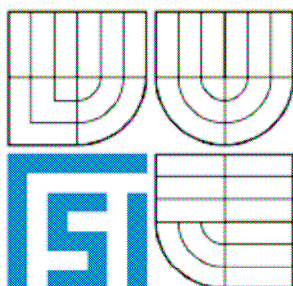


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV STROJÍRENSKÉ TECHNOLOGIE

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MANUFACTURING TECHNOLOGY

AUTOMATIZACE VÝROBNÍCH SYSTÉMŮ

AUTOMATION IN PRODUCTION SYSTEMS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

LUKÁŠ NĚMEČEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PAVEL RUMÍŠEK, CSc.

BRNO 2009

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav strojírenské technologie

Akademický rok: 2008/09

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Němeček Lukáš

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

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:

Automatizace výrobních systémů

v anglickém jazyce:

Automation in production systems

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

1. Zpracujte literární studii, zaměřenou na:
 - uplatnění automatizace ve výrobních systémech (obecně)
 - uplatnění automatizace v systémech, zaměřených na technologii tváření kovů a plastů.
2. Zpracujte úvahu o nutnosti zavádění automatizace výrobních systémů z ekonomického a výrobního hlediska.
3. Na zvoleném příkladu proveďte obecné srovnání výrobního systému klasického s výrobním systémem automatizovaným.

Cíle bakalářské práce:

Zpracováním práce bude vytvořen nejen rozbor výhodnosti a využití automatizace ve výrobních systémech, ale detailním studiem podkladů bude též vytvořen zájem studenta o obor a následnou specializaci

Seznam odborné literatury:

FOREJT, Milan, PÍŠKA, Miroslav. Teorie obrábění, tváření a nástroje. Vysoké učení technické v Brně. Brno : Akademické nakladatelství CERM s.r.o., 2006. 225 s. ISBN 80-214-2374-9.

DVOŘÁK, Milan, GAJDOŠ, František, NOVOTNÝ, Karel. Technologie tváření. [s.l.] : VUT Brno, 1999. 160 s.

RUMÍŠEK, Pavel. Technologické projekty. [s.l.] : VUT Brno, 1991. 185 s. ISBN 80-214-0385-3

Další odborná literatura daného oboru, zaměřená na automatizaci a využití NC, CNC a jiných moderních produkčních systémů

Sborníky z konferencí a seminářů

Časopisecká a firemní literatura

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. Pavel Rumíšek, CSc.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/09.

V Brně, dne 19.11.2008

L.S.



doc. Ing. Miroslav Piška, CSc.
Ředitel ústavu





doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

NĚMEČEK Lukáš: Automatizace ve výrobních systémech.

Bakalářská práce se zabývá uplatněním automatizace ve výrobních systémech, ekonomickými a výrobními hledisky.

Klíčová slova: Automatizace, automatizace výroby, výrobní systémy, tváření za tepla, tváření za studena, tváření kovů a plastů.

ABSTRACT

NĚMEČEK Lukáš: Automation in production systems.

This Bachelor thesis is dealing with the use of automatization in manufacturing systems, economical and production aspects.

Keywords: Automation, production automation, production systems, hot forming, cold forming, metal forming and plastics.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

NĚMEČEK Lukáš: *Automatizace ve výrobních systémech*. Brno, 2008. 57 s., CD. FSI VUT v Brně, Ústav strojírenské technologie, Odbor technologie tváření kovů a plastů. Vedoucí práce doc. Ing. Pavel Rumíšek, CSc.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že předkládanou bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, s využitím uvedené literatury a podkladů, na základě konzultací a pod vedením vedoucího diplomové práce.

V dne 10.5.2009

.....

Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji panu doc. Ing. Pavlu Rumíškovi, CSc. za cenné připomínky a rady týkající se zpracování bakalářské práce.

OBSAH

Abstrakt	4
Bibliografické citace	5
Čestné prohlášení.....	6
Poděkování.....	7
Obsah	8
1 ÚVOD	9
2 UPLATNĚNÍ AUTOMATIZACE	10
2.1 Obecné uplatnění automatizace	10
2.2 Uplatnění v systémech zaměřených na technologii tváření kovů a plastů.....	15
2.2.1 Tváření kovů za studena.....	15
2.2.1.1 Stříhání	15
2.2.1.2 Ohýbání a zakružování	17
2.2.1.3 Tažení.....	21
2.2.1.4 Protlačování	27
2.2.2 Tváření kovů za tepla.....	33
2.2.2.1 Kování.....	33
2.2.3 Tváření plastů	38
2.3 Řešení výrobních systémů a výrobních linek.....	42
2.4 Robotizované pracoviště (RTP)	50
3 NUTNOST ZAVÁDĚNÍ AUTOMATIZACE Z EKONOMICKÉHO A VÝROBNÍHO HLEDISKA	51
4 SROVNÁNÍ KLASICKÉHO VÝROBNÍHO SYSTÉMU A SYSTÉMU VYUŽÍVAJÍCÍHO AUTOMATIZACI	53
5 ZÁVĚR	56
Seznam použitých zdrojů.....	57

1 ÚVOD

Neustálé zvyšování produktivity práce je snahou člověka ve všech odvětvích a proto se každý v tomto procesu snaží hledat nové pracovní postupy s minimální spotřebou času a nákladů. Jednotlivé pracovní úkony musí být co nejkratší a nejjednodušší, aby vyžadovaly minimum lidských sil. K tomu všemu musí přispívat především automatizace výrobních procesů.

K dnešnímu dni procházel vývoj techniky několika etapami:

- První technická revoluce .
- Druhá revoluce
- Třetí výrobní revoluce
- Čtvrtá technická revoluce

Ve čtvrté technické a výrobní etapě začínala automatizace, která přerostla do kybernetiky, kde se již začínají vytvářet systémy pro řízení složitých procesů ve strojových technických a společenských soustavách.

Postupnou evolucí automatizační mechanizace tak člověk začal využívat přírodní energii a zdokonaloval průběh pracovních operací, nahrazoval lidskou práci stroji a to i řízení výrobních procesů.

Automatizace výrobních procesů je podmíněna a zároveň vynucena technickým, ale i společenským pokrokem. K rozvoji automatizace v současnosti přispívá i rozvoj technologie a výroby různých přístrojů.

2 UPLATNĚNÍ AUTOMATIZACE

2.1 Obecné uplatnění automatizace [8] [9] [10]

Uplatnění je v oblastech slévárenských, strojírenských, stavebních, v potravinářském průmyslu, velkoskladech aj.

Automatický provoz výrobních strojů, zařízení, systémů si nelze představit bez automatické manipulace, která automatickou činnost technologických prostředků ve většině případů přímo podmiňuje. Symbolem automatizace výrobních procesů se postupně stal průmyslový robot. První konstrukce robotů, které odpovídají dnešním koncepcím, vznikaly po roce 1954.

Rozvoj automatizace výrobních procesů průmyslové roboty významně ovlivňuje především v posledních dvaceti až pětadvaceti letech, kdy se z původně pomocných zařízení pro obsluhu strojů staly uznávanými, pružnými, automatickými prostředky pro realizaci technologických operací. Lze prohlásit, že z hlediska realizace funkcí v rámci výrobního procesu v posledních letech došlo k jakémusi rozmazání tradiční ostré hranice mezi výrobním strojem a robotem. Roboty se v současné době využívají především pro realizaci technologických operací, zatímco čistě manipulační operace, např. v rámci obsluhy strojů, zajišťují jednodušší manipulátory.

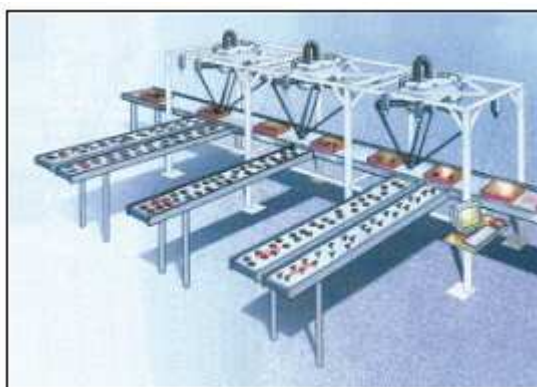
Charakteristika automatizovaných výrobních systémů

Strukturu elementárního technologického pracoviště tvoří technologický prostředek pro realizaci jedné technologie, vstupní a výstupní zásobník objektů zpracování, manipulátor objektů, zásobník nástrojů a manipulátor nástrojů. Varianty struktury pracoviště nebo v mezním případě stroje, vycházejí z různého stupně integrace konstrukce uvedených dílčích funkčních částí. Spojením struktur elementárních technologických pracovišť prostřednictvím automatických transportních nebo manipulačních prostředků vzniká automatický výrobní systém. Funkční rozsah transportních prostředků je určen rozsahem jejich pohyblivosti a úrovní pružnosti při změně pohyblivosti v daném pracovním prostoru.

Tomu odpovídají tyto základní kategorie transportních modulů s:

- mechanickým řízením,
- indukčním řízením,
- optickým řízením,
- laserovým, popř. ultrazvukovým řízením.

Vývoj struktur automatických výrobních systémů se projevuje zmenšováním počtu prvků struktury a zjednodušováním vazeb mezi prvky zásluhou zvyšování funkční a konstrukční integrace. Výsledkem je vznik strojů s realizací několika technologií stejného druhu, popř. i různého druhu v rámci jedné konstrukce stroje. Významným projevem vývoje automatických technologických pracovišť i systémů je trend minimalizace rozsahu manipulačních a transportních operací. Významný vliv v tomto směru má vývoj nových koncepcí strojů, vývoj nových výkonných, popř. i mnohofunkčních nástrojů a rozvoj nekonvenčních technologií.



Obr. 1 Dispozice linek pro balení, paletizaci, popř. pro montáž s paralelními roboty. [8]

Tradiční významné postavení v prostoru strojírenských výrobních technologií zaujímá obrábění a tváření materiálu. Rozvoj obou těchto technologií a jejich aplikací významně ovlivňuje automatizace.

Automatizace technologie obrábění

Vychází v nejjednodušší podobě z uplatnění jednoprofesního obráběcího NC stroje doplněného automatickým manipulátorem pro vkládání polotovarů ze vstupního zásobníku do stroje a předávání obrobených součástí ze stroje do výstupního zásobníku. Vyšší úroveň koncepce obráběcího stroje v současné automatizované výrobě představují tzv. několikaprofesní stroje – obráběcí centra umožňující na jedno upnutí polotovaru realizovat několik technologií obrábění v jednom stroji. Vedle automatické manipulace s polotovary a hotovými obrobky jsou obráběcí centra opatřena automatickou výměnou nástrojů. Při aplikaci obráběcích center se zmenšuje rozsah manipulace s obrobkem a tím se zvyšuje využití stroje až na 70%. Spojením uvedených struktur elementárních automatických pracovišť prostřednictvím automatických transportních a dopravních prostředků vzniká pružný výrobní systém.

Automatizace technologie tváření

Spočívá především v automatizaci manipulace s materiálem (vkládání polotovarů, vyjímání výlisků) a zatím v menší míře v automatické manipulaci s nástroji. Vyšší úroveň struktury výrobního systému vzniká spojením dílčích automatizovaných pracovišť automatickými transportními prostředky.

Automatizace technologie svařování

Nová generace robotů klade nová měřítká nejen na výsledky svařování, ale i na vlastní svařovací procesy a příslušné vybavení. V tomto směru se jedná především o přívod energie do hadicové soupravy, podavač a využití energie v hořáku a procesních komponentech. Společnost Fronius připravila vylepšený systémový balíček periferie procesního ramene, který představuje další velký krok kupředu v oblasti robotizovaného svařování. Tato periferie byla vyvíjena společně s hlavními výrobci robotů.



Obr. 2 Moderní svařovací roboty s procesním ramenem vybavuje společnost Fronius kompletním svařovacím vybavením od zdroje až po hubici hořáku. Odpadají tak problémy s rozhraním. [9]

Automatizace montáže

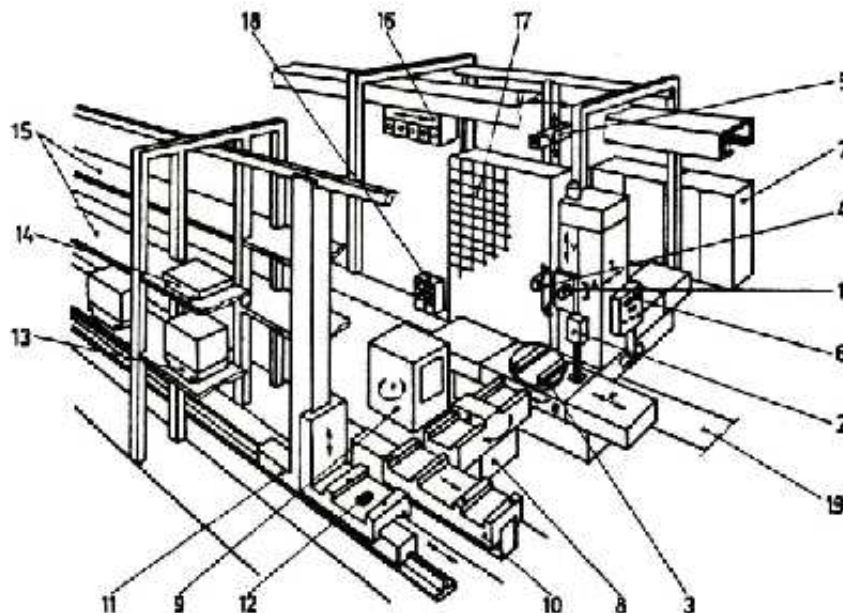
Silně se prosazují aplikace robotů v automatizaci montáže. Zatím se používají dva základní způsoby automatizace montážních prací. V prvním případě jde o tzv. soustředěnou montáž, kde všechny operace vykonává robot na jednom pracovišti. V druhém případě jsou elementární montážní operace realizovány na oddělených pracovních pozicích a jsou uskutečňovány v kombinaci účasti robotů a jednoduchých montážních manipulátorů, rozmístěných kolem otočného stolu nebo transferového dopravníku.

Perspektivní postavení ve strukturách montážních systémů mají paralelní konstrukce, a to vzhledem k vysoké dynamice jejich činnosti.

Pružné výrobní systémy (PVS)

Spojováním CNC obráběcích center (případně výrobních buněk - CNC center vybavených zásobníkem technologických palet s upínači pro výrobky) do větších konfigurací a automatizováním manipulace s obrobky a jejich dopravy vznikají pružné výrobní systémy (PVS, nebo anglicky FMS - Flexible Manufacturing System). U nejmodernějších systémů je automatizována i mezistrojová doprava nástrojů. Pro vyráběné součásti mohou být vytvořeny automatické víceúrovňové sklady technologických

palet, zařízení pro mezistrojovou dopravu palet, čistící stanice, měřící stanice a ruční pracoviště pro upínání, přepínání a odepínání obrobků v ranní směně. Vysoký stupeň automatizace jednotlivých strojů a komplexní počítačové řízení pak umožní bezobslužnou práci strojů v odpoledních nebo i nočních směnách.



