

ÚVOD

Počas mojej stredoškolskej odbornej činnosti v predošlých rokoch som mal možnosť pôsobiť v závode Stiga ktorý sídli v priemyselnom parku Poprad Matejovce a zaoberá sa výrobou tlačných kosačiek na trávu. Za účelom zoštíhlenia výroby – zefektívnenie procesov sa spoločnosť rozhodla vykonávať niektoré montážne podskupiny u svojich dodávateľov. Jedným z takýchto komponentov je kovová matica s prírubou zalisovaná do plastu. Ktorá neskôr slúži na fixáciu vrchnej rúčky kosačky. V minulosti sa táto montáž vykonávala jednoduchým spôsobom pomocou montážneho prípravku na fixáciu plastu a kladiva. Po takto vykonanej montáži dochádzalo na niektorých plastových krytoch k prasknutiu. Tak tiež táto montáž nebola efektívna. Preto vznikla požiadavka na vytvorenie zariadenia, ktoré by zabezpečilo stabilitu a efektívnosť procesu montáže v požadovanej kvalite.

Bol vytvorený tím (ktorého som mal možnosť byť súčasťou) pre skonštruovanie a vyhotovenie lisovacieho zariadenia pre predmetný stroj.

CIELE PRÁCE

Mojím prvým cieľom práce je inovovať jednoduchý spôsob montáže matice do plastu pomocou kladiva a zostrojiť lisovacie zariadenia pre montáž kovovej matice s prírubou do plastového komponentu. K tomuto cieľu patrí aj spracovanie výkresovej dokumentácie matice M8 s prírubou a plastového komponentu. Vedľajším cieľom je zistiť postup výroby a podľa toho prispôbiť návrh inovácie aby sa nenaskytli ďalšie problémy vo výrobe ako pri štandardnom riešení. Musíme dbať na zefektívnenie, stabilitu procesu a zabezpečenie požadovanej kvality.

1. TEÓRIA LISOVANIA

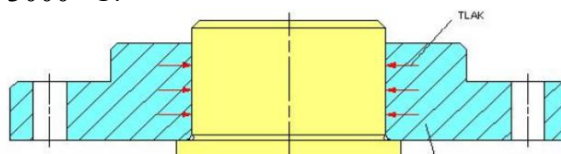
1.1. Lisovanie

Lisovanie je technológia spájania dvoch lícovaných súčiastok s presahom. Ide o nerozoberateľný alebo podmienene rozoberateľný spoj. Vzájomný tlak elasticky stlačených dielov spôsobuje veľké vzájomné trenie, pomocou ktorého spoj môže prenášať veľké sily bez ďalších spojovaných súčiastok. Lisované spoje sú vhodné na prenos veľkých síl a momentov. Sú jednoduché, spoľahlivé a hospodárne. Pre uľahčenie montáže musia mať spojované dielce zrazené hrany a stykové plochy musia mať hladký povrch.

Zalisovanie je možné dosiahnuť staticky (súvislým tlakom) alebo dynamicky (napr. údermi kladiva). Zdrojom lisovacej sily pri súvislom tlaku môže byť skrutkový mechanizmus s ručným pohonom, pneumatický alebo hydraulický valec kombinovaný prípadne s kolenovým mechanizmom, elektromotor s prevodovkou a kľukovým mechanizmom, energia výbuchu pôsobiaca na piest valca, tlaková vlna v kvapaline vyvolaná elektrickým výbojom (elektrohydraulický efekt), elektromagnetické pole a pod. Potrebné zverné spojenie je možné dosiahnuť nielen zalisovaním ale aj využitím tepelnej rozťažnosti tak, že sa dočasne umelo vytvorí veľký rozdiel teplôt spojovaných častí napr. ich ohriatím alebo ochladením.

