [cit. 2024-01-01].
- [12] FINDA, Luděk a HALTUF, Roman. Akademie tváření: Stříhání. online. *MM Průmyslové spektrum*. roč. 17052010, č. 1, s. 1. Dostupné z: <https://www.mmspektrum.com/clanek/akademie-tvareni-strihani>. [cit. 2024-01-01].
- [13] LENFELD, Doc. Dr. Ing. Petr. *Technologie plošného tváření - stříhání*. online. In: [Www.ksp.tul.cz](http://www.ksp.tul.cz). Dostupné z: https://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce/06.htm. [cit. 2024-01-01].
- [14] SVOBODA, Pavel; BRANDEJS, Jan a DVOŘÁČEK, Jiří. *Základy konstruování*. Vydání šesté. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015. ISBN 978-80-7204-921-9.
- [15] KŘÍŽ, Rudolf; WEIGNER, Karel a SVOBODA, Jaroslav. *Stavba a provoz strojů III: Mechanismy*. První. Praha: SNTL - Státní nakladatelství technické literatury, 1979. ISBN 04-204-79.
- [16] *ČSN online pro jednotlivce*. online. In: Česká agentura pro standardizaci. Dostupné z: <https://csnonline.agentura-cas.cz/>. [cit. 2024-01-01].
- [17] *NEWECO*. online. In: Neweco. Dostupné z: <http://www.neweco.biz/product-detail/aluminum-tube-filling-and-crimping-machine-nta-400a/>. [cit. 2024-01-01].
- [18] SMART ZHITONG MACHINERY CO., LTD. *Smart ZhiTong Machinery*. online. 2010. Dostupné z: <https://www.cosmeticagitator.com/high-quality-aluminium-tube-filling-machine-high-temperature-plastic-tubes-filling-and-sealing-machine-with-tank-mixer-smart-zhitong-product/>. [cit. 2024-01-01].
- [19] Pětivrstvý obal tub. online. In: . Dostupné z: <https://desuplastic.com/wp-content/uploads/2022/03/EVOH-Barrier-Plastic-Sheet.jpg>. [cit. 2024-01-01].
- [20] Comparison of Soft-tube Sealing Method. online. In: *Penglaichina*. 2021. Dostupné z: <https://www.penglaichina.com/curved-tubes-filling-sealing-machine.html>. [cit. 2024-01-01].
- [21] NORDEN MACHINERY AB. Tube filling and cartoning 300 tubes per minute. online. In: NORDEN MACHINERY AB. [Htps://www.youtube.com/@NordenMachineryAB](https://www.youtube.com/@NordenMachineryAB). Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=E4oIQrZ917U&ab_channel=NordenMachineryAB. [cit. 2024-01-01].

- [22] ROTARY INDEXING TABLES. online. In: *CDS CAM DRIVEN SYSTEMS*. 2021. Dostupné z: <https://www.cdsindexers.com/product/TR%20Series/3/?lang=eng>. [cit. 2024-01-01].
- [23] BĚHÁLEK, Luboš. *Polymery*. Code Creator, s.r.o., 2016. ISBN 978-80-88058-68-7.
- [24] Accutek Semi-Automatic Volumetric Piston Filler. online. In: *Youtube*. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=nbXUPPUmT_U&ab_channel=AccutekPackagingEquipmentCompanies. [cit. 2024-01-01].
- [25] ALL-FILL INTERNATIONAL LTD. *AUGER FILLING TECHNOLOGY*. online. In: Allfill. Dostupné z: <http://allfill.co.uk/technology/>. [cit. 2024-01-01].
- [26] How to Choose Tube Filling Machine. online. In: *ADINATH INTERNATIONAL*. 2021. Dostupné z: [https://www.adinath.co.in/how-to-choose-tube-filling-machine/#iLightbox\[gallery11276\]/0](https://www.adinath.co.in/how-to-choose-tube-filling-machine/#iLightbox[gallery11276]/0). [cit. 2024-01-01].
- [27] BUDAŘ, Petr. Rozdělení elektrických strojů. online. In: *Elektro web*. Dostupné také z: <https://budar.jecool.net/wp-content/uploads/2017/11/Rozd%C4%9Blen%C3%AD-elektrick%C3%BDch-stroj%C5%AF.pdf>.
- [28] VESELÝ, Václav. *Obousměrný pneumatický krokový motor*. Diplomová práce, vedoucí prof. Ing. Zdeněk Kolíbal, CSc.. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky., 2022. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/139781>.