Obr. 3 Modul pružného výrobního systému. [10]

Schéma modulu pružného výrobního systému s volným tokem obrobků je na obrázku č. 3, kde jednotlivé popisy znamenají:

- 1) vřeteno stroje se snímači momentu a výkonu pro adaptivní řízení řezných podmínek,
- 2) jednotka pro snímání rozměrů nástroje a automatické doladování průměru nástrojů (vyvrtávacích tyčí),
- 3) otočný stůl se základem technologické palety,
- 4) ruka pro automatickou výměnu nástroje,
- 5) NC manipulátor nástrojů,
- 6) CNC panel jako periférie skupinového CNC řízení,
- 7) silnoproudé řízení pomocných elektrických, hydraulických a chladicích agregátů,
- 8) otočný podavač technologických palet,
- 9) stanice pro sklápění a čištění obrobku na technologické paletě stlačeným vzduchem,
- 10) přesuvný stůl jako „nárazníkový“ sklad jedné palety,
- 11) regálový zakladač technologických palet,
- 12) identifikační prvek technologické palety,
- 13) paleta s upnutým obrobkem,
- 14) prázdná paleta bez upínače,
- 15) zdvojený regálový sklad,
- 16) vozík automatické mezistrojové dopravy nástrojových jednotek,
- 17) regálový zásobník pro nástrojové jednotky,
- 18) vozík pomocné ruční dopravy nástrojů,
- 19) dopravník třísek.

Charakteristickým rozvojovým rysem struktur výrobních systémů se stává sdružování technologií v podobě automatických multitechnologických strojů a zařízení, linek „bez manipulace“. Středem pozornosti jsou tzv. multitechnologické pružné automatizované výrobní systémy. V současné době přichází v rámci struktury takového systému v úvahu integrace např. těchto technologií:

- přesná výroba polotovarů plus tepelné zpracování plus dokončovací obrábění,
- přesné plošné tváření plus svařování plus povrchová úprava,
- přesné odlévání (tlakové) plus dokončovací obrábění,
- objemové tváření plus spékání plus dokončovací operace,
- přesné plošné tváření plus obrábění.



Obr. 4 Robot ABB ve slévárně Cosworth. [8]

Lze očekávat přechod od vytváření rozsáhlých pružných výrobních systémů k menším seskupením multitechnologických pružných automatizovaných systémů, které budou propojitelné při dosažení jednotné úrovně automatizace do vyšších celků.

Podstatný vliv na rozsah uplatnění jednotlivých technologií v budoucnosti má využití materiálu a spotřeba energie. Roboty se postupně staly rovnocennými partnery výrobních strojů, přičemž ve velkém rozsahu přebírají i množství jejich funkcí. Jde zejména o konstrukce s paralelní strukturou, které vzhledem k vysoké tuhosti mohou realizovat i operace obrábění. Nejrozšířenější aplikací robotů v automatizované výrobě zůstává obloukové a bodové svařování a povrchové úpravy.

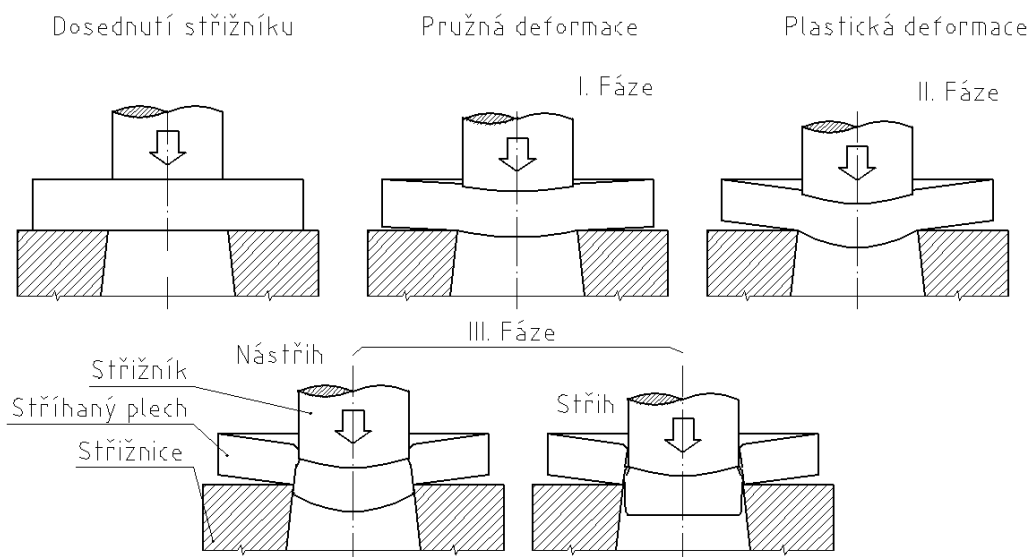
2.2 Uplatnění v systémech zaměřených na technologii tváření kovů a plastů

2.2.1 Tváření kovů za studena [11]

- tváření objemové, při kterém deformace nastává ve směru všech tří os souřadného systému a patří sem válcování, kování, protlačování, tažení drátů.
- tváření plošné, při kterém převládají deformace ve dvou směrech. Patří sem tažení, ohýbání, stříhání, apod.

2.2.1.1 Stříhání [3] [12]

Tímto způsobem se vytvářejí rozmanité polotovary či výrobky z plechu nebo pásů. Provádí se nůžkami nebo stříhacími nástroji - stříhadly.



Obr. 5 Průběh stříhání s normální střížnou vůlí.

Linka pro podélné dělení plechu

Zařízení slouží k podélnému dělení širokého svitku na pásy.



Odvíječ:

Široký svitek je pomocí vozíku s elektrickým pojezdem a hydraulickým zvedákem nasazen na trn odvíječe. Hydraulickým rozepnutím tohoto trnu je svitek upevněn. Na povrch svitku je přitlačena rolka, která zabraňuje rozvinutí a zároveň snímá povrchový průměr pro řízení hydraulické brzdy odvíječe. Pro účely zakládání plechu je odvíječ vybaven pomocným elektrickým pohonem. Celý odvíječ se pohybuje hydraulicky v příčném směru podle údajů optického snímače hrany aby se vyrovnaly nepravidelnosti v navinutí širokého svitku. Pro usnadnění zakládání následuje za snímačem hrany svitku válečková dráha k rotačním nůžkám podélného dělení.

Rotační nůžky:

Rotační nůžky podélného dělení jsou poháněny plynule řízeným elektrickým pohonem s převodovkou a rozdělovačem s kardanovými hřídeli pro podávací a odebírací válce. Tyto válce jsou přitlačovány hydraulicky. Šířka stříhaných pásů je určena sestavením nožové hlavy. Vůle stříhu je vymezena podložkami, hloubka řezu je nastavena mechanickým stejnoběžným posuvem. Pod nůžkami jsou frézy pro drcení odpadních pásků, jejichž pohon je také plynule řízen. Úlomky odpadu jsou pásovým dopravníkem vyskladňovány do kontejneru mimo budovu.

Odebírací válce:

Jsou přitlačované hydraulicky a zarovnávají případné otřepy stříhu.

Válečkové mosty:

Hydraulicky ovládané válečkové mosty vedou nastříhané pásy do smyčkové jámy pro vyrovnání nerovnoměrnosti navíjení. Infračervené snímače ve smyčkové jámě zaručují správný průvěs plechu. Za smyčkovou jámou následuje prostor vyhrazený pro příčné dělení plechu (předpokládáme dělení při stojícím pásu).

Navíječ:

Před navíječem jsou pásy plechu napínány hydraulicky přitlačovanou brzdou. Rameno separátoru vede pásy plechu na buben navíječe. Separátor musí být pomocí vložek přizpůsoben šířce nastavení nůžek. Navíječ svitků 5t má plynule řízený elektrický pohon. Rychlost navíjení je řízena pomocí údajů ze dvou inkrementálních snímačů (u nůžek a u separátoru) tak, aby obvodová rychlost navíjeného svitku odpovídala rychlosti stříhání. Dělené svitky jsou na trnu drženy hydraulicky. Hotové svitky jsou hydraulicky vysunuty na odbavovací dvouramenný kříž. Z kříže, který je otáčen motoricky, je nadělený materiál odebírán jeřábem.

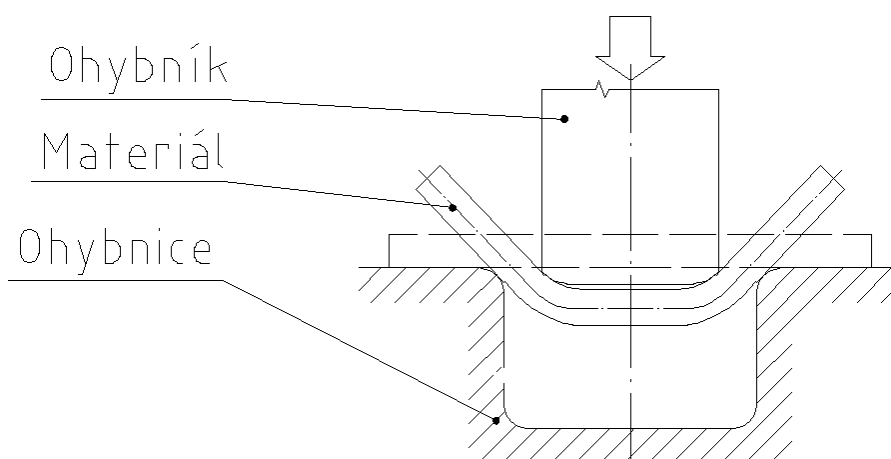
Řízení linky:

Je automatizováno průmyslovým řídicím systémem SIMATIC s procesorem CPU 315 pro obsluhu stroje jediným pracovníkem obsluhy. Linka má tři plynule říditelné elektrické pohony (navíječ, nůžky a frézy na

šrot) a tři plynule říditelné hydraulické veličiny (brzda odvíječe, napínání navíjeného svitku a přítlak separátoru). Ovládací ventily hydrauliky jsou soustředěny spolu s agregátem do společné jednotky. Elektrická výbava linky zabírá dvě pole stacionárního rozdělovače. Kromě centrálního ovládacího pultu slouží k usnadnění ovládání stroje při zakládání materiálu dva podružné ovládací pulty. Linka je po celkové rekonstrukci v roce 2003-4.

2.2.1.2 Ohýbání a zakružování [9] [13] [2]

Ohýbání je pochod tváření, při kterém je materiál trvale deformován do různého úhlu ohybu s menším nebo větším zaoblením hran. Nástrojem je ohýbadlo, výrobkem výlisek. Charakterem patří do plošného tváření. Je to pružně plastická deformace, která má různý průběh od povrchu materiálu k neutrální ose.



Obr. 6 Ohyb do tvaru U.



Obr. 7 Ohýbací centra DAVI PROMAU – YSTAD. [13]

Stroje se vyrábějí s pracovní délkou 2000 - 6000 mm a s kapacitou od 2 do 20 mm tloušťky plechu.

Ohýbací centra YSTAD - hlavní výhody:

- možnost ohýbat plech v obou směrech bez nutnosti jeho obrácení,
- možnost automatického otočení ohýbaného plechu,
- možnost automatického zakládání a odebírání plechů,
- zvýšení produktivity práce o 200 - 400%,
- pro ohýbání různých tloušťek a radiusů není obvykle potřeba výměna nástrojů,
- nižší nároky na obsluhu stroje.

Zakružování se používá při výrobě válcových nebo kuželových plášťů nádob, kotlů ap., a to i z tlustších plechů kolem 30 mm. Stroje používané pro tuto tvářecí operaci se nazývají zakružovadla. Jsou buď tříválcová nebo víceválcová. Tenké plechy se zakružují na strojích s ocelovým a pryžovým válcem. Poloměr zakružování se mění podle stlačení pryže.

Víceprofesní mechanizovaný soubor na výrobu pouzder z plechu s mezioperační manipulací



Obr. 8 Schéma pracoviště. [2]

Technologické určení

Soubor zahrnuje čtyři tvářecí operace a jednu obráběcí a je určen pro výrobu pouzder z plechu. Výchozím materiálem je bimetalický pas ve svitku. Soubor je řešen jako jednoúčelové zařízení pro minimální počet tvarově a rozměrově podobných součástí do ϕ 25mm.

Popis souboru

Víceprofesní soubor s mezioperační manipulací sestává z následujících technologických uzlů :

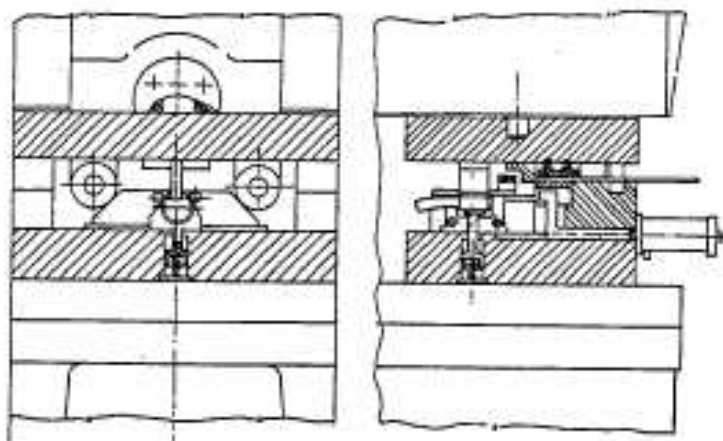
- rovnačky pásu s odvíjecí kolébkou QRM 300/4,
- tří upravených výstředníkových lisů,
- speciálního krokovacího zařízení na podávání pásu,
- speciálního pneumatického podavače přístřihů do 2. operace,
- pneumatického vyhazovače předohnutých dílců na skluz,
- dopravníku a gravitačního skluzu do 3. operace,
- speciálního pneumatického podavače do 3. operace,
- pneumatického vyhazovače ze 3. operace,
- dopravníku a vibračního zásobníku,
- pneumatického podavače do 4. operace,
- skluzu a vynášecího dopravníku,
- rotačního zásobníku a podavače pro dokončovací operaci,

- stavebnicového stroje se dvěma vrtacími jednotkami JM 10,
- skluzu do palety hotových výrobků.

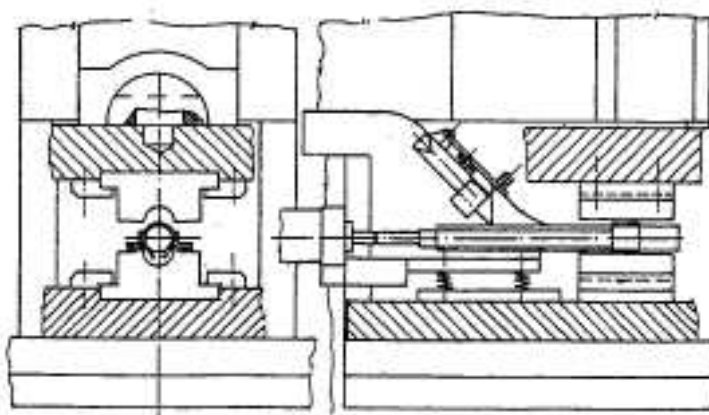
Technologický postup

Bimetalický pás ve svitku je pomocí běžných manipulačních prostředků založen do odvíjecí kolébky rovnačky QRM 300/4. Pás je krokovacím zařízením podáván do stříhacího nástroje s odpruženým přidržovačem. Odstřižený polotovár je přesunut pístem pneumatického válce do dalšího nástroje na předohyb. Oba nástroje jsou umístěny na 1. lise za sebou. Ve výchozí poloze leží přístřih v nástroji na válečcích. Pohybem beranu lisu dolů je součást pomocí klínů a kladek předohnuta. Druhý pneumatický válec stahuje předohnutý polotovár přes skluz na dopravník.