1.2. Lisovanie za tepla

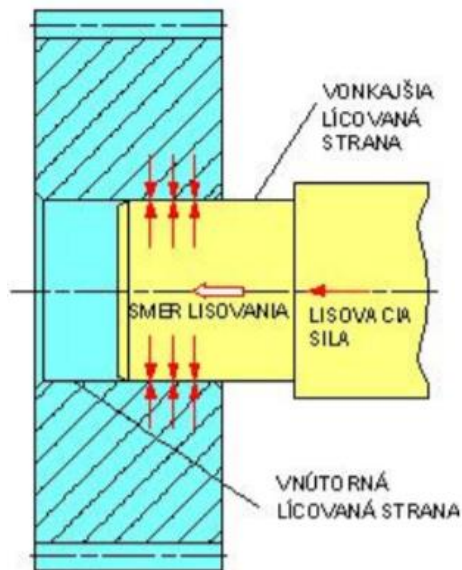
Ohriatím vonkajšej súčiastky - do ohriateho a teplom rozťahnutého vonkajšieho dielca sa zalisuje neohriaty vnútorný dielec. Je potrebné dodržať predpísanú teplotu ohrevu. Vyššia teplota môže zmenou štruktúry materiálu, zmeniť aj jeho pevnosť a tvrdosť. K ohrevu sa využíva indukčný ohrev, olejový kúpeľ alebo plynový horák. Lisovanie za tepla môžeme aplikovať na voľne nasypané práškové materiály, výlisky alebo pre pedspečené výlisky. Telesá lisované za tepla sú takmer bez vnútorného pnutia, hutnosť je rovnomerná v rôznych hrúbkach stien a štruktúra tiež. Nástroje na lisovanie za tepla sa vyrábajú zo žiarupevnej ocele, ktoré sú aplikovateľné do 600 °C alebo sa používa keramika a grafit s aplikovateľnosťou do 3000 °C.



Obrázok 1.1 Lisovanie za tepla

1.3. Lisovanie za studena

Lisovanie lícovaných súčiastok s presahom sa realizuje pomocou lisu. Ochladením vnútornej súčiastky sa využíva pokiaľ nie je možné ohriať vonkajšiu súčiastku. Na ochladenie sa používa suchý ľad (do -79°C) alebo kvapalný dusík (do -191°C). Lisovanie za studena je výhodnejší spôsob ako lisovanie za tepla. Je rýchlejšie ako ohrev v peci či kúpeli. Vnútorňa časť (ochladzovaná) je menšia a tým sa lepšie s ňou manipuluje. Pri ochladení nedochádza k zmene štruktúry materiálu a povrch neoxiduje¹.



Obrázok 1.2 Lisovanie za studena

1) <https://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/13-2009/pdf/078-086.pdf>

2. LISY

2.1. Lisovacie zariadenie

Lis je mechanický tvarovací stroj, ktorý slúži k mechanickému spracovaniu rôznych produktov tlakom alebo tlakovým rázom. Tento výrobný či pracovný postup sa nazýva lisovanie. Lis pôsobí silou vo forme tlaku na stláčané teleso. To sa následkom sily deformuje a mení tvar. Lisy sa rozdeľujú do skupín podľa toho, akú energiu využívajú (ručný lis, hydraulický lis, mechanický lis), podľa svojej stavby (napr. Horizontálny lis) alebo spôsobu použitia (ovocný lis a pod.). Veľkosť lisu môže byť veľmi rôzna. Od malých lisov pre hodinárov až po rozmerné tlačiarenské lisy².

2.2. Typy lisov

Typy lisov môžu byť:

Mechanické, kľukové, pneumatické, hydraulické, vretenové, výstredníkové

a) Mechanické lisy

Mechanické lisy patria medzi najviac používané tvarovacie stroje. Ich nevýhodou je najväčšia tvárniaca sila, ktorú dosiahnu až tesne pri dolnej úvrati (DÚ). Lis môže byť zaťažovaný iba takou veľkou silou, ktorá nepresahuje silu menovitú, aby nedošlo k porušeniu stroja. Základný pohon je realizovaný pomocou kľukového mechanizmu. Ostatné sú odvodené alebo kombinované.

