

## OPERÁCIA LISOVANIA V MONTÁŽNYCH PROCESOCH

**Ing. Katarína Senderská, PhD.**

Technická univerzita v Košiciach

Strojnícka fakulta

Katedra technológií a materiálov

Oddelenie automobilovej výroby

Mäsiarska 74, 040 01 Košice

[katarina.senderska@tuke.sk](mailto:katarina.senderska@tuke.sk)

### Abstract

The press operation design is an important deal of assembly workstation design. The paper deals with the press procedure from the point view pres unit design and their incorporation into a complex assembly workstation.

### Key words

Assembly workstation, FMSsoft, design.

### Úvod

V oblasti projektovania montážnych procesov je potrebné detailne riešiť aj jednotlivé technologické operácie. Jednou z nich je lisovanie. Lisovaný spoj tvorí v rámci montážnych operácií stále okolo 10% všetkých typov spojov [3].

### Operácia lisovania

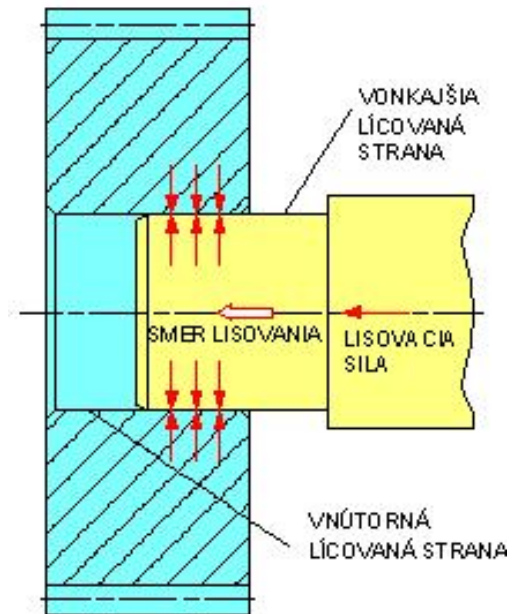
Lisovanie je technológia spájania dvoch lícovaných súčiastok s presahom. Ide o nerozoberateľný alebo podmienene rozoberateľný spoj. Vzájomný tlak elasticky stlačených dielov spôsobuje veľké vzájomné trenie, pomocou ktorého spoj môže prenášať veľké sily bez ďalších spojovaných súčiastok. Lisované spoje 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.

Montáž lisovaného spoja sa môže uskutočniť:

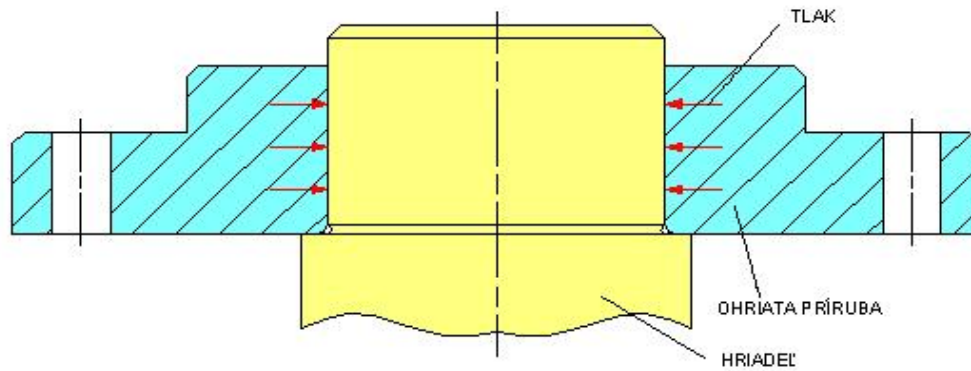
- Za studena – lisovanie lícovaných súčiastok s presahom sa realizuje pomocou lisu. Jednoduchá schéma lisovania je na obr. 1.



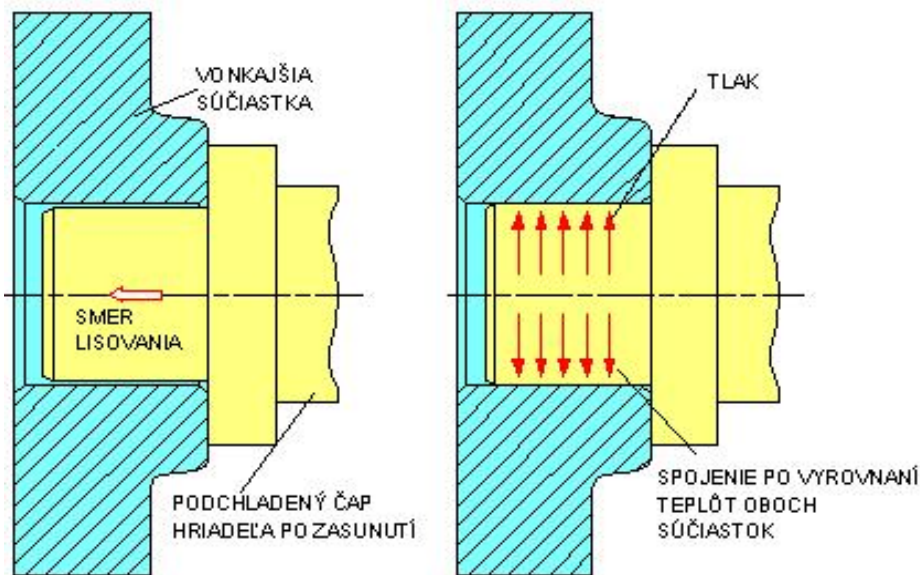
Obr. 1 Schéma lisovania

- Ohriatím vonkajšej súčiastky (za tepla) – 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. Schéma lisovania za tepla je na obr.2.
- 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).
- Kombináciou spôsobov [1].