Předohnutý polotovár je gravitačním skluzem sveden na pružně uloženou zářezku v nástroji 3. operace na druhém lisu. Při pohybu beranu lisu dolů vrchní část zakružovacího nástroje zatlačuje polotovár do spodní části nástroje. Pneumatický podavač dopraví polotovár do pracovní polohy a současně vytlačí zakroužené pouzdro z předchozí operace do skluzu. Dávkování předohnutých polotovarů zabezpečuje přidržovač. Pohyb pneumatického podavače je kinematicky vázán na pohyb beranu lisu.



Obr. 9 Schéma nástrojů 1. a 2. operace. [2]

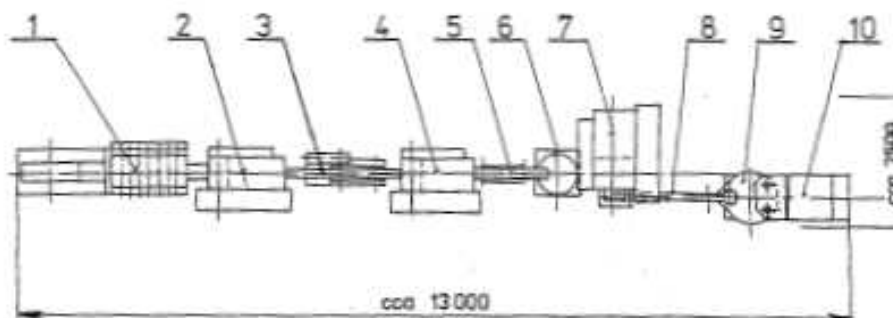


Obr. 10 Schéma nástroje 3. operace. [2]

Zakroužená součást je dopravníkem zavedena do vibračního zásobníku, odkud je vyvedena pneumatickým podavačem do nástroje pro objemové tváření na výstředníkovém lise 250 kN. Tam je pouzdro kalibrováno na přesné vnější i vnitřní rozměry.

Kalibrované pouzdro je vyneseno dopravníkem do rotačního zásobníku. Odtud je vyneseno do otvoru desky otočného stolu POS 1 umístěného na stole univerzálního stavebnicového obráběcího stroje vlastní konstrukce ZVL.

Stroj je vybaven dvěma vrtacími jednotkami typu JM 10, na kterých jsou umístěny hlavičky se třemi nástroji. Pouzdro je tak obráběno z horní i dolní strany. Pouzdro v pracovní poloze upíná píst pneumatického motoru, který přitlačuje výkyvnou čelist na čelo pouzdra. Po opuštění pracovní polohy se čelist tlakem pružiny otevře a opracovaný kus padá do skluzu a palety. Otevřená čelist je připravena pro uchopení dalšího obrobku po otočení do polohy pod rotačním zásobníkem.

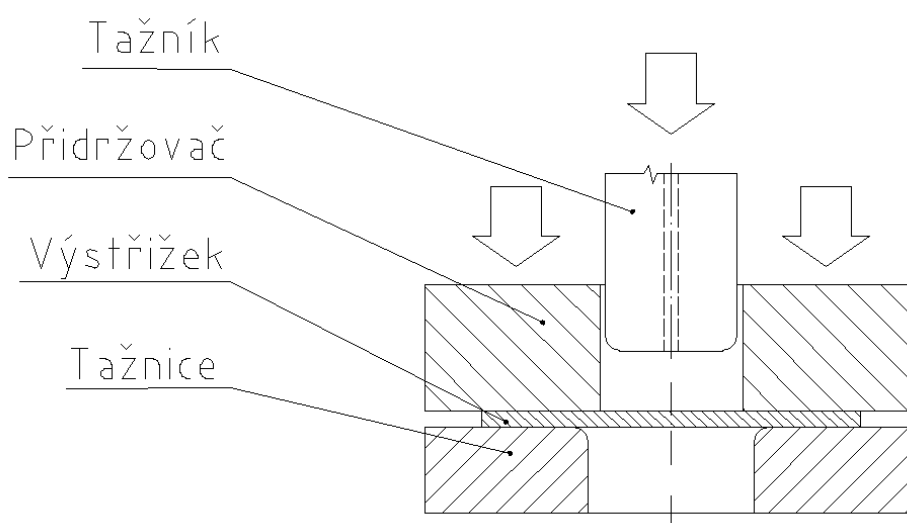


Obr. 11 Přehledové schéma souboru. [2]

- 1 – rovnačka pásu s odvíjecí kolébkou QRM 300/3,
- 2 – upravený výstředníkový lis LEN 10,
- 3 – dopravník předohnutých polotovarů,
- 4 – upravený výstředníkový lis LEN 10,
- 5 – dopravník zakroužených polotovarů,
- 6 – vibrační zásobník,
- 7 – upravený výstředníkový lis LEN 25,
- 8 – dopravník kalibrovaných pouzder,
- 9 – otočný stůl POS 1,
- 10 – univerzální stavebnicový obráběcí stroj.

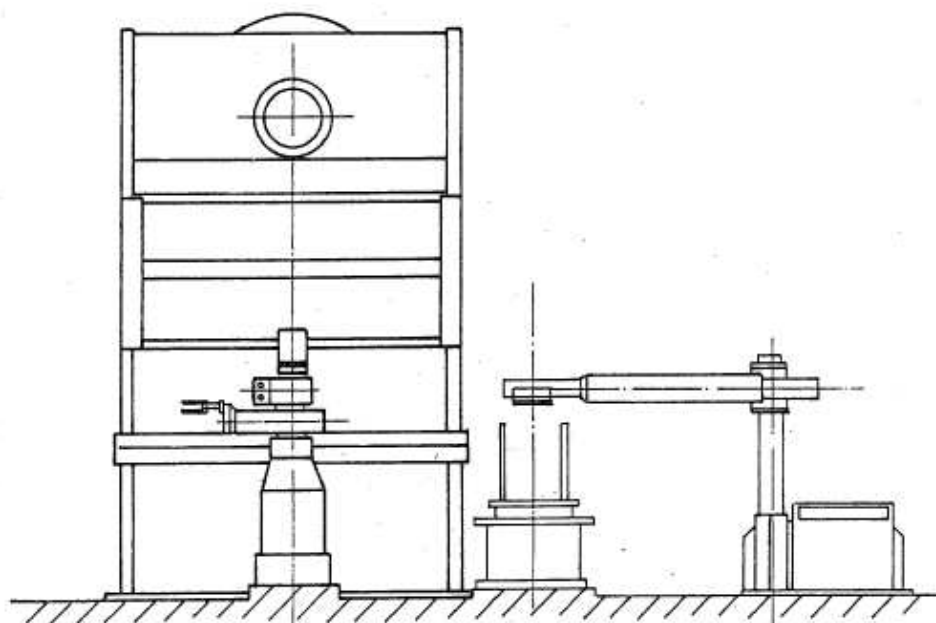
2.2.1.3 Tažení [11] [2]

Tažení je takový technologický postup tváření, při kterém je rovný plech tvářen v polouzavřené nádobu, která má obvykle rotační tvar. Výtažky se již většinou nezpracovávají, pouze se ostříhnu. Tažení se používá v sériové a hromadné výrobě. Tvářený plech musí mít dostatečnou tažnost (zkouška hlubokotažnosti Erichsenova). Nástrojem je tažidlo, výrobkem výtažek. Přístřih se protahuje mezi tažnicí a tažníkem. Pro válcové nádoby je polotovarem přístřih kruhový - rondel.



Obr. 12 Tažení s přidržovačem.

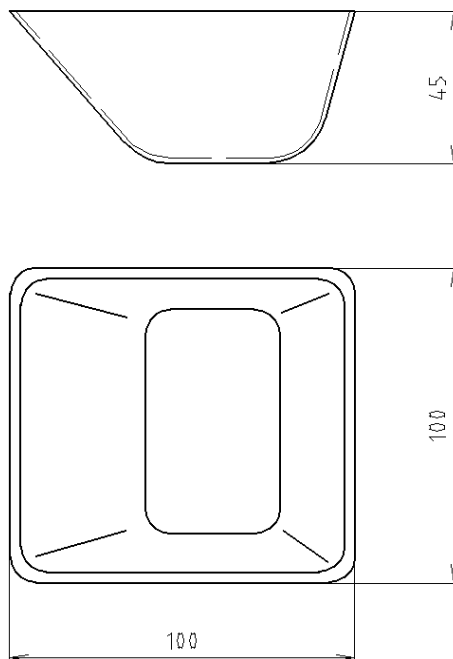
Robotizované pracoviště pro tažení z plechu s lisem LDC 250 a manipulátory AM 5 a AM 40



Obr. Schéma pracoviště. [2]

Technologické určení

Robotizované pracoviště s lisem LDC 250 je určeno pro postupové víceoperační tažení nerotačních hlubokých výtažků z plechu do tloušťky 2 mm. Výchozím materiálem jsou pravoúhlé nebo tvarové přístřihy do 200x200 mm.



Obr. Příklad výtažku. [2]

Popis robotizovaného pracoviště

Robotizované pracoviště je složeno z:

- mechanického klikového dvoubodového lisu LDC 250,
- automatického manipulátoru AM 5,
- manipulátoru M 40,
- zásobníku přístřihů ZL 500,
- řídicího systému RS-1C.

Technologický postup

Přístřihy jsou ručně uloženy do palety výchozí polohy zásobníku ZL 500. Zásobník automaticky přesune plnou paletu do místa odběru po vyprázdnění palety předchozí. V místě odběru je zásobník vybaven krokovacím zařízením, které zvedá stoh přístřihů do úrovně odběru v souvislosti s pracovním cyklem.

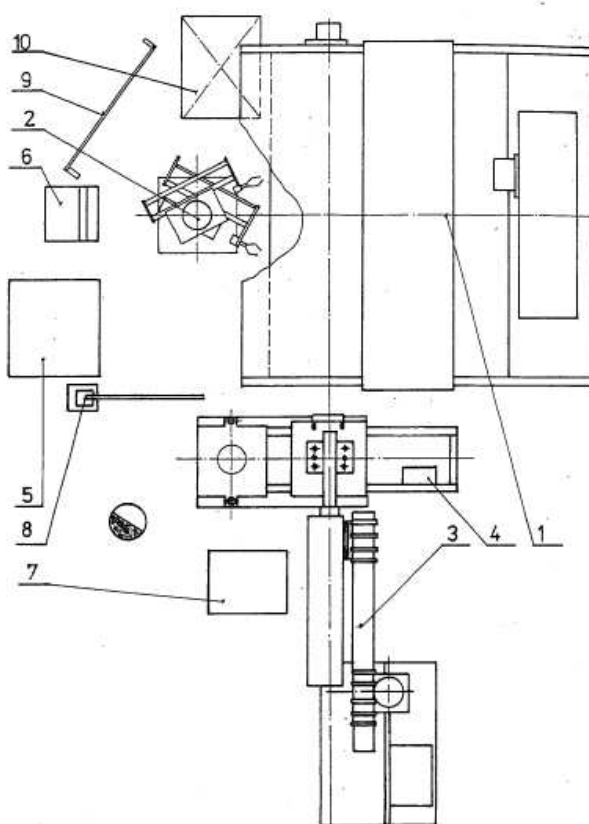
Manipulátor M 40 odebírá jednotlivé přístřihy plechu ze stohu v zásobníku a umísťuje je do tažného nástroje v pracovním prostoru lisu LDC 250. Na povel z řídicího systému je proveden pracovní zdvih lisu.

Po ukončení prvního tahu odebere manipulátor AM 5 prvním ramenem výtažek z tažného nástroje a druhým ramenem současně předchozí součást z kalibrovacího nástroje. Pak se manipulátor natočí tak,

že prvním ramenem zastaví nad kalibrovacím nástrojem a druhým ramenem nad připravenou paletou.

Na povel z řídicího systému vloží manipulátor AM 5 prvním ramenem výtažek do kalibrovacího nástroje a druhým ramenem odloží hotový kalibrovaný výtažek do palety výtažků. V době, kdy již manipulátor AM 5 odebral z tažného nástroje výlisek, umístí manipulátor M 40 nový polotovar do tažného nástroje. Cyklus se opakuje.

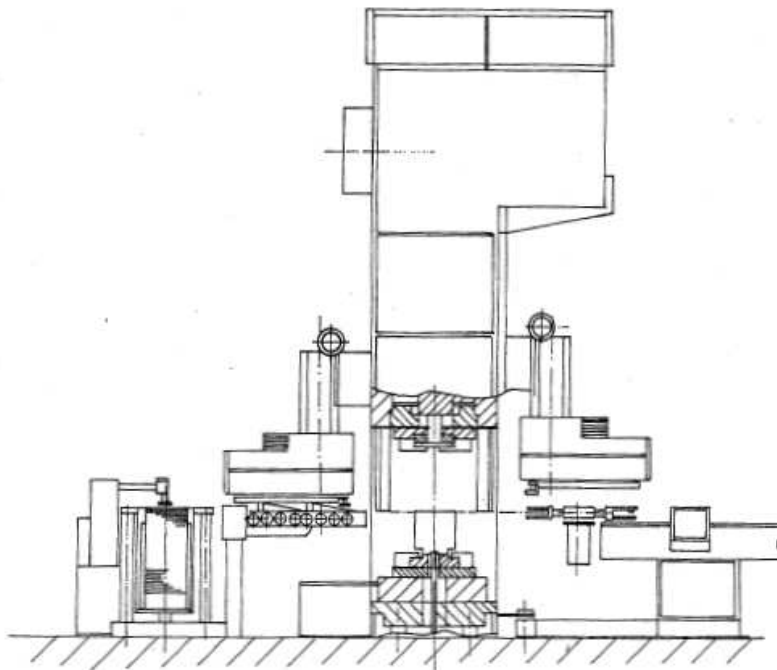
V případě, že v paletě zásobníku ZL 500 není již další polotovar, přisune se automaticky další paleta do odběrné polohy. Prázdná paleta je přitom odsunuta do jedné z krajních poloh a v době funkce manipulátoru může být vyměněna za paletu novou.



Obr. 15 Půdorysné schéma pracoviště. [2]

- 1 – lis LDC 250,
- 2 – manipulátor AM 5,
- 3 – manipulátor M 40,
- 4 – zásobník ZL 500,
- 5 – řídicí systém RS-1C,
- 6 – stykový blok AM 5,
- 7 – ovládací skříň ZL 500,
- 8 – závora,
- 9 – zábrana,
- 10 – paleta výtažků.