8 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

8.1 Seznam tabulek

Tab. 2.1 Rozměry tub [1]	18
Tab. 3.1 Největší světový výrobci plnicích zařízení [2]	21
Tab. 3.2 Elektrické motory rozdělení [27]	23
Tab. 3.3 Rozdělení pneumatických motorů [3]	25
Tab. 4.1 Technické parametry stroj NEWECO NTA-400A [17]	35
Tab. 4.2 Technické parametry stroj SZT-60 [18]	36
Tab. 5.1 Technické parametry navrhnutého zařízení	64

8.2 Seznam obrázků

Obr. 2.1 Schéma plnicího zařízení	16
Obr. 2.2 Pětivrstvý obal tub [19]	17
Obr. 2.3 Tvary tub [26]	17
Obr. 2.4 Layout tuby	19
Obr. 3.1 Snímání přítomnosti kapaliny [4]	22
Obr. 3.2 Bezkomutátorový stejnosměrný motor [6]	24
Obr. 3.3 Koncový efektor [6]	25
Obr. 3.4 Ohřívací hlava [20]	26
Obr. 3.5 Ohřívací hlava s chladícím okruhem [8]	27
Obr. 3.6 Ultrazvukové svařování [9]	27
Obr. 3.7 Průběh stříhu [12]	28
Obr. 3.8 Střížná vůle [12]	29
Obr. 3.9 Mechanické vlastnosti polymerů [23]	30
Obr. 3.10 Pístové dávkování [24]	31
Obr. 3.11 Šnekové plnění [25]	31
Obr. 3.12 Schéma konstrukčního procesu [14]	32
Obr. 3.13 Západkový podávací mechanismus se dvěma západkami [15]	33
Obr. 3.14 Obousměrný pneumatický krokový motor [28]	33
Obr. 3.15 Jednozubý stavítkový mechanismus s maltézským křížem [15]	33
Obr. 4.1 Plnicí stroj na hliníkové trubky NEWECO NTA-400A [17]	35
Obr. 4.2 Stroj na plnění a uzavírání plastových trubek [18]	36
Obr. 4.3 Rotační vstupní podavač [21]	37
Obr. 4.4 Indexový stůl [22]	38
Obr. 5.1 Návrh zařízení pro plnění tub	41
Obr. 5.2 Rotační stůl	42
Obr. 5.3 Řez rotačním stolem	43
Obr. 5.4 Lůžko první návrh	43
Obr. 5.5 Lůžko druhý návrh	44
Obr. 5.6 Řez lůžkem	45
Obr. 5.7 Příruba stolu	45

Obr. 5.8 Zakladač tub.....	46
Obr. 5.9 Detail lůžka zakladače	47
Obr. 5.10 Detail strhávače tub.....	48
Obr. 5.11 Kalibrace zasunutí tuby.....	49
Obr. 5.12 Nastavení orientace tub.....	50
Obr. 5.13 Řez otočné jednotky.....	51
Obr. 5.14 Plnička tub	52
Obr. 5.15 Předehřev tub	54
Obr. 5.16 Řez ohřívací hlavou	55
Obr. 5.17 Svar tuby	56
Obr. 5.18 Ostříh tuby	57
Obr. 5.19 Skluz hotových tub	58
Obr. 5.20 Zásobník na tuby s podavačem	59
Obr. 5.21 Zásobník detail na podavač.....	60
Obr. 5.22 Sestava rámu stroje	61
Obr. 5.23 Zařízení pro plnění tub – první návrh	62
Obr. 5.24 Sestava horního rámu stroje.....	63
Obr. 5.25 Zařízení pro plnění tub – druhý návrh	64

8.3 Seznam příloh

Příloha 1 Výkresová dokumentace

Příloha 2 CAD Model

PŘÍLOHA 1

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE