

Moderní automatizovaný výrobní systém pro výrobu 19" rozvaděčů

Modern Automated Production System to Produce 19" Racks

Ing. Lukáš Skřivan

Vedoucí práce: Doc. Ing. Vladimír Andrlík, CSc.; Ing. Vladimír Šefrna, CSc.

Abstrakt

Cílem příspěvku je prezentace výsledků projektu, který byl zrealizován na základě dlouhodobé spolupráce mezi firmou TRITÓN Pardubice, spol. s r.o. a Ústavem výrobních strojů a zařízení, fakulty strojní ČVUT v Praze. Projekt s názvem INOVACE VÝROBNÍHO PROCESU se zabýval nahrazením současné výroby, která byla na hranici využitelnosti a rentability, moderním způsobem výroby – zavedením plně automatizovaného výrobního systému, který by zajistil do budoucna další prosperitu firmy. Celý projekt byl v rámci PROGRAMU INOVACE OPPI 2007 – 2013 vybrán a schválen (Agenturou pro podporu podnikání a investice Czechinvest a následně Ministerstvem průmyslu a obchodu ČR) pro příjem dotace na realizaci celého projektu. V současné době je již celý automatizovaný výrobní systém v plném výrobním provozu.

Klíčová slova

Automatizace, výroba, tváření, děrování.

1. Úvod

Základní informace o investorovi a provozovateli automatizovaného výrobního systému

Firma Tritón Pardubice spol. s r.o. působí na trhu od roku 1993 a její hlavní činností je výroba vysoce kvalitních výrobků a komponent určených pro rozvoj a modernizaci moderních datových a telekomunikačních sítí a řadí se mezi nejvýznamnější evropské výrobce 19" rozvaděčů. Součástí aktuálního výrobního programu firmy jsou stojanové a nástěnné rozvaděče vlastní konstrukce, šatní skřínky, archivační skříně a skříně pro skladování medicínálních potřeb.

Historický vývoj firmy z hlediska výrobních prostor a strojního vybavení:

- rok 1999: pořízení vysekávacího automatu značky EUROMAC a ohýbacího stroje značky Negoval
- rok 2000: zahájena výstavba nového výrobně administrativního objektu ve Starém Mateřově
- rok 2001: přestěhování do nového objektu. Pořízení toho času velice moderní linky pro povrchové úpravy od firmy GALATEK a.s.
- rok 2002: částečná implementace nového informačního systému NAVISION Financials a do provozu uvedeny nové vysoce produktivní vysekávací stroje TRUMATIC 5000R-1300, TRUMATIC L 6000 a CNC OHRAŇOVACÍ CENTRUM RAS

- rok 2005: pořízení sttjů - TRUMABEND V130 X, TRUMATIC 5000R + SHEET MASTER, TRUMABEND V50X, CNC MULTIBEND RAS 7922-2, PROFILOVACÍ LINKA SWAH II – další investice která umožnila výrazně zvýšit výrobní výkon
- léta 2008 až 2009: přístavba nové výrobní haly ve které je dále popisovaný automatizovaný výrobní systém realizován.

Je známo, že automatické výrobní linky a systémy jsou složeny z jednotlivých provozních částí, které zajišťují dosažení rychlejších náběhů, minimalizaci zbytečných prostojů, rychlejší přenos programu, lepší orientaci obsluhy v řídicím prostředí. Pro uvedenou výrobu v době podání projektu neexistovalo žádné komplexní automatizované pracoviště a ani jej žádný výrobce v ucelené formě nenabízel. Proto byly Ústavem výrobních strojů a zařízení na základě komplexní studie stanoveny parametry tohoto automatizovaného výrobního systému. Jako počáteční základ pro vypracování studie byly pojety dosavadní zkušenosti z výroby, která se osvědčila a která svými výsledky a kvalitou zatím zajistila velmi kvalitní produkty. Z pohledu novosti je instalace automatické výrobní linky níže uvedených parametrů ve firmě Tritón zcela jednoznačně představitelem naprosté špičky v obdobné výrobě v ČR a ani jakákoliv zahraniční konkurence nemá v současnosti vyspělejší technologie. Do výběrového řízení na dodávku strojů se přihlášily firmy TRUMPF Praha spol. s.r.o. a D K Group a.s. Ve výběrovém řízení uspěla firma TRUMPF Praha spol. s.r.o., která splnila většinu požadovaných parametrů a nabídla realizaci automatického výrobního systému s novými komponentami a dále byla schopna realizovat zkomponování některých již provozovaných strojů.