Robotizované pracoviště pro hluboké tažení plechu s lisem CTM 630 C – NC a účelovými manipulátory

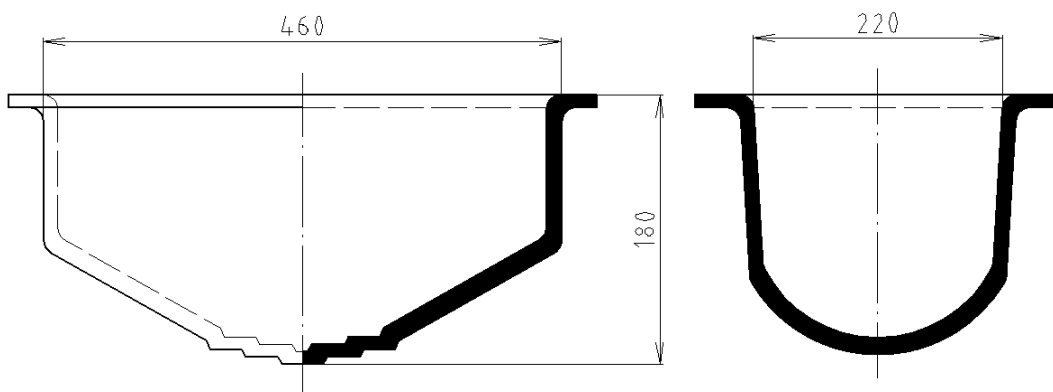


Obr. 16 Schéma pracoviště. [2]

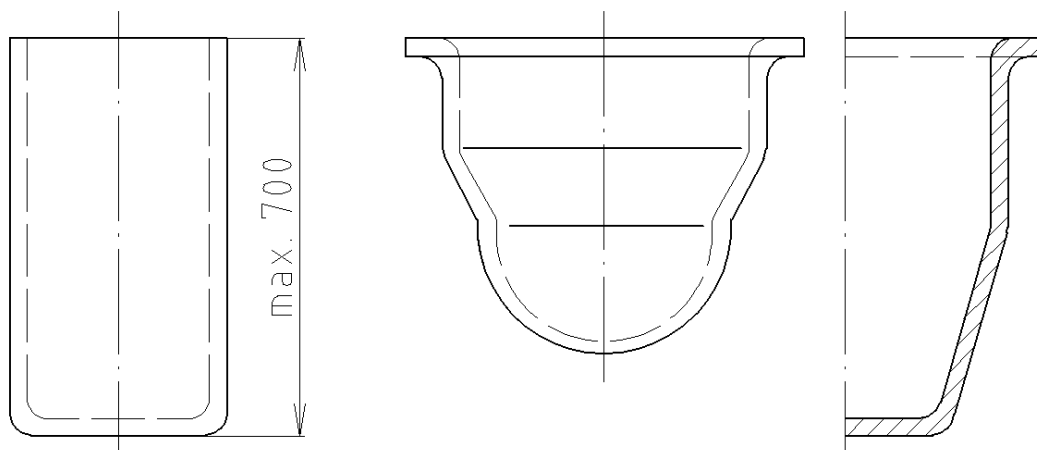
Technologické určení

Robotizované pracoviště s vícečinným hydraulickým lisem CTM 630 C – NC je určeno pro hydromechanické hluboké tažení rotačních a tvarově složitých výtažků z plechu tloušťky do 5 mm.

Výchozím polotovarem jsou přístřihy do průměru 600 mm. Rozměry výtažků činní ϕ 430 mm a výška až 700 mm.



Obr. 17 Příklady výtažků. [2]



Obr. 18 Příklady výtažků. [2]

Popis robotizovaného pracoviště

Robotizované pracoviště pro tažení hlubokých a tvarově složitých výtažků sestává z těchto technologických a manipulačních zařízení:

- vícečinného hydraulického tažného lisu CTM 630 – NC,
- zásobníku přístřihů s automatickým mazáním QZD 600,
- zakladače přístřihů nebo předtažků QPP 600,
- vyjímače výtažků QPP 600,
- vstupního obraceče QPO 315,
- dopravníku hotových výtažků QDP 450.

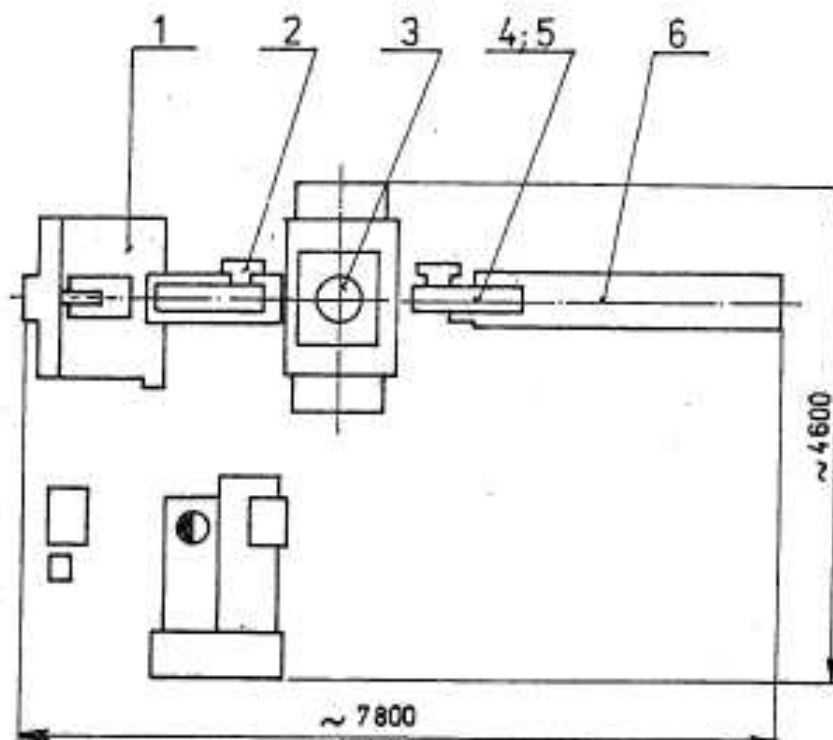
Technologický postup

Přístřihy plechu jsou v orientačních paletách dopraveny na pracoviště vysokozdvížným vozíkem a jsou vloženy do zásobníku QDP 600. Zásobník je vybaven dvěma prostory pro palety s automatickou výměnou prázdné palety za plnou. Jednotlivé přístřihy jsou vyjímány z palety a podavačem zásobníku předány na přísunový stůl k provedení automatické kontroly podání pouze jednoho kusu. Pak je přístřih přesunut přes mazací válce na dopravník, ze kterého je zakladačem QPP 60 založen přímo do nástroje na lisu CTM 630 C – NC.

Zařízení jsou řešena tak, že umožňují manipulaci nejen s plochými přístřihy, ale i s předtažky z předchozí operace na jiném lisu.

Po provedení tažné operace vyjme výtažek z nástroje na lise CTM 630 C – NC vyjímač QPP 600 a předá ho ke vstupnímu obraceči QPO 315, který zajistí stabilizovanou polohu výtažku na mezioperačním dopravníku QDP 450. Ten dopraví výtažek v orientované poloze do speciální stohovací palety.

Technologický postup vychází z technologických možností lisu CTM, který je určen především pro aplikaci nekonvenční technologie hydromechanického tažení hlubokých a členitých výtažků.



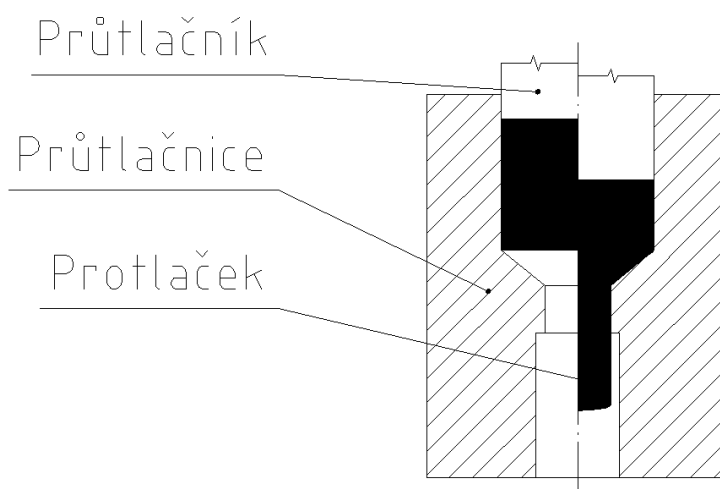
Obr. 19 Půdorysné schéma pracoviště. [2]

- 1 – zásobník přístřihů s mazáním QZD 600,
- 2 – zakladač QPP 600,
- 3 – hydraulický tažný lis CTM 630 C-NC,
- 4 – vyjímač QPP 600,
- 5 – vstupní obraceč QPO 315,
- 6 – dopravník QPDV 450.

2.2.1.4 Protlačování [2] [3] [5] [11]

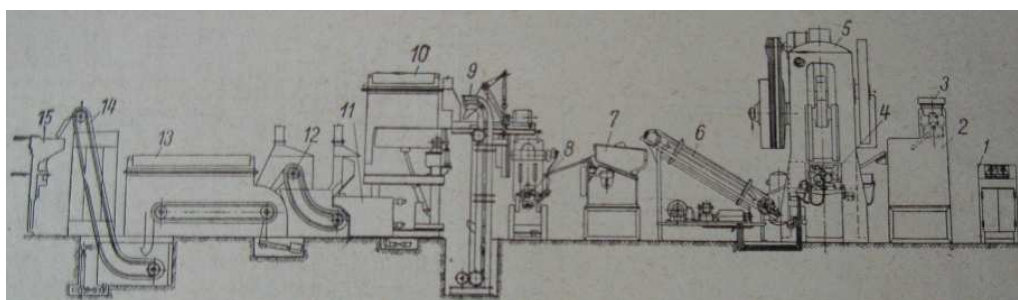
Protlačování je technologie, kterou můžeme provádět za tepla, za poloohřevu a za studena. Napjatost v přetvářeném elementu materiálu je trojosá, všestranně tlaková. Tvářený materiál se přemísťuje a jeho směr pohybu je určen konstrukcí nástroje – protlačovadla. Výrobek se nazývá protlaček.

Protlačování dělíme podle směru pohybu materiálu a nástroje na dopředné, zpětné, kombinované, stranové a radiální.



Obr. 20 Dopředné protlačování.

Výroba ventilů protlačováním na automatické výrobní lince
Postup práce na automatické lince (Obr. 20)



Obr. 21 Schéma pracoviště. [1]

Špalíky materiálu se podávají plnicím zařízením ze zásobníku 3 do indukčního agregátu. Z ohřívacího agregátu padají ohřáté kusy skluzem k mechanickému nakladači 4, který vkládá ohřátý materiál do lisu 5. K vlastnímu tváření se používá nástrojů se dvěma průtlačníky a dvěma průtlačnicemi. Při první operaci se protlačí stopka, při druhé se zpěchuje hlava a vyrazí popis. Výlisky padají na chladicí transportér 6, který je dopraví do zásobníku 7. Z něj padají k nakladači výstředníkového lisu 8 k ostřížení otřepu. Pohyby celého zařízení jsou navzájem

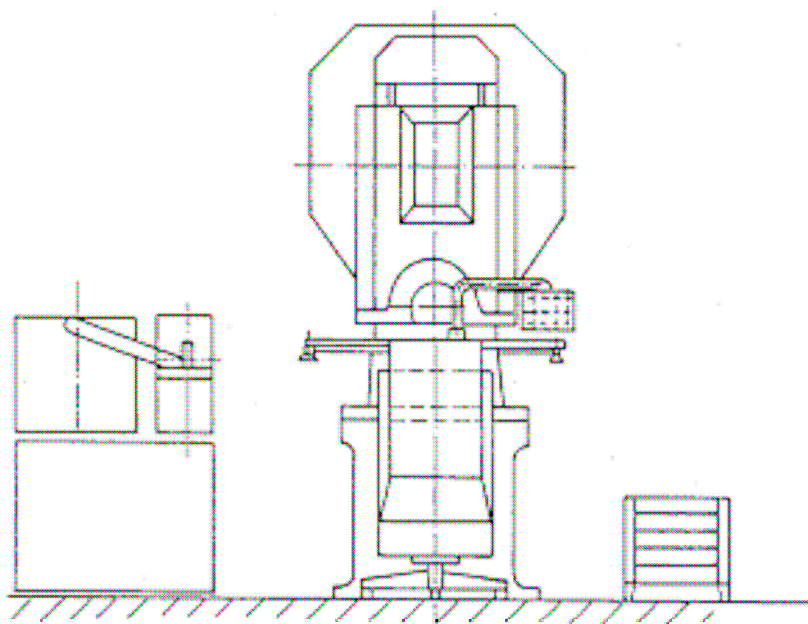
synchronizovány. Z ostříhovacího lisu dopraví výlisky zdvihadcí zařízení 9 do úrovně kalící pece 10 na stůl, který se pneumaticky zasouvá do pece. Ohřáté součásti se dopravují korečkovým transportérem do pračky 12, kde se omývají proudem louhového roztoku a odtud se dopravují do průběžné elektrické popouštěcí pece 13. Pás procházející pecí dopraví součásti na chladicí transportér 14, z něhož přicházejí do zásobníku automatu 15 na rovnání stopek ventilů. Tento automat byl upraven z válcovačky typu 2530 A zmodernizované pro automatický cyklus práce.

Důležitým zařízením v lince je indukční ohřev. Nastříhané polotovary se vloží do zásobníku odkud je automaticky posunuje podavač ovládaný pneumatickým válcem. Pohyb tohoto válce je synchronizován s pneumatickým podavačem, který přemísťuje polotovary z první tvářecí operace na druhou a na skluz; odtud výlisky padají na chladicí transportér. V první operaci se protlačí stopka, ve druhé se rozpěchuje hlava a vyrazí popis. Životnost průtlačníků a průtlačnic je 3500 až 4000 kusů. Spouštění a zastavování mechanismů se ovládá vačkami. Proti otvoru induktoru, v němž se ohřívají nastříhané špalíky, je uložena fotonka, která hlídá jejich správnou teplotu. Fotonka ovládá elektromagnetem záklopku, která je otevřena tak dlouho, dokud kus nemá správnou teplotu. Málo ohřátý kus propadne otevřenou záklopkou do bedny. Dobře ohřátý kus projde žlábkem až do průtlačnice na první operaci. Zařízení pracuje spolehlivě a obsluhuje je jeden pracovník.

Ohřáté polotovary padají skluzem do automatického nakladače do lisu. Do lisovacího nástroje se posouvají šoupátkem, jehož pohyb je odvozen od pneumatického válce 2, tyče 3 a pístu 4. Na konci zdvihu pístu podá šoupátko polotovar do prvního nástroje. Při zpětném chodu narazí doraz 5 na koncový vypínač, který spustí lis. Jestliže polotovar z jakékoliv příčiny zůstane v šoupátku a při zpětném chodu podavače narazí do tyčky 7, nespustí doraz 5 lis.

Při lisování se lisovací nástroje automaticky mažou směsí oleje a grafitu, a to v okamžiku, kdy výlisek opustil průtlačnici.

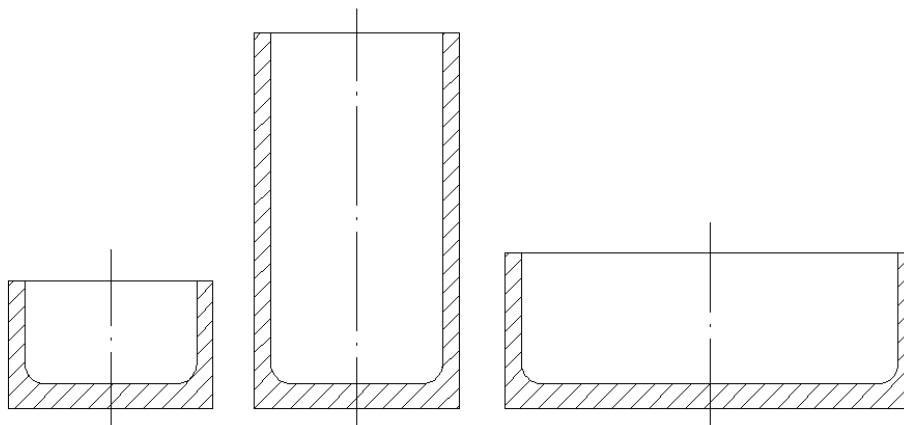
Robotizované pracoviště na protlačování za studena s lisem LEU 100A a manipulátorem AM 1-T



Obr. 22 Schéma pracoviště. [2]

Technologické určení

Robotizované pracoviště s výstředníkovým lisem LEU 100 A je určeno na protlačování rotačních $\phi 32$ mm a délky do 22 mm v jedné operaci za studena. Výchozím materiálem jsou rotační přířezy z tyče do hmotnosti 6 kg. Manipulátor AM 1-T umožňuje automatickou technologii bez zásahu obsluhy.