Lisovanie ochladením je výhodnejší spôsob ako lisovanie za tepla. Je rýchlejšie ako ohrev v peci či kúpeľi. Vnútorná časť (ochladzovaná) je menšia a tým sa lepšie s ňou manipuluje. Pri ochladení nedochádza k zmene štruktúry materiálu a povrch neoxiduje.



Obr. 2 Schéma lisovania s využitím ohrevu



Obr. 3 Schéma lisovania s využitím ochladenia

Pri návrhu lisovaných spojov sa z hľadiska ich montáže odporúča vyhýbať sa lisovaným spojom s veľkým presahom a malou presnosťou. Ak je nevyhnutný veľký presah, je možné použiť lícovanie, napr. H7/u7. Nezávisle od výsledkov výpočtu treba vykonať konštrukčné opatrenia, ktoré zvyšujú pevnosť a bezpečnosť lisovaného spoja:

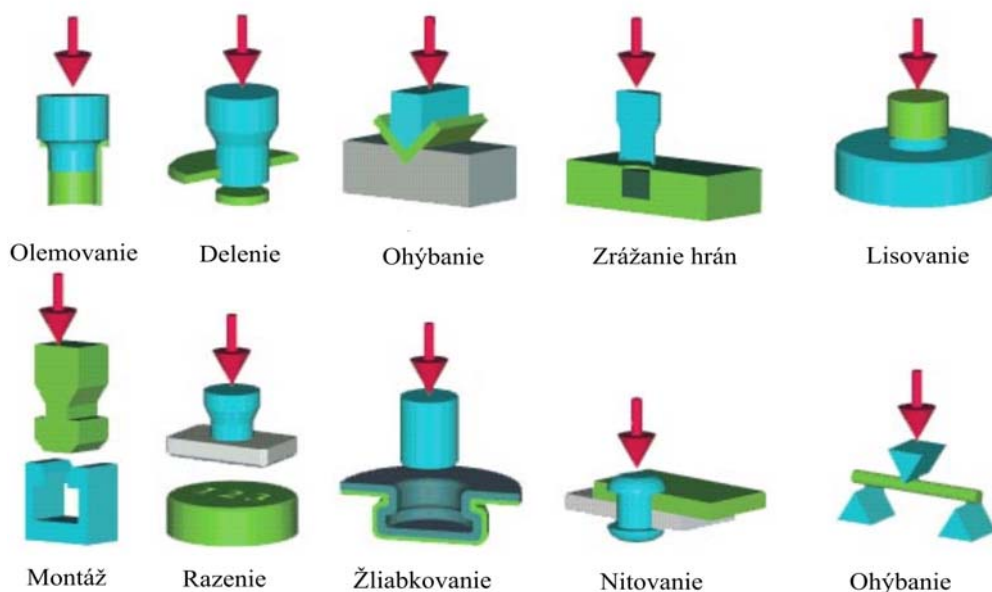
- zväčšiť priemer a dĺžku spoja s cieľom znížiť hodnoty špecifického tlaku na kontaktných povrchoch,
- vybrať hodnotu presahu v úzkych medziach, s uložením pre zvýšenú triedu presnosti,
- vyhýbať sa veľkým zmenám priemerov spojených súčiastok na spojenom úseku, aby nevznikli úseky s rozdielnymi napätiami,
- kontaktné povrchy treba spevniť tepelným spracovaním (napr. zakalením s popúšťaním pri nízkych teplotách) a spevňujúcim opracovaním s plastickými deformáciami (napr. valčekovaním),

- voliť galvanické vrstvy s mäkkými kovmi (Zn, Cu, Cd) pre kontaktné povrchy,
- voliť montáž spoja s ohrevom náboja alebo ochladením hriadeľa.

### Lisovacie jednotky

Lisovacie jednotky slúžia na vytváranie lisovaných spojov, prípadne na plastické pretvorenie spojovaných súčiastok osovým tlakom (osové nitovanie, ohýbanie a pod. – pozri obr.4).

Lisovacie jednotky sú určené pre mechanizáciu a automatizáciu montážnych operácií. Predstavujú jednu zo základných stavebných jednotiek v malosériovej, sériovej ako aj v hromadnej výrobe. Aplikujú sa pri montáži drobných súčiastok a celkovo hlavne v strojárskom priemysle. Lisovacie jednotky sú po zakladacích jednotkách druhé najpoužívanejšie.



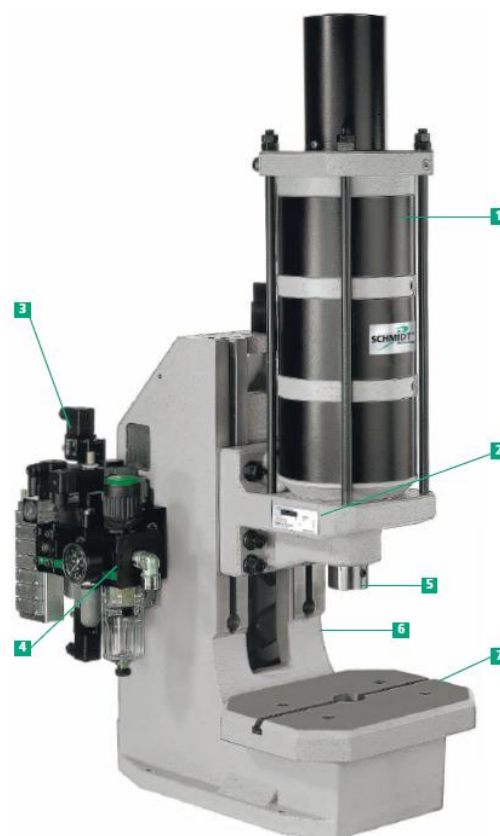
Obr. 4 Typy operácií lisovacej jednotky

Na stolových pracoviskách alebo na jednorúčových pracovných strojoch sa používajú len jednotky pre relatívne malé osovú sily. Osovú silu zachytáva unášač alebo rám stroja. Pri vyšších zaťaženiach môžeme použiť zosilnený modul rámu alebo uzavretý rám lisovacej jednotky (rám tvaru písmena C alebo O). Jednotky pre menšie sily majú pneumatický pohon, pre väčšie sily sa používa pneumatický pohon s kolenovým pákovým zosilňovačom alebo s hydraulickým multiplikátorom, poháňaným pneumaticky (pneumo - hydraulický pohon). V súčasnosti sa už používa aj elektrický pohon. Takéto stolové jednotky možno použiť aj na ručných montážnych pracoviskách.

Lisovacie jednotky môžu pracovať v ručnom, poloautomatickom a automatickom režime. Hlavné výhody lisovacích jednotiek:

- Veľká variabilnosť parametrov zdvihu, rýchlosti a sily
- Vysoká presnosť nastavenia polohy pracovného zdvihu
- Vysoká flexibilita a hospodárnosť vďaka krátkym zoraďovacím časom
- Vysoká životnosť a presnosť
- Stabilita silového pôsobenia
- Vysoká variabilnosť realizovaných operácií v oblasti montáže a tvárnenia [14]

Na obr. 5 je uvedený príklad stolovej lisovacej jednotky.



- |                                 |               |
|---------------------------------|---------------|
| 1 valec                         | 5 baran       |
| 2 lisovacia hlava               | 6 stojan      |
| 3 pneumatický riadiaci blok     | 7 doska stola |
| 4 regulačný ventil s manometrom |               |

Obr.5 Lisovacia jednotka

### Základné prvky lisovacej jednotky

Každá stolová lisovacia skladá zo základných funkčných častí ktorých prehľad je uvedený v tab. 2.

#### Rám

Základnou časťou lisovacej jednotky je samotný rám. Tvorí nosnú konštrukciu celej lisovacej jednotky. Slúži na uchytenie jednotky a pripievňujú sa naň regulačné a bezpečnostné prvky. Konštrukcia rámu lisovacej jednotky prenáša zaťaženie a sily vznikajúce pri procese lisovania. Samotný rám môže mať rôzne konštrukčné prevedenia. Tvar sa volí podľa veľkosti lisovacej sily a možnosti prístupu k montážnym dielcom.

Typy rámov lisovacích jednotiek:

- C rám
- O rám
- 2 stĺpkový rám
- 4 stĺpkový rám
- H rám

V automatických pracoviskách sú najviac využívané lisovacie jednotky s C-rámom.

#### Valec

Na vyvodenie lisovacej sily je potrebný pohon – valec. Podľa charakteru požiadaviek sa vyberie typ valca. Klasický pneumatikový alebo hydropneumatikový. V súčasnosti sa už používa aj elektrický. Každá spoločnosť vyrábajúca valcové jednotky má svoj vlastný prístup k ich tvorbe a použitiu.

Napr. spoločnosť SCHMIDT [12] používa okrem rozličných typov pohonov aj rôzne prevedenia. Samostatné valcové jednotky môžu byť v prevedení s lisovacou hlavou alebo s prírubou. Všetky valcové jednotky sú vybavené magnetickou sadou na snímanie koncovej polohy pomocou magnetických snímačov. Je ich možné zabudovať nezávisle na polohe.

Jednou z možností je aj využitie tlakového multiplikátora. Na kompresiu využíva plynové kvapaliny (vzduch, metán, dusík a iné). Skladá sa z kompresných modulov, ktoré môžu pracovať nezávisle alebo vo viacstupňovej konfigurácii. Počet sa určuje z pomeru objemu ku tlaku, ktorý má byť dosiahnutý.

#### Regulačné prvky a zariadenia

Bezpečnosť lisovacieho systému je možné ovládať pomocou pneumatikového jednonábového alebo dvojnábového riadiaceho bloku. V kombinácii s redukčným ventilom s predvoľbou lisovacieho tlaku je možné tlak regulovať a pomocou manometra presne nastaviť počiatočný tlak. Predvoľba lisovacej sily a pneumatikový

riadiaci blok je v rôznych veľkostiach podľa spotreby vzduchu lisovacej jednotky.

#### Snímacie a vyhodnocovacie prvky

Pre meranie parametrov lisovania sa využívajú rôzne snímače. Pre meranie sily počas celého priebehu lisovania sa využíva snímač sily.