2. Popis systému

Základem uvedeného automatizovaného výrobního systému je plně automatizovaný skladovací systém STOPACOMPACT s řídicím systémem TC - Cell, do kterého jsou integrovány následující výrobní buňky:

- 1x vysekávací centrum Tru Punch 5000 -1300 doplněné o manipulační zařízení SheetMaster s integrovaným třídičem vysekaných výrobků, který umožňuje třídění výrobků na odkládací manipulační paletu pro opětované naskladnění do centrálního skladu; šrotovací nůžky ShearMaster s vynášecím dopravníkem pro bezpečné zpracování zbytkového rastru plechu
- 1x vysekávací centrum Tru Punch 5000 -1300 doplněné o manipulační zařízení Sheet Master s integrovaným třídičem vysekaných výrobků (v první fázi projektu bez automatického šrotovacího zařízení)
- 1x vysekávací centrum Tru Punch 5000 -1300 (v první fázi projektu bez automatické obsluhy a automatického šrotovacího zařízení)
- 1x ohýbací centrum RAS Mutibend 79.22-2 pro další zpracování vysekaných výrobků doplněné o dva manipulační roboty od firmy KUKA pro automatické zakládání a vyjímání polotovaru z ohýbacího centra. Tyto manipulační roboty zajišťují správnou polohu a orientaci vysekaných polotovarů před založením do ohýbacího centra a to i s ohledem na otřep vzniklý při procesu dělení materiálu
- 1x ohýbací centrum RAS Mutibend 79.22-2 s automatickým přísuvem polotovarů z centrálního skladu (v první fázi projektu bez automatizované obsluhy)
- ohraňovací lisy TruBend 5130, TruBend 5050 s automatickým přísuvem polotovarů z centrálního skladu (v první fázi projektu bez automatizované obsluhy)

3. Jednotlivé výrobní buňky systému

3.1. Centrální skladový systém STOPA v datech

- jedna zakládací stanice s integrovanou váhou pro kontrolu hmotnosti zakládaného materiálu
- možnost založení svazku plechů o max. rozměrech 2500 × 1250 mm a hmotnosti 3 000 kg díky chaotickému naskladňování neomezené množství výšek jednotlivých stohů
- výška zakládání I max. 130 mm
- výška zakládání II max. 355 mm
- automatický přísun požadovaného materiálu pod zakládací stanici (SheetMaster) vysekávacího lisu
- přesné polohování palety v ose Y pod třídící hlavu vykládací stanice (SheetMaster) vysekávacího stroje, tak aby bylo možné přesné odkládání vyseknutých dílů
- zaskladnění výlisků z vysekávacího lisu až do max. výšky stohu 355 mm
- automatický přísun zaskladněných výlisků buď k zakládací stanici ohýbacího centra RAS, nebo na vyskladňovací pozici pro pracoviště ohraňovacích lisů
- on-line inventuru surového materiálu i rozpracované výroby
- Počet skladových míst, brutto 90 mm 736 ks
- Ztráta způsobená počtem stanic 32 ks
- Počet skladových míst, netto 704 ks
- Výška systému 6.450 mm
- Délka systému 52.950 mm
- Šířka systému 4.730 mm
- Standardní rychlosti:
 - podélný pojezd max. 100 m/min
 - zdvih max. 23 m/min
 - tah max. 25 m/min

Vlastní regálový blok je v konfiguraci 32 bloků seřazených ve dvou řadách (2 x 16). Rám regálu s podélnými spoji a diagonálními výztuhami tvoří kompaktní a bezpečný systém ocelové konstrukce. Vedení rámu regálu je uzpůsobené tak, že umožňuje kdykoliv provést jeho rozšíření. Pojízdne kolejnice a dojížděcí nárazník nahoře i dole pro regálový zakladač na obsluhu regálů. V celém systému je 280 plochých manipulačních palet s podélnými nosiči. Tyto zaručují obsluhu jednoduché ovládní.

Skladový systém je napojen na 11 stanic pro jednotlivé výrobní uzly:

- Stanice 1: Vstup a výstup materiálu
- Stanice 2: Zakládání TruPunch 5000, SheetMaster
- Stanice 3: Vykládání TruPunch 5000, SheetMaster
- Stanice 4: Zakládání TruPunch 5000, SheetMaster
- Stanice 5: Vykládání TruPunch 5000, SheetMaster
- Stanice 6/7 : Ruční zakládání TruPunch 5000
- Stanice 8 : Výstup polotovaru pro RAS s automatickou obsluhou
- Stanice 9 : Výstup polotovaru pro RAS
- Stanice 10/11 : Výstup zboží ohýbací stroje TUMABEND

Bezpečnostní zařízení nezávislé na stanicích tvoří ochranný plot jistící ze 4 stran a dvířka pro údržbu s havarijním bezpečnostním zámekem.

Centrální řízení systému je zajištěno pomocí průmyslového PC s integrovaným řídicím procesorem. Průmyslový PC přebírá informace od obsluhy zařízení a informace o stavu zařízení přes ergonomicky řešený ovládací pult s 12“ TFT obrazovkou. Na ovládacím pultu jsou zobrazovány permanentní informace o stavu zařízení ve formě textu a grafické vizualizace skladových bloků a regálového zakladače.



Obr. 2. Vstup a výstup materiálu s pracovištěm obsluhy.



Obr. 3. V pozadí centrální automatizovaný sklad.

3.2. Děrovací lis TruPunch 5000-1300 v datech

Pro výrobu polotovarů (přístřihů), které v sobě obsahují otvory, prolisy, závitové segmenty a tvarové obrysové kontury je v tomto systému použit stroj TruPunch 5000-1300 včetně automatizace SheetMaster a ShearMaster v plném vybavení od firmy TRUMPF.

Pracovní prostor

(X x Y) bez přehmátnutí

2535 x 1280 mm

Výkon

Max. síla plechu

8 mm

Max. děrovací síla

220 kN

Max. váha obrobku

200 kg

Max. rychlosti

Osa X

100 m/min

Osa Y

60 m/min

Sled zdvihů lisování

1200 1/min

Sled zdvihů značení

2800 1/min

Osa C

330 otáček/min

Nástroje

Lineární zásobník 18 nástrojových míst při 3 upínkách

Počet při použití Multitool

18 až 180 nástrojů

Rotace všech nástrojů

360° plynule

Přesnost

Poziční odchylka

± 0,1 mm

Střední poziční rozptyl

± 0,03 mm

Řídicí systém TRUMPF CNC řídicí systém

SheetMaster1300

Multifunkční systém pro automatizaci. Zakládání a vykládání paralelně s hlavním výrobním časem je nutnou funkcí u stroje napojeného do automatické výrobního cyklu s centrálním skladem Stopa Compact. Umožňuje tak zásobování surovým materiálem a vykládání hotových obrobků bez přerušení výroby dílů. Zařízení SheetMaster umožňuje odebrání magnetickými přísavkami v případě odebrání dílů s vysokým stupněm perforace.

Zakládání

- Automatické zakládání tabulí na TruPunch 5000 (1300)
- Oddělení jednotlivých plechových tabulí pomocí odlupovacího sacího zařízení
- Přístroj měřící tloušťku plechu pro automatickou kontrolu zdvojených plechových tabulí
- Bezpečné zakládání plechových tabulí pomocí senzorových upínek a senzorového dorazového kolíku na stroji TruPunch 5000 (1300)

Vykládání

- Odebírání dílů ze stroje
- Odebírání volně střižených dílů a přístřihů
- Integrovaný obvod odsávání umožňuje odebírání malých a úzkých dílů a dílů s mnoha otvory
- Možnost odebírání celých rastrů s díly propojenými mikromůstkem
- Programovatelně aktivovatelné odsávání
- Možnost programově řízeného odkládání a odhazování dílů
- Výška odhození volně programovatelná
- Odběr se uskutečňuje převážně souběžně s opracováváním obrobků na TruPunch 5000

ShearMaster

Umožňuje odstraňování a zmenšování (stříhání) zbytkových mříží a zbytkových pruhů. Součástí ShearMaster je prodloužený vynášecí dopravník na výštipky. Takto je veškerý kovový odpad ze stroje koncentrován do jednoho místa.