Obr. 23 Příklady protlačků. [2]

Popis pracoviště

Robotizované pracoviště na protlačování rotačních součástí se skládá z těchto technologických uzlů:

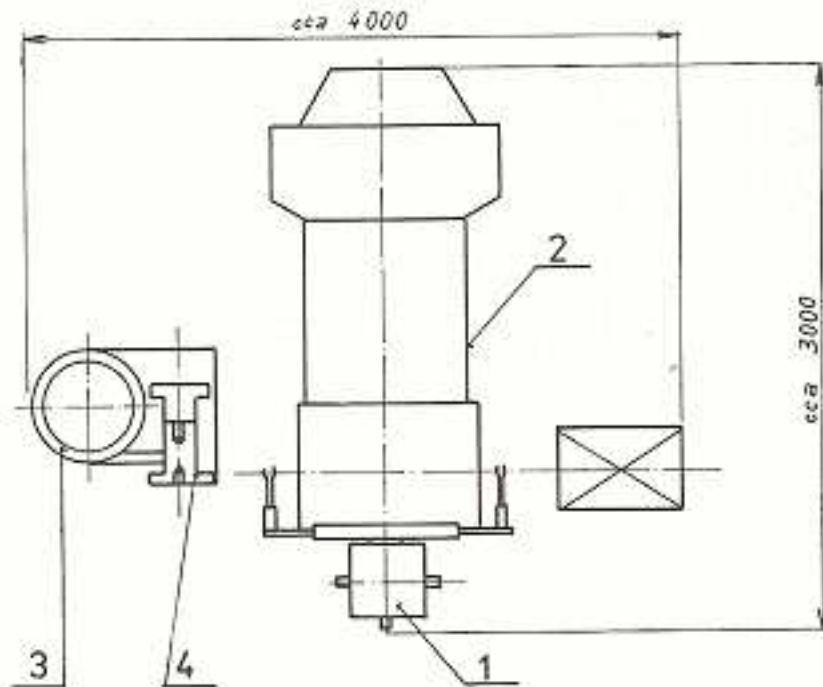
- výstředníkového lisu LEU 100 A,
- manipulátoru AM 1-T,
- vibračního zásobníku KZ 706,
- podavače polotovarů.

Technologický postup

Obsluha naplní vibrační zásobník KZ 706 polotovary z palety. Ze zásobníku vycházejí polotovary orientovaně do odběrného prostoru. Odtud jednoúčelový podavač přesouvá jednotlivé polotovary do vychystávací polohy pro manipulátor.

Orientovaný polotovar uchopí manipulátor AM 1-T jedním chapadlem, druhým chapadlem uchopí hotový protlaček v nástroji. Na povel z ŘS přesune polotovar do protlačovacího nástroje na lise LEU 100 A a současně hotový protlaček z předcházející operace odloží do přepravní palety.

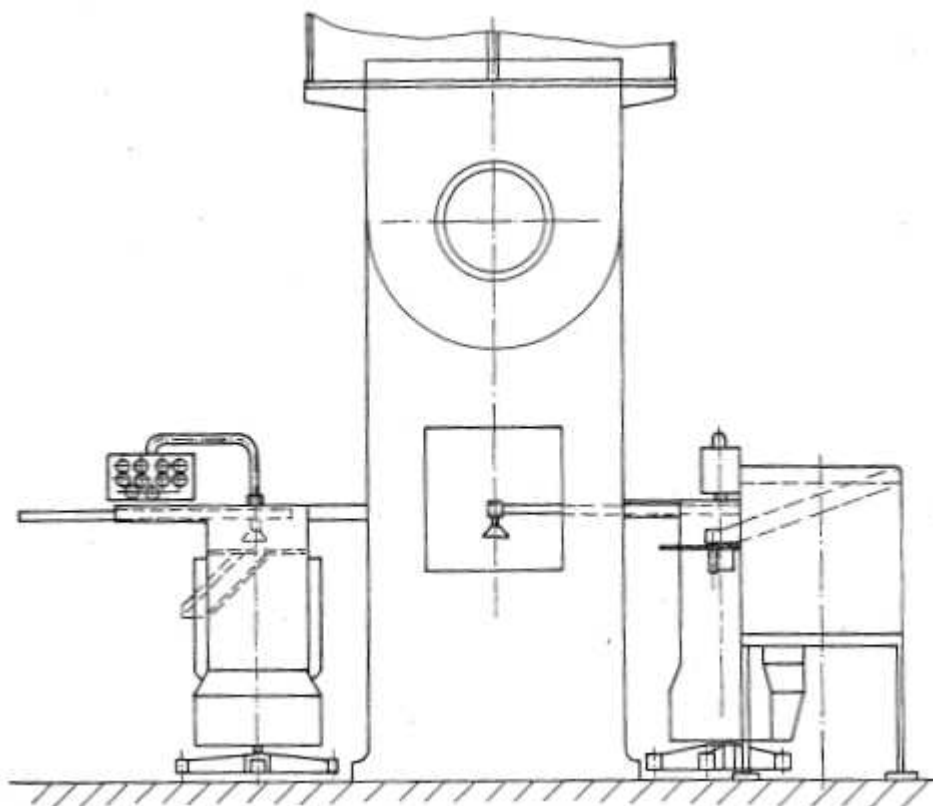
Jakmile se chapadlo manipulátoru zastaví v přípravné poloze a opustí tak pracovní prostor lisu, dá ŘS pokyn k provedení tvářecí operace. Tím je pracovní cyklus uzavřen a lze ho opakovat.



Obr. 24 Půdorysné schéma pracoviště. [2]

- 1 – automatický manipulátor AM 1-T,
- 2 – výstředníkový lis LEU 100-A,
- 3 – vibrační zásobník KZ 706,
- 4 – podavač polotovarů.

Robotizované pracoviště na protlačování za studena s lisem LKP 400 a dvěma manipulátory AM 1-T



Obr. 25 Schéma pracoviště. [2]

Technologické určení

Robotizované pracoviště s klikovým protlačovacím lisem LKP 400/900 je určeno na protlačování hlav šroubů a svorníkových součástí do hmotnosti 0,4 kg. Výchozím materiálem jsou přířezy z tyčí průměru 10 – 15 mm a délky do 135 mm. Využití manipulátorů AM 1-T umožňuje bezobslužný provoz a vysoké využití výrobní kapacity lisu.



Obr. 26 Příklady součástí. [2]

Popis pracoviště

Robotizované pracoviště na protlačování hlav šroubů má tyto hlavní technologické uzly:

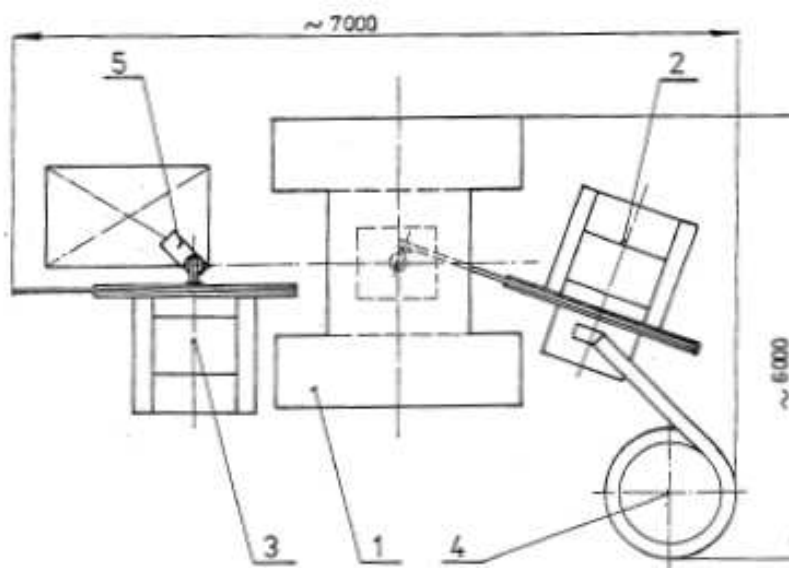
- klikový protlačovací lis LKP 400/900,
- dva manipulátory,
- vibrační zásobník KZ 706 se stojanem Js 127.

Technologický postup

Přístřihy z tyčí jsou dopraveny na pracoviště v paletě vysokozdvizným vozíkem. Obsluha pracoviště plní vibrační zásobník KZ 706 ručně. Jednotlivé přístřihy jsou z vibračního zásobníku vynášeny do místa odběru.

Zakládací manipulátor AM 1-T uchopí připravený polotovar a přemístí ho přímočarým pohybem ramene do protlačovacího nástroje na lise LKP 400/900. Pak opustí rameno pracovní prostor lisu a lis provede pracovní zdvih.

Po ukončení tvářecí operace a obdržení signálu odkládací manipulátor AM 1-T zasune rameno do nástroje, pracovní hlavicí uchopí výtlaček a přemístí ho na skluz. Odtud sjede hotový výtlaček do palety.



Obr. 27 Půdorysné schéma pracoviště. [2]

- 1 – klikový lis LKP 400/900,
- 2 – zakládací manipulátor AM 1-T,
- 3 – odkládací manipulátor AM 1-T,
- 4 – vibrační zásobník KZ 76,
- 5 – skluz protlačků.

2.2.2 Tváření kovů za tepla

2.2.2.1 Kování [11] [14]

Při volném kování může materiál tvářený údery nebo tlakem volně téci, hlavně ve směru kolmém k působení síly.

Při zápusťkovém kování je materiál vtlačován údery nebo tlakem do kovové, většinou dvoudílné formy - zápusťky.

Materiál se tváří strojně i jinými způsoby, např. podélným nebo příčným válcováním. Získají se tak konečné tvary polotovarů nebo takové tvary, které je nutno dále ještě tvářet v zápusťce.

Zápusťkové kování

- zápusťky pro buchary, lisy a pro kovací stroje.

Podle dutiny na zápusťky:

otevřené - přebytečný materiál je vtlačen do výronkové drážky,

uzavřené - bez výronkové drážky,

postupové - kde nelze výkovek zhotovit najednou .

Světová konjunktura v automobilovém, traktorovém, leteckém i spotřebním průmyslu vede v posledním desetiletí ke zvyšování produkce obecně. Ve všech uvedených odvětvích lze nalézt díly, resp. součásti, které jsou vyráběny tvářecím procesem za tepla. Jde především o zápusťkové výkovky zvláště do osobních a nákladních automobilů a do traktorů. Rostoucí výroba konečných produktů a technický pokrok vůbec kladou větší nároky na zvyšování produktivity práce a výrobu velkých objemů zápusťkových výkovků v oblasti sériové až hromadné výroby. Samotné vysoce produkční stroje s individuální obsluhou již nemohou tomuto trendu vyhovovat. Zákazník nepožaduje již jen "holý" stroj, ale žádá dodání technologie, činných nástrojů, automatizaci procesu, elektronické řízení, vysokou diagnostiku, servis, spolehlivost a vysokou produkci.

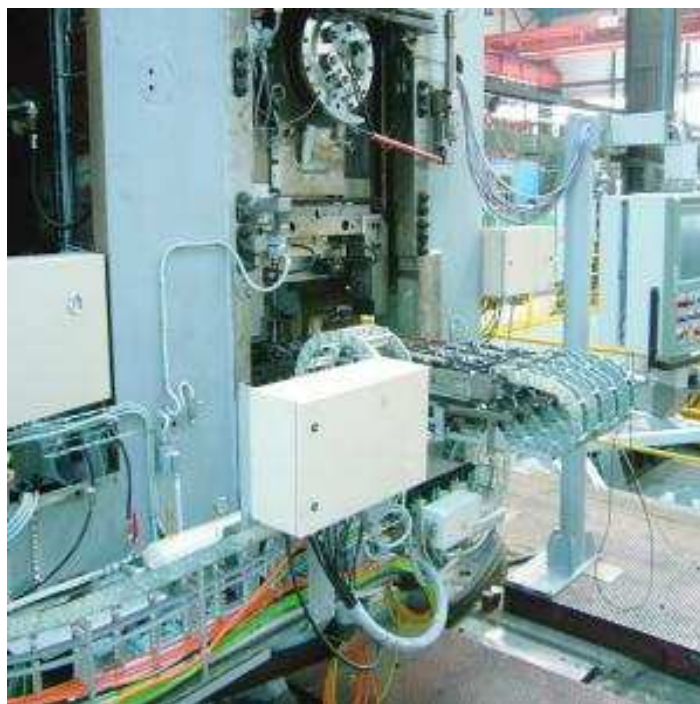


Obr. 28 Kovací lis LMZ 1600 A/S. [14]

Podmínky konstrukčního a technologického řešení

Cestou je tedy plná automatizace kovacího procesu s použitím vysoce výkonných zařízení počínaje kovacím lisem a konče transferizačními prvky nové generace za použití rychlých a snadno říditelných pohonů. Samozřejmě nejlepší automatizace je tzv. "šitá na míru", tj. na konkrétní součást. Na druhé straně je však nutno zařízení řešit nejen pro jednu součást, ale pro celou skupinu součástí velikostně a tvarově podobných. Automatizace kovacích procesů je náročná záležitost, vyžadující splnění tvrdých podmínek konstrukčního a technologického řešení. Při řešení automatizovaných kovacích souborů je nutno se vyrovnat s typickými kovárenskými faktory, které se v jiných strojírenských provozech nevyskytují a nepůsobí, jako jsou např. vysoké sálavé teploty, z nich plynoucí dilatace součástí mechanismů, znečišťování zápustek směsí okujů a maziva apod. Tyto faktory ovlivňují konstrukci většiny mechanizačních a automatizačních prvků, zejména automatického mezioperačního podavače, manipulátorů či robotů, na jejichž správné funkci závisí nejvíce spolehlivost chodu a výkonnost celé linky. Je nutno mít na zřeteli, že:

- kovací operace probíhají v rychlém sledu za sebou,
- vlastní technologické operace probíhají ve zlomku sekundy,
- při vlastním kování jsou vyvíjeny značné tvářecí síly,
- manipuluje se se žhavým polotovarem,
- dochází ke znečišťování mechanizačních zařízení.



Obr. 29 Celkový pohled na linku TWK 1600 B/ST s transferem. [14]

Automatizované kovací linky

Společnost Šmeral Brno, a. s., jejíž tvářecí technologie pracují ve více než 60 zemích světa, se mechanizací a automatizací kovacího procesu zabývá přes 30 let. Za toto období bylo v různé skladbě a pro různé součásti vyrobeno a dodáno uživatelům téměř 40 automatizovaných kovacích linek. Kromě toho bylo projekčně řešeno dalších 8 druhů kovacích linek na výrobu různých typů součástí. Rozsah, skladbu a volbu velikosti zařízení kovacího souboru určují parametry konkrétně zadané součásti, kterou hodlá zákazník kováním vyrábět. Dle velikosti součásti, její složitosti, kvality materiálu aj. je zpracován technologický postup, určen výchozí polotovar, sled operací, velikost kovací síly. Na základě těchto technologických dat je určena především velikost kovacího lisu k němuž se pak dotváří další zařízení a periferie, které vzájemným mechanickým a elektrickým propojením v současné době nadřazeným řídicím systémem umožní automatizaci kovacího procesu. Podle těchto kritérií byly dosud postaveny dva typy automatizovaných kovacích linek představovaných tvářecími soubory TWK 1600, TWK 3150 a TWK 4000, jež se od sebe liší především velikostí základního zařízení celé linky, tj. velikostí použitého kovacího lisu, ale také použitím automatizačních zařízení. V případě prvého bylo použito dvoustranných kleštinových transferů s pohonem od vačkového mechanismu s elektrovazbou na chod lisu, v případě druhém bylo použito robotů.