Okrem snímania sily sa pri lisovaní sníma aj dráha. Napr. potenciometrický snímač dráhy od firmy BURSTER je určený pre priame meranie mechanického posunutia. Pri montáži je potrebné dodržať, aby smer pohybu meraného objektu bol paralelný s tiahom snímača. Snímač je vybavený 12-pólovým konektorom pre pripojenie k vyhodnocovaciemu zariadeniu. Presnosť merania je až 0,05mm.

Výsledky zo snímačov sa prenášajú do vyhodnocovacieho zariadenia. Príkladom je vyhodnocovacia jednotka DIGIFORCE od firmy BURSTER.

Zariadenie slúži na analýzu a riadenie technologických procesov, pri ktorých sú definované závislosti medzi dvoma veličinami. Pri lisovaní sa meria závislosť sily na dráhe.

DIGIFORCE umožňuje nastaviť 3 tolerančné polia, ktorými musí priebeh prechádzať v danom smere. Ďalšou možnosťou kontroly je metóda obalovej krivky, kde nameraná krivka musí byť v oblasti tolerancie obalovej krivky. Možnosťou kontroly je aj kombinácia spôsobov, čiže 3 tolerančné polia spolu s obalovou krivkou. Slúži pre rýchlu sériovú kontrolu výrobku. Navyše poskytuje možnosť pripojenia k PC, štatistické vyhodnotenie nameraných hodnôt a riadenie technologického procesu v reálnom čase.

Vyhodnocovacie zariadenie informuje o priebehu celého procesu lisovania. Podľa výstupu je možné zistiť:

- Či boli spájané komponenty v správnej polohe
- Či v procese lisovania nedošlo k trvalému poškodeniu niektorého z komponentov
- Či bol dielec správne zmontovaný

#### Bezpečnostné prvky

Aby na pracovisku nedošlo k úrazom prípadne k narušeniu priebehu lisovania používajú sa bezpečnostné prvky. Príkladom je dvojručný bezpečnostný obvod rôzneho prevedenia. V takomto prípade je potrebné, aby obsluha:

- Zatlačila súčasne obidva spínače v malej časovej tolerancii (cca 0,5s.)
- Držala obidva spínače v zatlačenej polohe počas celého procesu
- Po ukončení zdvihu sa obidva spínače musia vrátiť do východzej polohy

Predčasné uvoľnenie spínača spôsobí prerušenie zdvihu lisovacej jednotky.

Ďalším ochranným prvkom je svetelná závara s ochranným krytom. Nebezpečný priestor je pred zásahmi chránený priehľadnými doskami, z makrolonu alebo lexanu. Na vkladacej strane zabezpečuje svetelná závara prístup do nebezpečného priestoru. Pri zásahu do nebezpečného priestoru sa pracovný proces okamžite zastaví. Cyklus môže automaticky pokračovať po opustení nebezpečného priestoru. Lis je možné svetelnou závorou aj spúšťať.

Jednou z možností je priehľadný ochranný kryt s pneumatickými posuvnými dverami. Pracovisko je dookola chránené priehľadnými doskami. Spustením ručného alebo nožného spínača sa bezpečnostné dvere najprv zatvoria a zablokujú. Monitorovanie prebieha dvojkanálovo. Keď dôjde k zablokovaniu, lisovací cyklus sa automaticky spustí.

Lisovacie jednotky je možné kúpiť ako hotový celok vrátane riadiacej jednotky a kontroly procesu. V tab. 1 sú uvedené vybraní výrobcovia lisovacích jednotiek. Hlavnou výhodou použitia komplexného riešenia lisovania zakúpením od špecializovaného výrobcu je to, že riešenie je overené v prevádzkových podmienkach, čas na zaobstaranie je krátky a zároveň je k dispozícii kompletný servis a záruka.

### Návrh lisovacej jednotky

V niektorých prípadoch je účelné použiť vlastnú konštrukciu lisovacej jednotky. Hlavnými výhodami takéhoto riešenia je to, že:

- konštrukcia rámu je podľa požiadaviek lisovaných dielcov,
- existuje možnosť vlastných technologických prvkov (vybratí, otvorov), pre vlastné použitie a prídavné zariadenia
- nižšia cena,
- modularita v oblasti rôznych komponentov pre lisovaciu jednotku od rozličných firiem.

Pri návrhu sa musia brať do úvahy všetky činitele ovplyvňujúce lisovanie. Zvyčajne prvým krokom pri návrhu je voľba druhu pohonu. Druh pohonu sa volí podľa veľkosti lisovacej sily a rozmerových parametrov pri lisovaní (zdvih). Podľa daných požiadaviek sa zvolí typ a presná veľkosť valca. Z katalógov výrobcov sa vyberú rozmery valca, pripojovacie rozmery a charakteristiky valca pri tlaku a zaťažení. V katalógoch je tiež uvedené aj príslušenstvo. Môže ísť o snímače, úchytky, príruby či spojky.