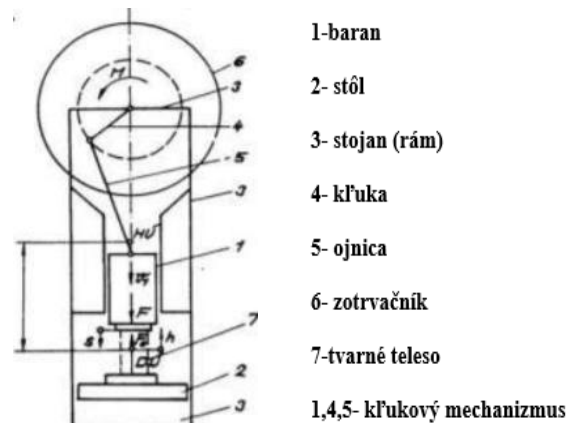


Obrázok 2.1 Mechanický lis

²) <https://cs.wikipedia.org/wiki/Lis>

b) Kľukové lisy

Princíp činnosti kľukových lisov spočíva v kľukovom mechanizme. Vďaka otáčaniu kľukového hriadeľa, na ktorom je uložená ojnica, dochádza k premene rotačného pohybu na pohyb priamočiary. Oproti výstredníkovým lisom sa líšia tým, že majú konštantný zdvih barana.



Obrázok 2.2 Kľukový lis

c) Pneumatické lisy

Medzi zásadné prednosti patrí ich bezpečnosť, tichý chod, presnosť, tuhosť konštrukcie, ochrana proti korózii a jednoduché používanie. Základom lisu je pracovný pneumatický valec z vytlačaného eloxovaného hliníka s krytými piestnicami. Lisovací proces môže prebiehať v manuálnom, poloautomatickom alebo plne automatickom režime. V manuálnom režime vykonáva ovládanie lisu, lisovacieho tlaku a počtu lisovacích cyklov podľa svojich skúseností pracovník obsluhy. U niektorých lisov možno nastavený priebeh lisovania uložiť do pamäti s možnosťou neskoršieho opätovného využitia. V poloautomatickom a automatickom režime riadi lisovací proces počítačová jednotka, umožňujúci nastaviť hodnoty maximálneho tlaku v priebehu lisovacieho cyklu, rýchlosť nárastu tlaku a čas jeho pôsobenia, počet otáčok lisovacieho koša medzi fázami, počet lisovacích fáz a celkovú dĺžku trvania lisovacieho cyklu (bežne 1,0 -2,5 hodiny).



Obrázok 2.3 Pneumatický lis

d) Hydraulické lisy

Hydraulické lisy sú prvé mechanizmy, kde bol použitý hydraulický pohon. Princíp hydraulického lisu je založený na rovnomernom šírení kvapaliny všetkými smermi (Pascalov zákon).

Výhody hydraulických lisov v porovnaní s mechanickými lismi:

- a) môžu dosahovať síl až 103 MN
- b) regulácia rýchlosti barana
- c) veľkosť pracovného zdvihu možno nastaviť v ktoromkoľvek mieste celkového zdvihu
- d) možnosť plynulej regulácie tlaku a rýchlosti
- e) maximálnu silu možno odobrať v ľubovoľnom mieste zdvihu
- f) možnosť automatizácie celého pracovného cyklu

Nevýhody hydraulických lisov v porovnaní s mechanickými lismi:

- a) nižšia účinnosť
- b) zložitejšie konštrukcie
- c) pomalší chod barana vedie k menšiemu počtu zdvihu a tým k menšej výrobe
- d) zložitejšie údržba
- e) vyššie obstarávacie náklady až o 30% vzhľadom na rovnaké menovité sily
- f) vďaka eliminácii nevýhod nachádzajú hydraulické lisy ďaleko väčšie uplatnenie

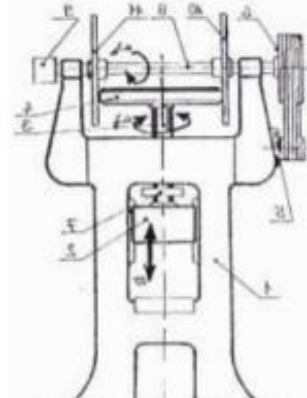


Obrázok 2.4 Hydraulický lis

e) Vretenové lisy

Pohyb skrutkového vretena je uskutočnený vďaka poháňaným diskom, ktoré sú v tesnom kontakte s vretenom. Zdvíhanie či spúšťanie je realizované ľavým alebo pravým diskom. Oproti výstredníkovému a kľukovému lisu umožňuje tento typ lisu tvárniť polotovar aj pomocou niekoľkých po sebe idúcich úderov vďaka neobmedzenej dráhe výstupného člena. K tvárneniu materiálu dochádza pomocou nahromadenej kinetickej energie, ktorá je uchovávaná v pohybujúcich sa hmotách a v zotrvačníku.