Automatizace středních a malých sérií

Pro hromadnou výrobu dílců lze vystačit s nestavebnicovým řešením periférií a s pevnou časovou osou. Přes uvedený trend velké sériovosti nelze však opomenout či přehlédnout trendy k automatizaci středních a malých sérií výkovků, například tak, aby bylo možno efektivně automatizovat výrobu již při sérii do spotřebování jedné sady zápusťek (15 000 až 20 000 kusů). Pro takovéto požadavky není možno vystačit s jednoúčelovými perifériemi, ale soubor se musí v krátké době přezbrojit na jiný druh výkovku. U těchto případů je nutno zaměřit se na stavebnicové řešení nebo používání takových transferizačních prvků a dalších zařízení tak, aby se jednotlivá provedení a bohatost příslušenství daly sestavit nejen podle technologických požadavků výroby. Velkou pozornost je nutno věnovat i vlastní ekonomičnosti zmíněných automatizačních procesů a tím usnadnit investorům jejich rozhodování o realizaci svých investičních záměrů i v případě menší sériovosti tvářených součástí. Právě vyhovět hledisku, jak sériové či hromadné výroby dílců nebo menším výrobním sériím s rychlou možností přezbrojení, bylo základním motem pro konstruktéry a techniky Šmeral Brno, a. s. a ELSO Brno, s. r. o. k řešení automatizace kovacího procesu s prvky nové generace a jiným uspořádáním transferizačních zařízení.



Obr. 30 Zavážecí vozík QWZV 1600 pro výměnu kazet. [14]

Automatizovaný tvářecí soubor TWK 1600 B/ST

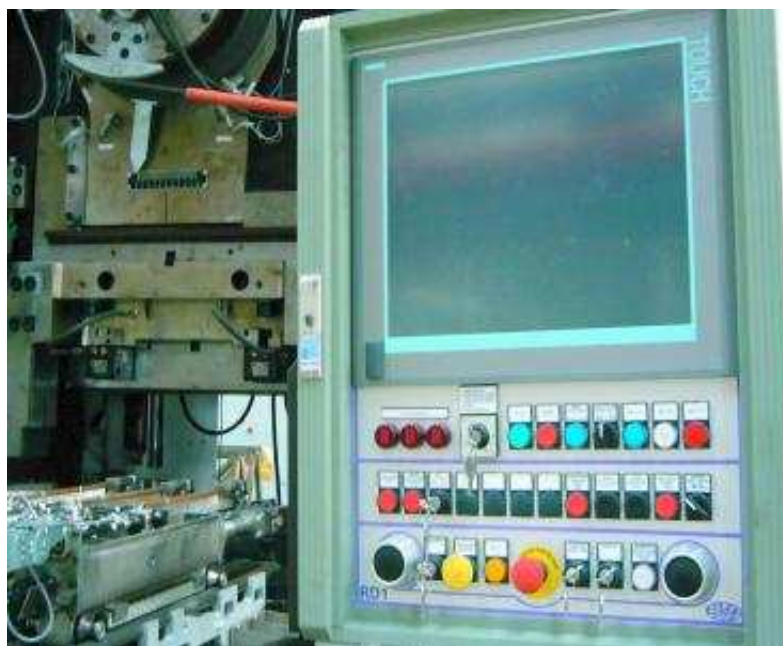
Výsledkem řešení projektu automatizace, který byl spolufinancován MPO ČR, jsou následující zařízení:

- kovací lis LMZ 1600 A/S,
- jednostranný rampový mezioperační transfer QLP 10 A,
- kazetový upínač zápusťek QLZK 1600/XHK,
- zakladač polotovarů QKZ 10,
- vyjímač výkovků QKV 10,
- kazety s hydraulickým upínáním,
- zavážecí vozík QWZV 1600 pro výměnu kazet,
- nový systém řízení transferu na bázi Siemens Sinumerik,
- vizualizace technologického procesu na dotykovém displeji OP 670 B.

Pro vyvození pohybů zakladače, transferu i vyjímače je použito 10 servomotorů, které umožňují vysokou přesnost podávání, rychlost pohybů a rychlé přestavení technologie.

Parametry linky:

- maximální počet zdvihů linky: 15 min^{-1} ,
- počet technologických operací: 3 - 5 dle velikosti výkovku,
- šířky záпустek: 160 mm pro 5 operací, 190 mm pro 4 operace, 210 mm pro 3 operace,
- maximální hmotnost výkovku: 10 kg.



Obr. 31 Dotykový displej OP 670 B s možností vizualizace technologického procesu. [14]

Podle konkrétní technologie může být linka doplněna o automatizovaný systém pro mazání a ofukování záпустek, indukční ohřev apod. Výhody řešení:

- rychlá výměna kazet s nástroji díky odklopení transferu a uvolnění přední části pracovního prostoru lisu,
- adaptabilita transferizačních zařízení i na lisy již v kovárnách provozované, a to bez nároků na stavební úpravy,
- pro určité technologie (do tří tvářecích operací) je možno použít jen zakladač a vyjímač při zachování podmínky automatizace procesu,
- možnost použití jen zakladače pro zakládání polotovaru do první tvářecí operace,
- zakládání polotovaru na ležato i na stojato, čtvercové i kruhové přířezy,
- volný pracovní prostor v zadní části lisu pro možnost instalace např. odsávacího zařízení pro odvod vzniklých zplodin při kování,
- dálková diagnostika technologického procesu z místa výrobce použitím modemu.

2.2.3 Tváření plastů [15]

Vstřikovací stroje používané v našich plastikářských výroбах jsou dnes z více než 50% vybaveny automatizací. Nejjednodušším stupněm jsou odebírače vtoků, které se používají u strojů do zhruba 1500 kN (150 t) uzavírací síly. Tento pomocník je většinou vybaven jedním přepínatelným okruhem a lze tedy využívat jak tlakový vzduch, který ovládá kleštinu na odebrání vtoku, tak vakuum, jež umožňuje pomocí přísavky jednoduché odebrání výlisku. Vakuum je získáváno pomocí Venturiho trubice, která je integrována přímo do odebírače vtoků a není nutné používat vakuovou pumpu.



Obr. 32 Odebírač vtoků. [15]

Odebíraný vtok nebo výlisek je odhozen buď přes zábranu vstřikovacího lisu nebo do speciální průchozí šachty zabudované do zadní zábrany stroje. Pomocí rozhraní Euromap 67 lze připojit tento odebírač na libovolný vstřikovací lis vybavený také tímto rozhraním. Jednoduché manipulátory jsou vybaveny dvěma až třemi lineárními osami s pneumatickým pohonem nebo kombinací pneumatického a elektrického pohonu. Pro možnost sklopení výlisku, který je většinou v nástroji zaformován svisle na dopravník, jsou manipulátory vybaveny jednou otočnou osou, která umožňuje položení výlisku na plochu. Nevýhodou je, že zdvih pneumaticky poháněných os je nastavován ručně pomocí posuvných koncových spínačů.



Obr. 33 Manipulátor na bezsloupkovém vstřikovacím lisu. [15]



Obr. 34 Robot pro odebírání výlisků. [15]

Toto nastavení nelze nahrávat do dat formy a při výměně forem se musí znovu ručně zdvih os nastavit. Pro pohodlnou manipulaci a úsporu zástavbové plochy lze u této konstrukce strojů rozšířit zadní zábranu a do ní umístit dopravník. Dopravník pak prochází zábranou mimo chráněný prostor tzv. bezpečnostním tunelem. Aby byl zaručen dobrý přístup k upínacím deskám při výměně forem, lze zábranu standardně otevírat a dopravník, uložený na jednoduchých ložiskách, vysunout mimo oblast vymezenou upínacími deskami. Toto řešení se dnes u bezsloupkových strojů využívá i pro složitější roboty a náročnější aplikace.

Roboty

Pro účely přesného a rychlého odebrání výlisků, pohodlného programování i ukládání dat a případného vkládání zálisků do formy se používají roboty s lineárními osami s elektrickým pohonem a rotačními osami s pneumatickým nebo elektrickým pohonem. Přesnost opakovatelného pohybu servopohonů dosahuje až 0,05 mm.



Obr. 35 Robot na stroji Netztal. [15]

Různé velikosti robotů pak umožňují použít optimální velikost robotu pro danou velikost vstřikovacího stroje a také cenově nastavit výrobu, pokud možno co nejekonomičtěji. Robota lze osadit jednoduchou přebírací hlavou, která uchopí výlisek po otevření. Pomocí vakuových nebo tlakových pneumatických okruhů je možné dosáhnout potřebné manipulovatelnosti s výliskem jak v prostoru formy, tak v místě odkládání. Tento typ robotů je možné využít i pro uchopení zálisků a jejich následné založení do formy. Tím roste komplikovanost i hmotnost přebíracích hlav. Robot musí být v některých případech vybaven i servoelektrickými rotačními osami a dalšími přídatnými funkcemi.



Obr. 36 Komplexní přebírací hlava robotu. [15]

Firma Engel umožňuje řízení robotu plně integrovat do řízení stroje a přenos dat i odezva na změny pohybů jsou pak velmi rychlé. Přesně definovaná standardizovaná rozhraní umožňují rovněž používat roboty a automatizační přípravky různých výrobců na různé typy vstřikovacích strojů. Se zvyšujícími se požadavky na komplexnost automatizace a komplikovaností výrobku rostou i požadavky na výbavu přebíracích hlav robotů. Přebírací hlava je název pro mechanické rozhraní mezi samotným robotem a manipulovatelným výrobkem.



Obr. 37 Soustava zahrnující větší dvoudeskový vstřikovací lis s komplexní automatizací. [15]

Zásobník nosičů

V případě velkých sérií, zejména v automobilové a elektrotechnické výrobě, lze s výhodou použít pro balení různých nosičů, paletek nebo prokladů. Speciální dopravník, který nazýváme try server - zásobník nosičů, umožňuje v součinnosti s robotem manipulovat i s těmito pomůckami. Na jedné straně dopravníku jsou umístěny prázdné přepravní nosiče, na druhý se stohují plné. Prázdné nosiče si dopravník sám podává z připravené vrstvy a to tak, že si odebere zespodu jeden prázdný nosič, který je pak napolohován do přesného místa u vstřikovacího lisu. Robot odebírá z formy výlisky a ukládá je do jednotlivých pozic v nosiči pomocí rastrovacího programu. Je-li nosič plný, je přesunut na druhou stranu dopravníku, kde se postupně nosiče stohují.

Komplexní automatizace

V některých případech je nutné použít velmi důmyslné soustavy robotů, dopravníků, podavačů a zásobníků zálisků i balicích palet. Vznikají pak soustavy sestávající z jednoho a nebo i více vstřikovacích lisů a několika robotů, dopravníků, kontrolních míst, podávacích přípravků a třeba i ořezávacích nebo ožehovacích pracovišť, komor pro následné nanášení různých těsnících látek, laků či barev nebo následných montážních hnízd, která mohou být opět automatizována. Zejména požadavky již zmiňovaného automobilového a elektrotechnického průmyslu, jakož i požadavky na čistotu prostředí pro zdravotnickou výrobu, zvyšují nároky jak na technologickou vybavenost výroby, tak i na stupeň automatizace a robotizace jednotlivých pracovišť. A tomu se musí přizpůsobit jak výrobci různých autosoučástí a jiných výrobků, tak i jejich dodavatelé strojního vybavení.

2.3 Řešení výrobních systémů a výrobních linek

Tvářecí linky [16]

Mezi další využití v oblasti automatizace zcela jistě patří různé výrobní linky. Ať už například linky s jedním nebo více lisu, transferové linky, vysekávací a ohýbací linky, integrované linky aj.

Linka s jedním lisem

Toto výrobní řešení je navrženo pro automatické operace s přístřihy, kde je požadována vysoká flexibilita a rychlost. Hydraulický lis typ ZM je vybaven velkým otevřením na všech čtyřech stranách. Toto dává velké výhody pro automatizaci, výměnu nástrojů a odběr odpadu. Nástroje mohou být složeny z jednoho nebo více dílů. Výměna je provedena rychle pomocí poloautomatického systému výměny nástrojů. Podavač typu BF odebírá přístřihy ze zásobníku a položí je na místo, odkud si je vezme lisovací robot typu CD 50. Ten přemístí přístřih do lisu a rovněž z něj odebírá hotové výlisky. Konečné uložení do palety je provedeno průmyslovým robotem. Naplněné palety jsou automaticky nahrazeny prázdnými. Pro optimální kontrolu je celá linka řízena pracovním terminálem. Všechny stroje v lince jsou jím ovládány.



Obr. 38 Pohled na pracoviště. [16]

Linka s více lisu

Toto výrobní řešení je navrženo pro automatické operace s přístřihy, kde je požadována vysoká rychlost a flexibilita. Hydraulické lisy typu ZL mají velké otevření na všech kratších stranách, což dává velkou výhodu pro výměnu nástrojů. Počet lisů v lince je neomezen. Lisovací nástroje sestávají z jednoho nástroje pro každý lis a jejich výměny jsou provedeny rychle a snadno z kratších stran lisů. Podavač typu BF odebírá přístřihy ze zásobníku a položí je na místo, odkud si je vezme lisovací robot typu CD 25. Ten přemístí přístřih do prostoru lisu. Vzdálenosti mezi lisu mohou být velmi krátké použitím tohoto typu lisovacího robotu. Tento je 2 – osový a přemísťuje výlisky mezi lisy. Hotové výlisky jsou 3 – osovým lisovacím robotem rovnány do palety. Naplněné palety jsou automaticky nahrazeny

prázdnými. Pro optimální kontrolu je celá linka řízena pracovním terminálem. Všechny stroje v lince jsou jím ovládány.



Obr. 39 Pohled na pracoviště. [16]

Transferová linka

Toto výrobní řešení je velmi vhodné pro průběžné lisování z přístřihů nebo pro lisování přímo ze svitků. Výměny nástrojů jsou snadno umožněny z větší strany lisu. Hydraulický lis typu ZM má robustní vedení pro nejlépe možné utlumení deformačních sil. Podavač typu BF odebírá přístřihy ze zásobníku a položí je na místo, odkud si je vezme Transfer CD. Tento je speciálně navržen pro automatizaci mezi vícekrokovými nástroji. Má tři osy a je namontován přímo na rámu lisu. Posouvá výlisek mezi všemi operacemi uvnitř lisu. Pro optimální kontrolu je celá linka řízena pracovním terminálem.



Obr. 40 Pohled na pracoviště. [16]

Řídicí systém

Software je navržen pro kompletní řízení celé výrobní linky nebo samostatného lisu. Jeden řídicí terminál může ovládat lisy, roboty, podavače, výměnu nástrojů atd. Hardware je postaven na platformě průmyslového počítače a umístěn uvnitř ergonomického terminálu.