Tab.1 Prehľad vybraných výrobcov lisovacích jednotiek

Názov firmy	URL odkaz	Sídlo/ krajina	URL odkaz na zastúpenie v SR/ČR
G.P.A. Italiana	<a href="http://www.gpa-automation.com">http://www.gpa-automation.com</a>	Taliansko	<a href="http://www.ampo.sk">http://www.ampo.sk</a>
Schmidt	<a href="http://www.schmidttechnology.de">http://www.schmidttechnology.de</a>	Nemecko	<a href="http://www.mts.sk">http://www.mts.sk</a>
TOX Pressotechnik	<a href="http://www.tox-de.com/de/home.html">http://www.tox-de.com/de/home.html</a>	Nemecko	<a href="http://www.ok-servis.cz">http://www.ok-servis.cz</a>
Mader Pressen	<a href="http://www.maederpressen.de">http://www.maederpressen.de</a>	Nemecko	<a href="http://www.mt-praha.cz">http://www.mt-praha.cz</a>
GECHTER	<a href="http://www.gechter.com">http://www.gechter.com</a>	Nemecko	<a href="http://www.gechter.cz">http://www.gechter.cz</a>
AGME	<a href="http://www.agme.net">http://www.agme.net</a>	Španielsko	<a href="http://www.salm-hesa.de">http://www.salm-hesa.de</a>
EMG	<a href="http://www.emgpresses.com">http://www.emgpresses.com</a>	Francúzsko	<a href="http://www.pramark.cz">http://www.pramark.cz</a>
Alfamatic	<a href="http://www.alfamatic.com">http://www.alfamatic.com</a>	Taliansko	
DUNKES	<a href="http://www.dunkes.de">http://www.dunkes.de</a>	Nemecko	
BRAUER	<a href="http://www.brauer.co.uk">http://www.brauer.co.uk</a>	Anglicko	<a href="http://www.marek.eu">http://www.marek.eu</a>
Pryor	<a href="http://www.pryormarking.com">http://www.pryormarking.com</a>	Anglicko	
Multicyl	<a href="http://www.multicyl.com">http://www.multicyl.com</a>	Kanada	
HŠV stroje	<a href="http://www.hsvpolicka.cz">http://www.hsvpolicka.cz</a>	Česko	
Semet	<a href="http://www.semet.cz">http://www.semet.cz</a>	Česko	
AIM Joraco	<a href="http://www.joraco.com">http://www.joraco.com</a>	USA	
Grant Riveters	<a href="http://granriveters.com">http://granriveters.com</a>	USA	



Tab.2 Časti lisovacích jednotiek

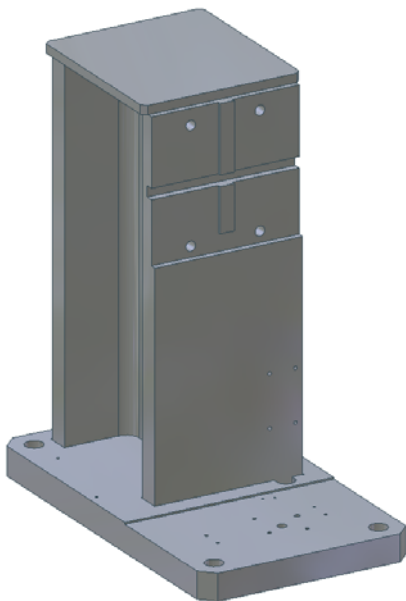
Časti lisovacej jednotky	Varianty			
<b>Rám</b>	C rám  <a href="http://www.alfamatic.com">www.alfamatic.com</a>	Stĺpkový rám  <a href="http://www.alfamatic.com">www.alfamatic.com</a>	H rám  <a href="http://www.schmidttechnology.de">www.schmidttechnology.de</a>	O rám
<b>Pohon</b>	Pneumatický	Pneumaticko-hydraulický	Elektrický	Iné
<b>Valec</b>	Valcová jednotka s lisovacou hlavou  <a href="http://www.gpa-automation.com">www.gpa-automation.com</a>	Valcová jednotka s prírubou  <a href="http://www.gpa-automation.com">www.gpa-automation.com</a>	Multiplikátor  <a href="http://www.alfamatic.com">www.alfamatic.com</a>	Iné
<b>Regulačné prvky a zariadenia</b>	Dvojkanálový pneumatický bezpečnostný blok  <a href="http://www.gpa-automation.com">www.gpa-automation.com</a>	Regulačný ventil s manometrom  <a href="http://www.gpa-automation.com">www.gpa-automation.com</a>	Iné	
<b>Snímacie a vyhodnocovacie prvky</b>	Snímače sily BURSTER pre nižšie a vyššie rozsahy  Vyššie rozsahy <a href="http://www.burster.com">www.burster.com</a>	Vyhodnocovacia jednotka DIGIFORCE  <a href="http://www.burster.com">www.burster.com</a>	Potenciometrický snímač dráhy  <a href="http://www.burster.com">www.burster.com</a>	Iné
<b>Bezpečnostné prvky</b>	Bezpečnostné konzoly  <a href="http://www.alfamatic.com">www.alfamatic.com</a>	Svetelná závara s priehľadným ochranným krytom  <a href="http://www.gpa-automation.com">www.gpa-automation.com</a>	Priehľadný ochranný kryt s pneumatickými posuvnými dverami  <a href="http://www.gpa-automation.com">www.gpa-automation.com</a>	Iné

Druhým krokom je návrh rámu lisovacej jednotky. Rám lisovacej jednotky ako nosný prvok musí byť nadimenzovaný s ohľadom na rôzne charakteristiky. Rám musí byť navrhnutý tak, aby požadovaná lisovacia sila nedeformovala jeho konštrukciu. Prípadná elastická deformácia nesmie mať vplyv na výsledok a kvalitu lisovacieho procesu. Samotná veľkosť rámu musí byť podriadená okrem veľkosti spájaných súčiastok aj ergonomickým a bezpečnostno-technickým požiadavkám montážneho pracoviska. Rám musí mať otvory na prichytenie k pracovisku a otvory na pripojenie ostatných častí lisovacej jednotky.