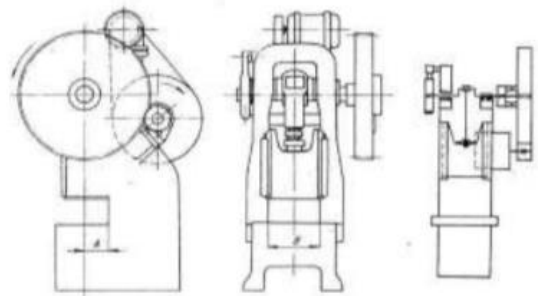
- | | |
|--------------------|------------------------------------|
| 1- rám lisu | 7- brzda |
| 2- baran lisu | 8- predlohový hriadeľ |
| 3- vreteno | 9-presuvací hriadeľ |
| 4- zotrvačník | 10- Ľavý disk pre spúšťanie barana |
| 5- motor | 11- pravý disk pre zdvíhanie |
| 6- remeňový prevod | |



Obrázok 2.5 Vretenový lis

f) Výstredníkové lisy

Výstredníkové lisy využívajú k prenosu sily výstredníkového mechanizmu a to: výstredníkového hriadeľa, ojnice a barana. Pracujú na rovnakom princípe ako lisy kľukové. Zdvih barana je nastaviteľný a dá sa meniť natočením výstredníkového puzdra. Vďaka zmene zdvihu sa zmení rýchlosť pohybu barana a priebeh sily. Výstredníková hriadeľ môže byť umiestnená ako v polohe priečnej, tak v polohe pozdĺžnej³.



Obrázok 2.6 Výstredníkový lis

3) <http://techstroj.g6.cz/S/S19.pdf>

2.3. Bezpečnosť pri práci s lismi

Lisy sú ľudskému zdraviu veľmi nebezpečné stroje, ktoré vždy môžu obsluhu stroja alebo aj nepovolánym osobám spôsobiť veľmi vážny úraz. Z tohto dôvodu bývajú lisy a buchary vybavené rôznymi typmi bezpečnostných zariadení, ktoré majú za úlohu predovšetkým zabrániť úrazu obsluhy stroja (či úrazu ďalších osôb nachádzajúcich sa v okolí stroja). Môže sa jednať napr. O tieto opatrenia, ktoré možno navyše vhodným spôsobom vzájomne kombinovať:

- **obyčajná mechanická zábrana** - do pracovnej časti stroja nemožno nijako vložiť ruku či nohu (stroj potom môže byť spínaný rýchlo za sebou nôh), mechanická zábrana môže byť navyše doplnená elektromechanickým zámkom, ktorý elektricky zamyká mechanickú zábranu a zároveň tým odomyká ovládanie stroja, čo spôsobuje, že stroj nedá vôbec nijako spustiť bez riadneho zafixovanie príslušné mechanické zábrany
- **lis je vybavený dvojitým elektrickým spínaním** - stroj možno spustiť iba raz a to iba súčasným stlačením dvoch rôznych spínačov (ovládačov stroje), ktoré sú od seba vhodne vzdialené (zvyčajne tak 80 až 100 centimetrov). Toto elektrické zapojenie núti obsluhu lisu spínať stroj oboma rukami súčasne a nie je potom možné tú istú ruku strčiť do pracovnej časti stroja (medzi jeho čeľuste).
- **elektronické zabezpečenie** - spínanie lisu sa deje výhradne z elektronicky ovládacieho panela zadaním bezpečnostného kódu alebo aj vložením bezpečnostnej karty v bezpečnej vzdialenosti od stroja⁴