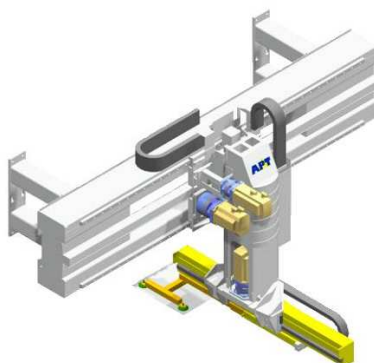
Obr. 41 Řídicí systém. [16]

Automatizace tvářecích lisů [17]

K samotné automatizaci se využívá různých manipulátorů, lisovacích robotů, podavačů, transferových systémů, překlápěčů a různého dalšího příslušenství.

Lisovací roboty

Speciálně navržen pro rychlou a snadnou manipulaci plechových výlisků v lisech a dalších strojích. Až 4 CD jednotky mohou být připevněny na stejném Y – rámu. Mohou být spojeny jedním řídicím systémem a synchronizovány pro paralelní operace. Rychlý pohyb zajišťuje lineární servomotor.



Obr. 42 Lisovací robot. [17]

Podavače

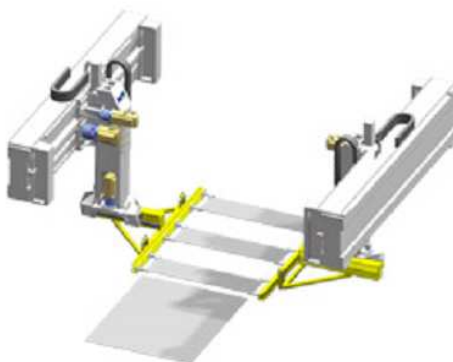
Podavače byly vyvinuty pro podání přístřihů ze zásobníku do plně automatických linek. Jejich funkcí je uchopit odděleně jeden přístřih z palety a přesně jej přesunout k lisovací lince. Může provést další přidavné operace, jako je lubrikace přístřihu olejem, zapalohování do správné pozice nebo kontrola dvojitého polotovaru s automatickým vyřazením.



Obr. 43 Podavač. [17]

Transferové systémy

Slouží k přesunu výlisků v lisech s více operačními nástroji nebo i mezi samostatnými lisami. Jednoduchá instalace na rám lisu bez mechanického přenosu výkonu.



Obr. 44 Transferový systém. [17]

Příslušenství

Pro přepravu mezi lisy a dalšími tvářecími stroji se dá využít různých transferových systémů např. Shuttle SH. Optimálně navržen s minimálním množstvím pohyblivých částí. Lineární pohyb, který dává jednoduché programování.



Obr. 45 Příslušenství. [17]

Překlápěč

Překlápěč byl vyvinut pro přetočení dílů vodorovně i svisle a může být použit samostatně nebo v kombinaci s dalšími standardními automatizačními moduly.



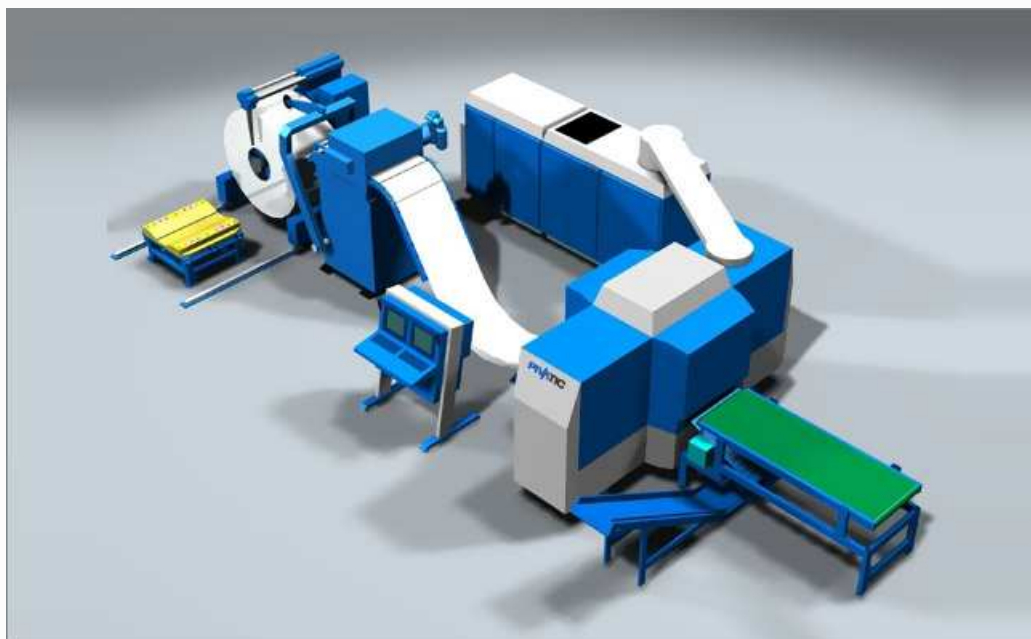
Obr. 46 Překlápěč. [17]

Vysekávací a ohýbací linky [18]

Tradiční vysekávací lisy jsou schopné dosáhnout jen omezené výrobní kapacity. Výrazný skok je možné udělat s vysokoproduktivními vysekávacími centry.

Plně automatizované a produktivní vysekávání a tváření v nejvyšším segmentu požadavků

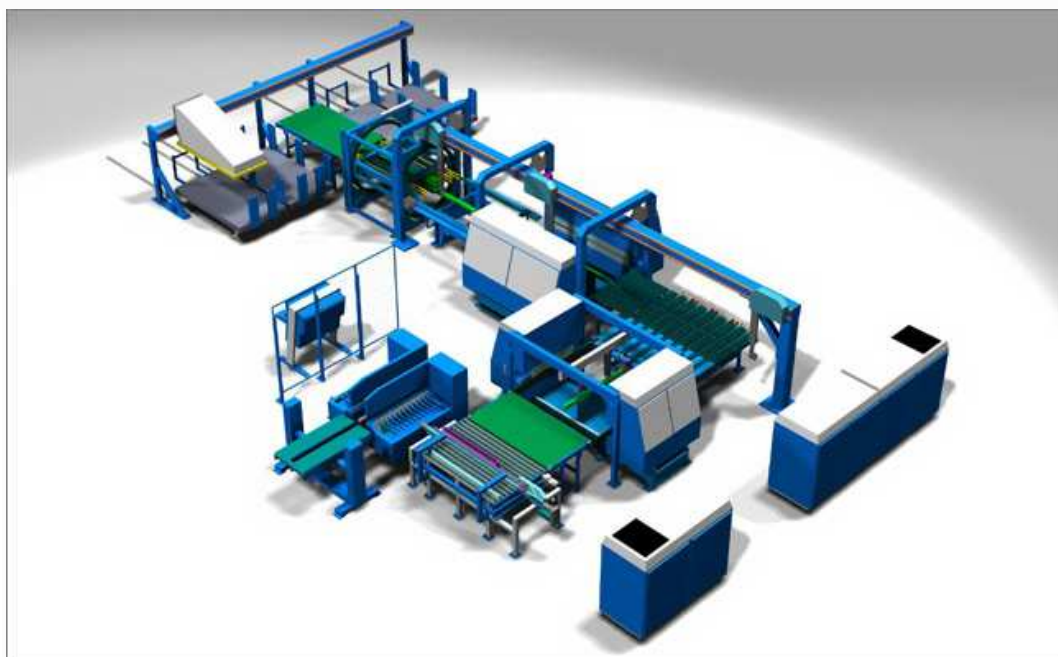
Standardní vysekávací a tvářecí jednotky center Pivapuch využívají samostatné nástroje až do průměru 114,3 mm. Rotace nástrojů, vysekávací jednotky pro velké nebo vícenásobné nástroje a nástrojové kazety ještě více zvyšují flexibilitu a efektivitu center. Modulární konstrukce umožňuje další rozšíření například o automatické nůžky nebo integraci s automatickým ohýbacím centrem. U svitkového plechu se lépe využije materiál a zároveň eliminuje růst cen plechu. V nabídce jsou vysekávací centra pro svitkový plech v šířkách od 610 mm do 1525 mm. Centra mohou pracovat v nepřetržitém bezobslužném provozu.



Obr. 47 Pohled na pracoviště. [18]

Plně automatizované produktivní ohýbání s vysokou kvalitou, přesností a eliminací vlivu lidského faktoru

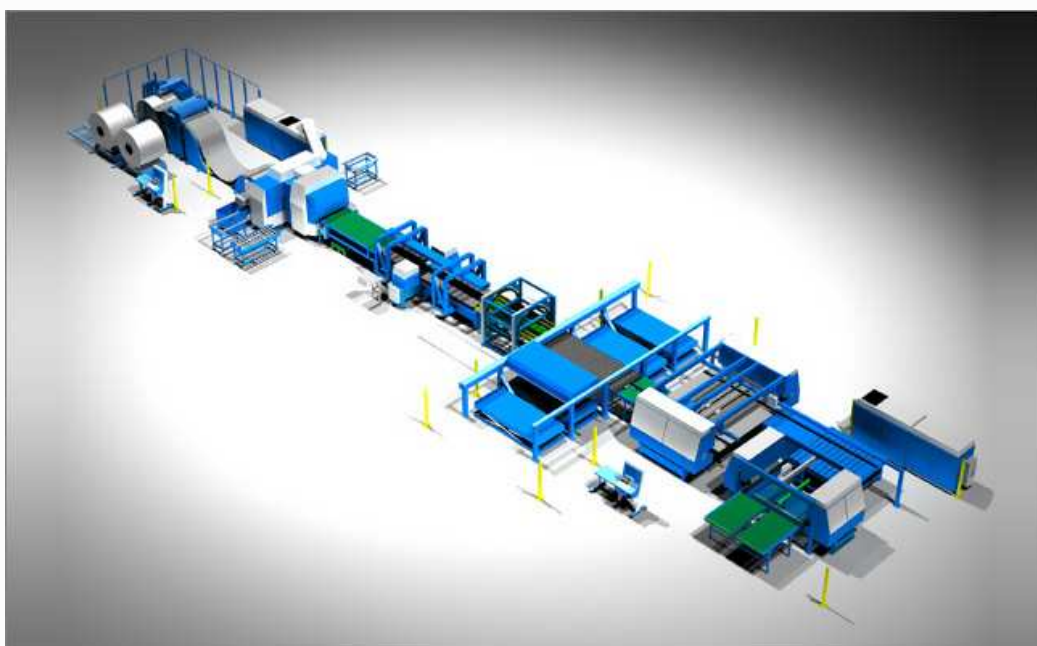
Když se ve výrobě stane úzkým místem ohýbání plechu, tak je častým postupem nákup dalších ohraňovacích lisů a získání potřebné kvalifikované obsluhy. Výhodnější řešení nabízejí automatizovaná ohýbací centra Pivabend. Centra v plně automatizovaných taktech nadělené komponenty založí, ohnou ze všech stran a následně vyloží na vykládací stůl. Tato centra jsou optimálním řešením pro velké výrobky, výrobky z tenkých plechů a ohýbání velkých sérií. Jejich nasazením se dosáhne nejen vysoká produktivita a výrobní flexibilita, ale také vyšší přesnost. Ohýbací centra je možno dodat s různým stupněm automatizace od samotného centra až po jejich plnou integraci do produktivních a kontinuálních linek. Centra mohou pracovat v nepřetržitém bezobslužném provozu.



Obr. 48 Pohled na pracoviště. [18]

Plně automatizované integrované linky s vysokoproduktivním a kontinuálním provozem bez časových ztrát

Integrované linky Pivasystems jsou určeny pro plnění zadání v nejvyšším segmentu požadavků. Linky se sestavují přesně podle individuálních potřeb zákazníků, od odvíjecího zařízení se zásobníkem svitkového plechu, až po stohovací jednotky za ohýbacími centry. Jednotlivé technologické moduly linek kontinuálně pracují v plně automatizovaných takttech bez časových ztrát při výměně materiálu a nástrojů. Je možné dodat i jednotlivé části linky, které jsou propojeny přímo nebo přes zásobníkový sklad. Cílovými zákazníky integrovaných linek Pivatic jsou výrobci svítidel, kovových regálů a polic, kovového nábytku, telekomunikačních zařízení, elektronických produktů, vzduchozechniky, výtahů, garážových a bezpečnostních dveří, radiátorů, kabelových žlabů, elektroskříní, palet, zakázkové výroby, atd. Centra mohou pracovat v nepřetržitém bezobslužném provozu.



Obr. 49 Pohled na pracoviště. [18]

2.4 Robotizované pracoviště (RTP) [19] [20]

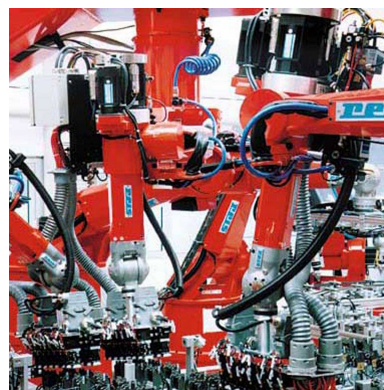
Je základní strukturální jednotkou robotizovaných systémů. RTP je analogií pružné výrobní buňky. Jedná se o účelové seskupení technologických zařízení a průmyslového robotu, které autonomně a v automatickém cyklu vykonává manipulační a technologické operace daného výrobního procesu, případně jeho části. Na RTP jsou zpravidla seskupena alternativně následující výrobní zařízení:

- A. Jeden robot a jedno základní technologické zařízení.
- B. Jeden robot a několik technologických zařízení.
- C. Více robotů a jedno základní technologické pracoviště.
- D. Robot integrovaný s automatickým strojem se společným systémem řízení.

Charakteristickým znakem RTP je, že roboty zabezpečují integraci s procesním prostředím - environmentem, dále mezi subsystémy mezioperační dopravy a technologickými zařízeními a vytvářejí jejich automatickou vazbu. Rozhodujícím spojovacím prvkem je robot se svým řídicím systémem a doplňkové zařízení rozšiřující funkci jednotlivých subsystémů.



Obr. 50 3D opracování dílců z plastu. [20]



Obr. 51 Vstřikování v jedné výrobní jednotce s deseti roboty. [20]



Obr. 52 Odporové svařování. [20]



Obr. 53 Odběrný robot ve slévárně. [20]

3 NUTNOST ZAVÁDĚNÍ AUTOMATIZACE Z EKONOMICKÉHO A VÝROBNÍHO HLEDISKA [20] [21]

Počátky automatizace procesů, chápáné v novodobém pojetí s využitím principů číslicového řízení, spadají přibližně už do 50. let minulého století. Prvotním cílem takové automatizace až robotizace bylo nahrazovat činnost člověka u monotónní, často se opakující činnosti v náročných provozech nebo u zdraví nebezpečných procesů. Postupem doby se automatizace rozšiřovala do všech oborů lidské činnosti, kde se jejím přínosem stala nejen vyšší produktivita procesů, ale i jejich vyšší kvalita nezávislá na lidském faktoru. Proč tedy automatizovat? Z pohledu výrobního a ekonomického hlediska je několik důvodů, které k automatizaci přímo směřují.