Rám môže byť rôznej konštrukcie. Pri kupovaných rámoch sa jedná o odlievane rámy, menej sú používané zvarané rámy. Vlastné rámy môžu byť vyrobené viacerými spôsobmi:

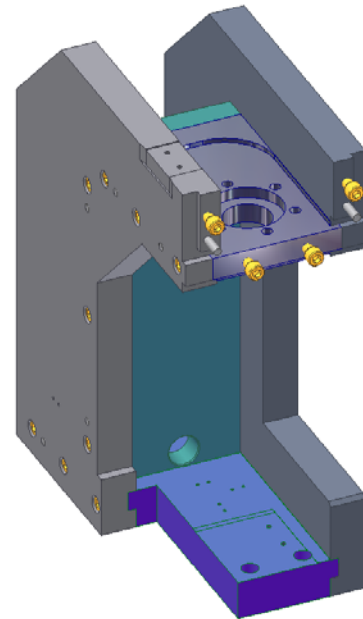
- Nerozoberateľná konštrukcia – zvaraním
- Rozoberateľná konštrukcia – spojená pomocou skrutiek a kolímkmi na zabezpečenie polohy
- Kombinované – časť rámu je zvaraná a časť priskrutkovaná

Zvaraná konštrukcia je jednoduchšia a má najnižšie ekonomické náklady. Pri zvaraní jednotlivých dielov rámu dochádza k deformáciám a vnútorným pnutiam. Po zvarení rámu je potrebné tieto pnutia odstrániť normalizačným žiňaním. Takýto rám sa ešte trieskovo obrába, za účelom dosiahnutia lepších geometrických tolerancií (rovnobežnosť, kolmosť, súosovosť). Na obr.6 je príklad zvaranej konštrukcie rámu lisovacej jednotky firmy SENZOR.



Obr. 6 Zvaraný rám lisovacej jednotky firmy SENZOR

Na obr.7 je príklad skrutkovaného rámu lisovacej jednotky.



Obr. 7 Skrutkovaný rám lisovacej jednotky firmy SENZOR

Výhodou skrutkovaného rámu je jeho demontovateľnosť. V prípade využitia pre väčšie namáhania alebo rozmerovo odlišné druhy lisovaných súčiastok sa dá rám upraviť. Možnosťou úpravy je výmena dielca rámu za silnejší alebo jeho presunutie na inú polohu.

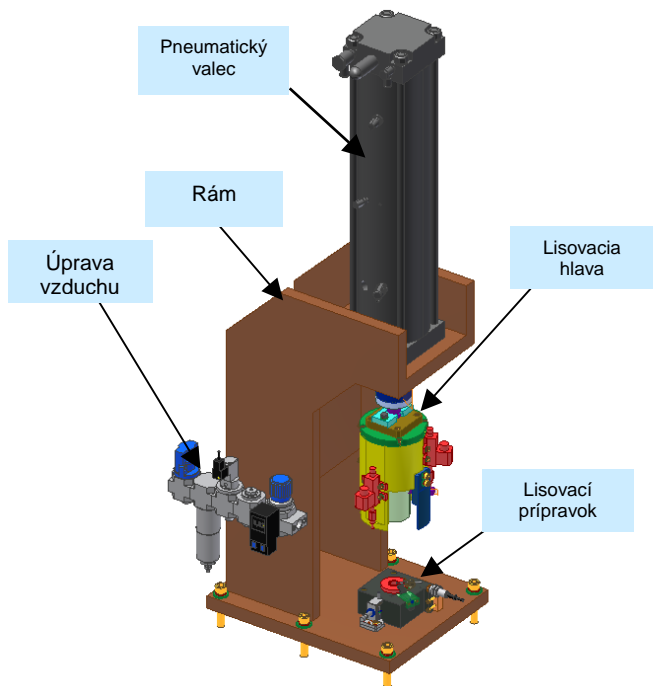
Ďalším krokom je výber regulačných prvkov a zariadení. Pneumatický riadiaci blok býva dvojkanálový prípadne jednonálový. Na reguláciu veľkosti lisovacej sily slúži regulačný tlakový ventil s manometrom. Tieto prvky sú prichytené na bočnej strane rámu lisovacej jednotky. U väčších pracovísk môžu byť tieto prvky prichytené o konštrukciu rámu stola,

Dôležitým krokom je výber snímacích prvkov a vyhodnocovacích zariadení. Pri lisovaní je dôležité snímať veľkosť lisovacej sily v celom procese lisovania v závislosti na dráhe. Volí sa snímač sily pre dynamické namáhanie. Taktiež sa vyberie snímač dráhy. Dôležitý je spôsob merania sily či dráhy, aby sa výstupy z týchto snímačov dali vyhodnotiť. Pri tom sa používa vyhodnocovacie zariadenie. Slúži na analýzu a riadenie procesu. Vyhodnocovacie zariadenie určí či daný zlisovaný kus je dobrý alebo zlý.