4) <https://cs.wikipedia.org/wiki/Lis>

3. PLASTY

3.1. Charakteristika plastov

Plasty sú makromolekulové, organické zlúčeniny zložené z jednoduchých organických zlúčenín – monoméry (základ plastov) Monoméry tvoria lineárne, rozvetvené, priestorové reťazce. Monoméry jedného druhu tvoria polyméry, dvoch druhov sú kopolyméry a troch druhov vytvárajú térpolyméry. Zlúčenina plasty patria medzi najpoužívanejšie materiály vo všetkých odvetviach priemyslu aj spotrebného tovaru (okná, bižutéria, strojnictvo, stavebníctvo, biela technika). Vyrábajú sa chemickými reakciami, polyadíciou, polymerizáciou, polykondenzáciou alebo ich kombináciou. Vyrábajú sa z látok, ktoré sa nachádzajú predovšetkým v rope ale aj v zemnom plyne a v uhlí. O ich spracovanie sa starajú odvetvia chemického a petrochemického priemyslu. Plasty sú ľahko tvarovateľné, dajú sa z nich vyrobiť polotovary (fólie, dosky, rúrky, pelety, tablety, drôty, drvina) na výrobu predmetov bežnej spotreby. Sú najnovšími materiálmi, ktoré sa používajú na obaly a balenia, a tiež ako základ pre kompozitné materiály⁵.

5) <https://referaty.aktuality.sk/plasty/referat-13663>

3.2. Vstrekovanie plastov

Vstrekovanie plastov je jednou z hlavných operácií pri spracovaní plastov. Vstrekovanie plastov je spôsob tvárnenia plastov, V zásade vstrekovanie plastov je proces kde tuhý termoplastický materiál je ohriaty pokiaľ nedosiahne tekutého stavu, potom je transferovaný pod tlakom do uzatvoreného priestoru (dutina formy), potom je tavenina ochladená pokiaľ nedosiahne tuhého stavu, prispôbiac sa tvaru dutiny formy. Vstrekovanie je dejom cyklickým. Vstrekováním je možné spracovávať všetky druhy termoplastov⁹.

K najčastejšie vstrekoványm termoplastom patria:

- a) polyolefíny PE, PP,
- b) styrenové plasty PS, SB, SAN, ABS,
- c) PA, PC, POM, PPO, PET..
- d) PVC si vyžaduje špeciálne upravené zloženie.

⁶) <http://www.skfotos.sk/vstrekovanie%20plastov.rtf>

4. Opis riešenia konštrukčného zariadenia

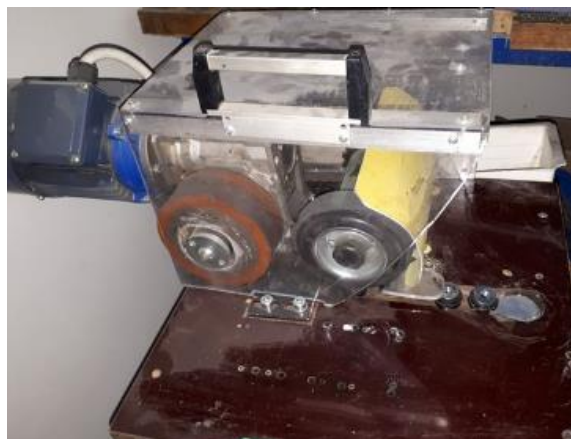
Pre vytvorenie lisovacieho stroja medzi maticou s prírubou a plastovým komponentom bolo potrebné skonštruovať lisovacie zariadenie. Za týmto účelom bolo uvažované o dvoch možných riešeniach:

1. Lisovanie pneumatickým lisom pomocou stlačeného vzduchu



Obrázok 3.1 Pneumatiký lis

2. Lisovanie pomocou prítlačných valcov ovládané elektrickým pohonom



Obrázok 3.2 Lisovanie pomocou prítlačných valcov

Nakoľko prvé riešenie bolo náročné na manipuláciu tak isto časovo zdĺhavejšie + bolo potrebné zabezpečiť pracovisko stlačeným vzduchom. Ako vhodnejšie som sa rozhodol použiť riešenie 2, čiže lisovanie pomocou prítlačných valcov ovládané elektrickým pohonom, s možnosťou doplnenia riadiacich systémov Arduino alebo PLC.

Pre zhotovenie tohto zariadenia bol použitý starší stroj. Súčasťou tohto stroja bol elektromotor, prevodovka. Následne bol doplnený ešte jeden hriadeľ + reťazový prevod a k týmto dvom hriadeľom boli pripevnené dva gumené kolesá ktorých úlohou je zabezpečenie prítlaku a zalisovania matice do plastu. Posuv matice s prírubou a plastového komponentu zabezpečuje pneumatický lis, ktorý môže byť ovládaný Arduino alebo PLC za pomoci snímačov. Celé toto zariadenie je ukotvené na pevnú podložku (stôl) a rotačné prvky sú krytované.