Ekonomické hledisko

Snížení výrobních nákladů lze dosáhnout:

- lepší organizací výrobního procesu,
- úsporami materiálu,
- úsporami skladovacích a výrobních ploch,
- snížením nákladů na nekvalitní výrobu,
- úsporami energií všeho druhu v důsledku jejich přesného měření a jejich optimální regulace,
- odstraněním drahé lidské práce,
- neplacením přesčasů, mimořádných směn o svátcích, sobotách a nedělích,
- dokonalým využitím strojů v časech příznivých sazeb za el. energii (noční proud),
- aj.

Na druhé straně má ekonomické hledisko i některé nevýhody, může jít o vysokou cenu pořízení, vysoké náklady na provoz, které si vynucují prosazení zvláštních organizačních a sociálních opatření zajišťujících právě hospodárnost provozu, dále také růst mzdových nákladů (v mnoha případech nutná rekvalifikace pracovníků a především k vyšší kvalifikovanosti obslužného personálu).

Výrobní hledisko

- zvýšení produktivity výroby,
- zvýšení kvality výrobků,
- zvýšení přizpůsobivosti výroby,
- zlepšení pracovních podmínek,
- zkrácení průběžné doby výroby,
- podstatné zjednodušení agendy náhradních dílů,
- omezení seřizování a automatický průběh – z toho plynoucí možné chyby obsluhy,
- zmenšují se požadavky na kvalifikaci obsluhy,
- opakovatelná přesnost,
- aj.

Je až nepochopitelné, že přes nepopíratelné výhody, které automatizace může přinést se v tržním hospodářství využívá jen omezeně a to téměř výhradně u těch firem, které jsou řízeny západními manažery a které jsou ovládány západním kapitálem.

Zdá se, že v současnosti převažují subjektivní důvody, které vytvářejí bariéry pro zavádění automatizace.

Jednou ze subjektivních bariér jsou jistě pověry, které mohou přetrvávat v podvědomí manažerů.

- automatizace je tak drahá, že se nemůže vyplatit,
- automatizace je nespolehlivá a přináší nejistotu a problémy,
- automatizace je zbytečná a lze se bez ní obejít,
- automatizace je jen pro velké firmy, které mají finanční prostředky a mohou zaměstnávat specialisty,
- na automatizaci nemáme čas, musíme řešit problémy související s prosperitou firmy.

Druhou subjektivní bariérou je naivita mnohých manažerů a podnikatelů, kteří se domnívají že mohou donekonečna žít z podstaty a z nízkých nákladů na pracovní sílu, aniž by investovali do nových technologií a využívali automatizaci.

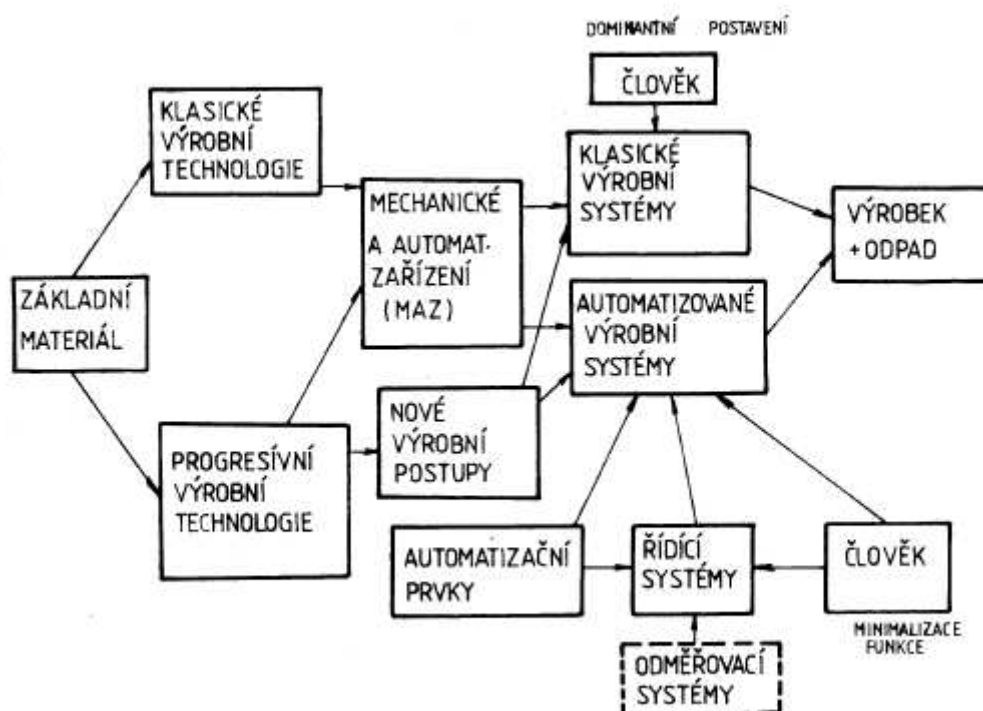
Třetí subjektivní bariéru představuje neschopnost akceptovat osvědčené metody a způsoby řízení západních firem.

Čtvrtou subjektivní bariérou, jejíž nositelé jsou bohužel početně zastoupeni, je sobeckost a chamtivost našich podnikatelů, kteří se z firem snaží získat co nejvyšší zisky, aby je v zápětí opustili s cílem užívat získané peníze k osobním požitkům nebo s cílem podobně vysát jinou firmu.

Automatizace a její požadavky jsou odvozeny od řady aspektů, například kvalita pracovníků, efektivita, náklady, výnosnost aj. Musíme však porozumět důvodům proč automatizovat. Jeden nebo více aspektů mohou být rozhodující pro to, která část výrobního procesu má být automatizována. Není důležité zpočátku automatizovat vše, někdy může být výhodnější postupná změna. Konečným stupněm může být plně automatizovaná výrobní linka. Z pohledu majitelů podniků se dnešní investice do automatizace zaručeně vyplatí. Nejenže vede k dosažení opakovatelné přesnosti výrobků, k vyšší produktivitě, ale zároveň i minimalizuje náklady a funkci člověka v automatizovaných výrobních systémech. Investice firmy do automatizace je investicí do jejich úspěchů v budoucnosti.

4 SROVNÁNÍ KLASICKÉHO VÝROBNÍHO SYSTÉMU A SYSTÉMU VYUŽÍVAJÍCÍHO AUTOMATIZACI [23] [24]

Automatizace umožňuje vyšší výrobnosti a produktivity práce především snížením výrobních časů a průběžné doby výrobních procesů. Má schopnost výrazně zvyšovat opakovanou přesnost a kvalitu výrobků, šetřit jednotkovou spotřebu surovin a materiálu, odstraňuje obtížnost a monotónnost práce a svým působením ji zbavuje rizik, zhoršujícího se zdraví pracovníků a práci všestranně humanizuje.



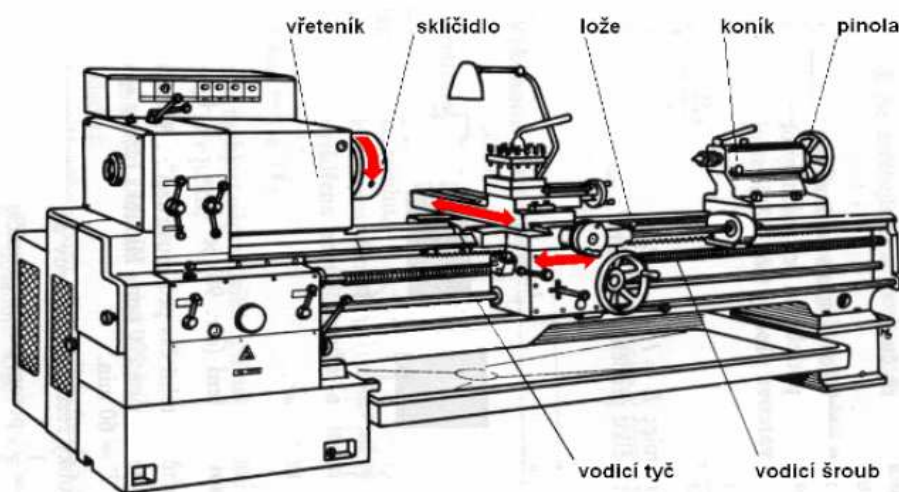
Obr. 54 Minimalizace funkce člověka v automatizovaných výrobních systémech. [23]

Na zvoleném příkladu si provedeme srovnání konvenčního stroje s číslicově řízeným strojem.

Konstrukce číslicově řízených strojů se liší od konvenčních strojů z důvodu požadované přesnosti tvaru, rozměru a požadované drsnosti povrchu obrobku, bezporuchovosti stroje, snadné obsluhy, odebírání třísek, atd. Proto stroje mají charakteristické vlastnosti, znaky nebo parametry:

- vysoká tuhost a přesnost provedení,
- optimální řezný režim,
- vysoce přesné vodící plochy s vysokou životností a možností výměny,
- zajištění přesné polohy jednotlivých součástí stroje – použití odměřovacích členů a servomechanismů pro polohovací obvody,
- stabilizace teploty,
- automatická výměna nástrojů,
- použití upínacích přípravků pro obrobení z více stran při jednom upnutí,
- automatický odvod třísek z rámu stroje,
- obsluha probíhá z panelu - na stroji nejsou žádné obslužné prvky,
- pracovní prostor stroje je uzavřený.

Konstrukční uspořádání jednotlivých strojů jednotlivých výrobců je velmi variabilní, ale vždy je pracovní prostor kompletně zakrytý (především z důvodu bezpečnosti obsluhy se musí při otevření dveří pracovního prostoru okamžitě zastavit pohyby suportů a vřeten), obvyklé je, že u soustruhů je lože vykloněno od horizontální roviny a nástroj obrábí za osou vřeten. U svislých frézek stůl koná posuvy ve dvou směrech (X;Y) a vřeteník koná přísmuv (Z).



Obr. 55 Pracovní prostor konvenční soustruh. [24]



Obr. 56 Pracovní prostor CNC soustruh. [24]

Pro upínání obrobku se u soustruhů používá:

- kleštinový upínač pro upínání tyčového materiálu,
- univerzální sklíčidlo pro součásti přírubového charakteru,
- lícní deska pro upnutí nerotačních polotovarů.

u frézek a obráběcích center se do vřetena upínají nástroje

Obráběcí centrum musí splňovat:

- automatickou výměnu obrobků a nástrojů,
- má zásobník s nástroji,
- automatické vyvážení třísek a špon od obrábění,
- pracuje v naprogramovaných cyklech bez lidského zásahu.

V tržní ekonomice současnosti je nutné pro přežití firmy na trhu, aby firma v minimálním čase, za minimální cenu maximálně uspokojila své odběratele s tím, že přitom musí maximalizovat zisk, tedy musí minimalizovat náklady. Musí toho dosáhnout v době, kdy vzrůstá složitost produkovaných výrobků a nároky na přesnost a spolehlivost jednotlivých dílů. Při použití konvenčních strojů ve výrobě je těžké toho dosáhnout a jsou nutní kvalifikovaní pracovníci, kterých začíná být především ve strojírenství nedostatek. Řešení této situace spočívá v automatizaci a integraci výrobního procesu. Automatizace přispívá ke zvyšování produktivity a současně ke snižování výrobních nákladů atd. (viz. bod 3).

Ruku v ruce s automatizací výrobních operací musí být použito i v přípravě výroby počítačové podpory, protože jen při systematickém použití výpočetní a řídicí techniky dochází k výraznějšímu násobnému efektu.

5 ZÁVĚR

Rozvoj automatizace výrobních procesů není závislý jen na možnostech příslušných technických prostředků a bude ovlivňován i vývojem vlastních technologií. Lepší předpoklady z hlediska automatizace mají pro další rozvoj nekonvenční technologie, jako např. využití laseru a vysokoenergetického tekutinového paprsku pro dělení a spojování materiálů, než technologie, které vznikaly s ohledem na ruční práci.

V nejbližších letech lze očekávat vývoj realizace technologií ve směru pružných systémů tvořených multifunkčními výrobními stroji a roboty. Roboty jsou uplatněny především v rámci samostatného vykonávání technologických operací a nebo v rámci kooperace s výrobními stroji při realizaci technologií. Jednoduššími manipulátory jsou zajišťovány čistě manipulační úkony ovšem s respektováním trendu minimalizovat rozsah manipulace s materiálem i s nástroji. Je možné očekávat podstatné zásahy do konstrukce objektů výroby s ohledem na zjednodušení automatické montáže. Roboty v integrovaných strukturách montážních pracovišť budou mít v automatické montáži významné postavení.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] BENEŠ, P. , CHLEBNÝ, J. ,LANGER, J. , MARTINÁSKOVÁ, M. , VORÁČEK, R. *Automatizace a automatizační technika: Prostředky automatizační techniky 3*. Praha:Computer Press, 2000. 254s. ISBN 80 – 7226 – 248 – 3
- [2] DVOŘÁKOVÁ, J. ... et al. *Automatizace ve tváření*. Praha: Obis vtei npro praha , 1987. 560s.
- [3] FOREJT, M. a PÍŠKA, M., *Teorie obrábění, tváření a nástroje*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. 225s. ISBN 80 – 214 – 2374 - 9
- [4] CHVÁLA, B. , NEDBAL, J. , DUNAY, G. *Automatizace*. Praha: SNTL/ALFA, 1987. 608s. ISBN 04 – 218 – 87
- [5] KOUBEK, A. a LEITNER, V.*Příklady mechanizace a automatizace ve strojírenství*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1964. 560s. ISBN: 04 – 204 - 64
- [6] RUMÍŠEK, P. , *Technologické projekty*. Brno:Nakladatelství VUT v Brně, 1991. 185s. ISBN 80 – 214 – 0385 – 3
- [7] RUMÍŠEK, P. , *Automatizace výrobních procesů II (Tváření)*. Brno: Rektorát vysokého učení technického v Brně, 1990. 192s. ISBN 80 – 214 – 0221 – 0
- [8] http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=28491
- [9] <http://www.mmspektrum.com/clanek/periferie-pro-roboty-s-procesnim-ramenem>
- [10] http://drogo.fme.vutbr.cz/opory/pdf/ust/Technologie%20I/TI_TO-1cast.pdf
- [11] http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp
- [12] http://www.sag.as/Data/files/RDB_Nabidkovy_List.pdf
- [13] <http://www.formetal.cz/popis/YSTAD.htm>
- [14] <http://www.mmspektrum.com/clanek/automatizace-kovaciho-procesu>
- [15] <http://www.mmspektrum.com/clanek/zdokonalene-postupy-vstrikovani-plastu-a-automatizace-pri-vyrobe>
- [16] <http://www.scantec.cz/>
- [17] <http://www.intech.cz/strojirenstvi-katalog-produktu/automatizace-tvarecich-lisu.html>
- [18] <http://www.canmet.cz/cz/zpracovani-plechu/vysekavaci-ohybaci-linky>
- [19] http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory_soubory/mechanizace_a_automatizace__ucebni_texty__rumisek.pdf
- [20] <http://www.reisrobotics.de/reisrobotics/cz/Reis+Robotics+Home-p-1.html>
- [21] <http://www.techtydenik.cz/detail.php?action=show&id=780&mark=>
- [22] http://www.cmsa.cz/index.php?page_path=publikace-4&b_publikace=1
- [23] <http://referaty-seminarky.cz/automatizace-vyrobnich-procesu/>
- [24] http://ust.fme.vutbr.cz/tvareni/opory_soubory/mechanizace_a_automatizace__tabulky_obrazky__rumisek.pdf
- [25] <http://www.c-n-c.cz/viewtopic.php?p=33&sid=1e12b35f53a5a4e52520ac6516a5d822>