K lisovacej jednotke patrí aj lisovacia hlava, ktorá obsahuje aj lisovací nástroj. Okrem samotnej jednotky je potrebné pri navrhovaní myslieť aj na prípravok, do ktorého sa budú umiestňovať spájané komponenty. Tieto prípravky a nástroje sa navrhujú podľa princípov tvorby prípravkov pre montáž [7].

Po vybratí a návrhu všetkých komponentov dochádza k zostavení celej lisovacej jednotky. Jednotlivé komponenty sa prichytia

k rámu a overí sa ich funkčnosť. Lisovacia jednotka ako celok musí fungovať bez odchýlok. Preto sa testuje a tým sa vyhodnotí jej správnosť. Takto vytvorená komplexná lisovacia jednotka je zobrazená na obr. 8.



Obr. 8 Kompletná lisovacia jednotka firmy SENZOR

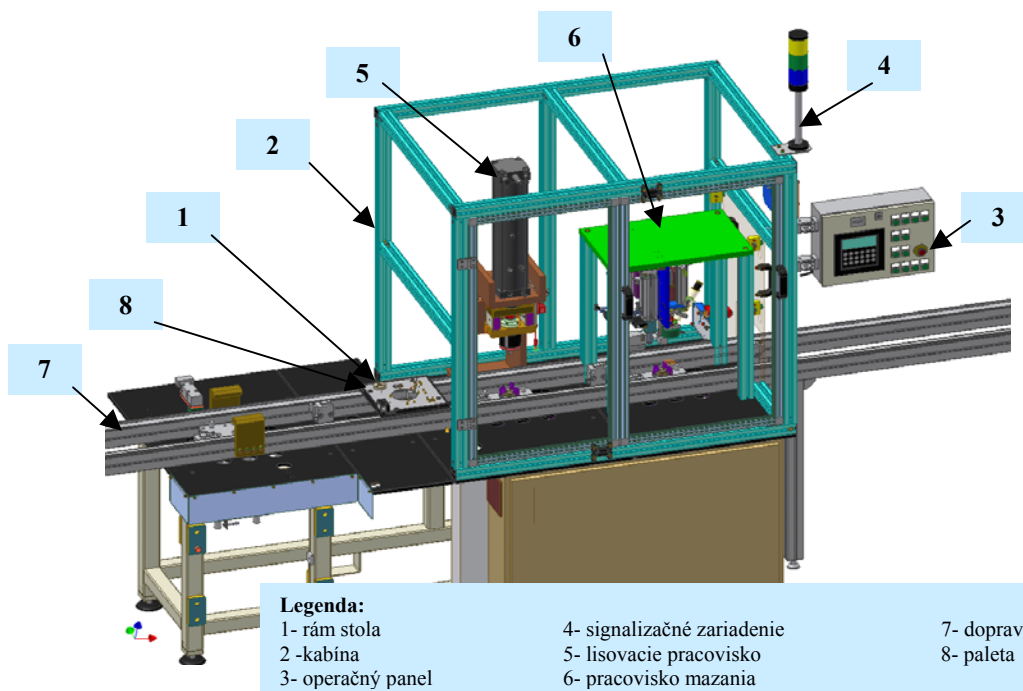
Pri jej návrhu sa samozrejme používajú základné konštrukčné princípy [5,6], ako aj celý rad Cax nástrojov. A to nielen vhodný 3D CAD

systém ale napríklad aj analýza pomocou modulu Autodesk Inventor Stress Analysis alebo v programoch ako napríklad ANSYS a COSMOSWorks.

### Komplexné pracovisko lisovania

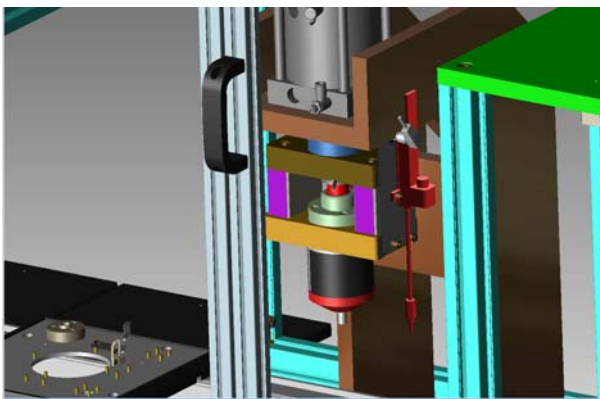
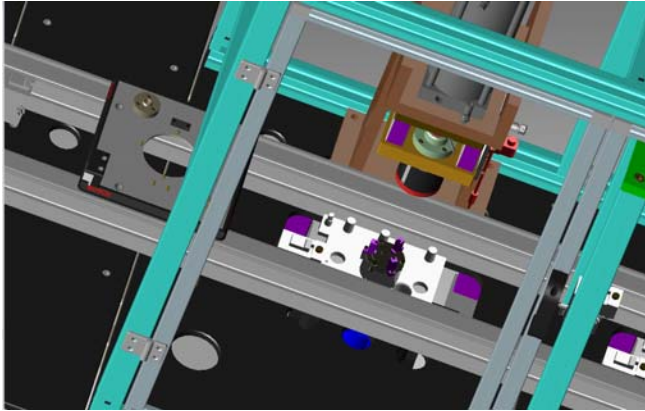
Pri riešení montáže je samozrejme potrebné operáciu lisovania začleniť do celku t.j. do montážneho systému alebo pracoviska. V tomto smere je možné lisovacie pracovisko zakomponovať nielen napríklad na pracovisko ručnej montáže ale aj do montážnej linky. Na obr. 9 je uvedený príklad lisovacieho pracoviska ako súčasti montážnej linky s dopravníkom. Na obr. 10 sú zobrazené detailné pohľady na pracovisko lisovania,