5. Základné parametre a charakteristika konštrukčného riešenia lisovacieho zariadenia

Pre skonštruovanie lisovacieho zariadenia boli potrebné tieto komponenty:

Motor + prípojka: MEZ MOHELNICE

Prevodovka

Hriadeľ1,2

Lisovacie koleso 1: Ø120

Lisovacie koleso 2: Ø130

Koleso reťazové 1: Ø85

Koleso reťazové 2: Ø70

Základný rám: 250x420

Piest + prepínač: Typ-166-04 1600-1

Riadiaca jednotka + snímač

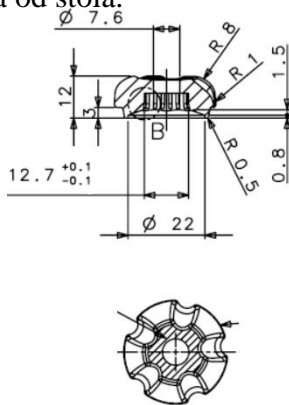
Kryt

Kompresor

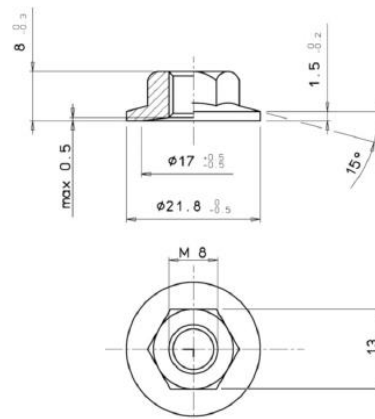
Zásobník: Ø30

6. Zabezpečenie chodu lisovacieho zariadenia

Hlavný valec je poháňaný elektrickou energiou pomocou elektromotora. Pomocný valec je poháňaný reťazovým prevodom. Otáčky sú zabezpečené pomocou prevodovky. Zalisovanie matice do plastu je zabezpečené výškou valcov voči stolu (pevnej podložky) zariadenia. Matice s plastom sú uložené v zásobníku a sú posúvané piestom, ktorý sa pohybuje v drážke (lôžku) k prvému valcu ktorý má za úlohu zatlačiť maticu do plastu do jednej tretiny. Následne druhý valec zatlačí maticu do finálnej pozície. Správnosť celkovej montáže (zalisovanie matice do plastu) je podmienené nastavením vzdialenosti valca od stola.



Obrázok 4.1 Plastový komponent



Obrázok 4.2 Matica s prírubou

Záver

Mojím cieľom bolo inovovať jednoduchý spôsob montáže matice do plastu pomocou kladiva a zostrojiť lisovacie zariadenia pre montáž kovovej matice s prírubou do plastového komponentu. Pre vytvorenie lisovacieho zariadenia medzi maticou s prírubou a plastovým komponentom bolo potrebné skonštruovať lisovacie zariadenie. Za týmto účelom bolo uvažované o dvoch možných riešeniach. Ako prvé bolo elektrické lisovacie zariadenie pomocou prítlačných valcov. Ako druhé riešenie bolo pneumatické lisovacie zariadenie. Ja som sa rozhodol pre elektrické zariadenie pomocou prítlačných valcov. Na základe toho bola vyrobená prototypová kosačka. Pri zhotovení lisovacieho zariadenia pomocou prítlačných valcov som musel dbať na zefektívnenie, stabilitu procesu a zabezpečenie požadovanej kvality. Momentálne je lisovanie pomocou kladiva nahradené elektrickým zariadením pomocou prítlačných valcov.

Použité zdroje

- <https://www.sjf.tuke.sk/transferinovacii/pages/archiv/transfer/13-2009/pdf/078-086.pdf>
- <https://cs.wikipedia.org/wiki/Lis>
- <http://techstroj.g6.cz/S/S19.pdf>
- <https://cs.wikipedia.org/wiki/Lis>
- <https://referaty.aktuality.sk/plasty/referat-13663>
- <http://www.skfotos.sk/vstrekovanie%20plastov.rtf>