Na stôl (1) je pripevnená kabína (2), ktorá je pokrytá priehľadnými doskami z Lexanu. Kabína má dvere, ktoré slúžia na prístup k pracoviskám v prípade údržby alebo poruchy. Taktiež chráni pracovisko pred nečistotami zvonku. Na kabíne je prichytený operačný panel (3) a signalizačné zariadenie (4). Na operačnom paneli sa ovláda a kontroluje proces montáže. Na stôl sú prichytené jednotlivé pracoviská. Lisovacie pracovisko (5) a prechádzajúce pracovisko mazania (6). Pásový dopravník (7) nie je spojený so stolom, ale je nesený vlastnou konštrukciou. Po dopravníku sa pohybujú palety (8), ktoré slúžia ako nosič súčiastok. Palety sú na jednotlivých pracoviskách zastavované zarážkami a kontrolované snímačmi.



Obr. 9 Pracovisko lisovania ako súčasť montážnej linky





Obr. 10 Detailné pohľady na pracovisko lisovania

### Záver

Rozmanitosť procesu montáže vyžaduje aby sa venovala pozornosť všetkým základným typom montážnych operácií. Lisovanie ako jedna zo základných operácií, ktorá sa rieši aplikáciou špeciálnych lisovacích jednotiek je dnes detailne rozpracovaná. Ponúkané technické zariadenia umožňujú realizovať okrem samotného procesu lisovania celý rad ďalších funkcií. Súvisí to s potrebou kontroly procesu a zabezpečenia požadovanej kvality. Ponúkané komplexné riešenia nie sú však jedinou možnosťou. V niektorých prípadoch sa javí ako prínosné použiť individuálnu vlastnú konštrukciu lisovacej jednotky a to najmä vtedy, ak ide o opakované použitie. Návrh vlastnej konštrukcie lisovacej jednotky je možné realizovať tak s pomocou aplikácie modulového princípu ako aj implementácie prvkov štandardizácie.

### Literatúra

- [1] DILINGER, Jozef a kol.: Moderní strojírenství pro školou i praxi. Praha: EUROPA, 2007. 612 s. ISBN 978-80-86706-19-1

- [2] KUŠNÍRIK, Juraj: Návrh C-rámu lisovacej jednotky a jeho pevnostná kontrola. Diplomová práca, Sjf TU v Košiciach, 2009
- [3] MESSLER Robert W.: Joining technologies for the next century: drivers and directions In. Assembly Automation, roč. 17, 1997, č.1 s.56-65, ISSN 0144-5154
- [4] NOVÁK-MARCINČIN, Jozef - MONKA, Peter - PETÍK, Anton: Východiská CAD navrhovania technologických konštrukcií v oblasti výrobných nástrojov a prípravkov. In: Nové smery vo výrobných technológiách 2004: 7. medzinárodná vedecká konferencia, Prešov, 17.-18.6.2004: Zborník referátov. Košice: TU, 2004. s. 476-479. ISBN 80-8073-136-5
- [5] NOVÁK-MARCINČIN, Jozef - MONKA, Peter: Computer aided design of special technological jigs and fixtures. In: Annals of the University of Petrosani: Mechanical engineering. vol. 6, no. 3 (2004), p. 100-104. ISSN 1454-9166.
- [6] POKORNÝ, Peter - VÁCLAV, Štefan: Ustavenie a upnutie montážneho prípravku. Positioning and clamping of assembly JIG. In: Vedecké práce MfF STU v Bratislave so sídlom v Trnave. - ISSN 1336-1589. - Č. 24 (2008), s. 131-136
- [7] SENDERSKÁ, Katarína: Trendy vývoja montážnych spojov. In: Transfer inovácií : Špecializovaná publikácia - vedecko-technické výstupy grantových úloh. Košice: TU-Sjf, 2002. č. 4 (2002), s. 134-136. ISBN 80-7099-951-9.
- [8] VÁCLAV, Štefan - POKORNÝ, Peter - ÁCOVÁ, Miroslava: Principle of mechanical structures assembly. In: ICPM 2007. IV. International Congress on Precision Machining 2007: Proceedings. Vol. 1, 2. September 25-28, 2007, Kielce, Poland. - Kielce: Kielce University of Technology, 2007. - ISBN 978-83-88906-91-6. s. 225-229.
- [9] WHITNEY, Daniel: Mechanical Assemblies. Their design, manufacture, and role in product development. New York: Oxford univerzity press, 2004. 517s. ISBN 0-19-515782-6
- [10] [www.gpa-automation.com](http://www.gpa-automation.com)
- [11] [www.schmidttechnology.de](http://www.schmidttechnology.de)
- [12] [www.senzor.sk](http://www.senzor.sk)

**Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia grantového projektu VEGA č. 1/0679/08 Integrovaný systém pre inovované projektovanie, plánovanie, organizovanie a riadenie výroby.**