- Odstraňování zbytkových mříží a zbytkových pruhů pomocí GripMasteru
- Automatické odkládání zbytkových mříží dle polohy na přepravní stůl
- Automatické zmenšování (stříhání) zbytkových mříží pomocí nůžkového zařízení
- Odstraňování kusů zbytkové mříže do normalizovaného kontejneru s kontrolou plnosti
- Na přepravním stole může být položena paleta, kam mohou být mříže odkládány



Obr. 4. SheetMaster pro automatizaci obsluhy děrovacího lisu.



Obr. 5. ShearMaster pro automatizované zpracování odpadu.

3.3. RAS Multibend 79.22-2 v datech

CNC ohýbací centrum pro ohýbání vysekaných polotovarů do konečného tvaru. Ve svém pracovním prostoru disponuje automatickou manipulací s polotovarem, je vybavené optickou kontrolou polohy zpracovávaného dílu, včetně odpovídající automatické korekce. Zpracování ocelových plechů s pevností max. 400 MPa do tloušťky 2 mm, hliníkových slitin do tl. 3 mm a zušlechťených ocelí do tl. 1,5mm.

Mimo jiné umožňuje:

- zpracování materiálu s vysokou kvalitou povrchu (leštěné nebo broušené polotovary)
- automatickou výměnu nástroje
- automatické založení polotovaru z palety skladového systému prostřednictvím robota, včetně kontroly uchopení více polotovarů a systému odlistování.

Technické parametry:

- | | |
|---|----------------------------|
| • max. délka plechu | 2160 mm |
| • max. šířka plechu | 1500 mm |
| • max. výška čtyřstěnné krabice | 203 mm |
| • přesnost ohybu | +/- 0,4° |
| • hlučnost stroje při chodu na prázdno | 70 dBA |
| • hlučnost stroje při zakládání plechu | 85 dBA (impuls max 3 sec.) |
| • hlučnost stroje při plném výkonu | 77 dBA |
| • průměrná spotřeba el. energie při plném provozu | 18 kWh |
| • spotřeba tlakového vzduchu | 250NI/min |



Obr. 6. Layout výrobní buňky .

Nástrojový systém RAS:

Jedná se o variabilní systém s jednoduchou konstrukcí nástrojů a jejich upínáním.

- min. vnitřní poloměr ohybu 1,25×tloušťka plechu
- min. vnitřní výška ohybu 6× tloušťka plechu
- minimální nároky na údržbu
- výměna nástrojů je velmi rychlá, tudíž dochází k minimálním časovým ztrátám během výměny nástroje
- polotovar může být ohnut na obě strany, aniž by bylo nutné polotovar otočit
- nástrojový systém umožňuje tvorbu uzavřených profilů, vnitřně přesazené ohyby, ohyby ve výřezích i kosoúhlé ohýbání.



Obr. 7. Ohýbací centrum RAS Multibend 79.22-2 s manipulačními roboty KUKA



Obr. 8. Zakládání polotovaru prostřednictvím šestiosého robotu KUKA

Obě instalovaná ohýbací centra jsou napojena na centrální automatický sklad. Jedno instalované ohýbací centru je instalováno v základní konfiguraci (první část realizace projektu) a druhé je uspořádáno v součinnosti se dvěma šestiosými manipulačními roboty KUKA, které zajišťují bezobslužnou manipulaci se vstupními polotovary a výstupními výrobky. Na vykládací straně ohýbacího centra je instalován paletový dopravník pro paletizaci hotových dílů prostřednictvím vykládacího robota.

Paletizační dopravník umožňuje zavedení dvou typů manipulačních prostředků:

- paleta 1200×1000 mm
- box 1200×1000 mm

Odkládací robot odkládá vždy ze strany 1200 mm. Tato strana v případě boxu musí být vždy volná. Paletový systém umožňuje buffer o velikosti 12 palet nebo boxů. Aktuální požadavek na výrobní dávku ohýbacího centra RAS je přečten scannerem z identifikačního štítku palety nebo boxu.



Obr. 9. Integrace ohýbacího centra do výrobního systému



Obr. 10. Prostor vykládání a paletizace v pracovní zóně ohýbacího centra

4. Závěr

V současné době je prezentovaný automatizovaný výrobní systém v již téměř ročním bezproblémovém provozu. Bez nadsázky je možno konstatovat, že v době probíhající průmyslové recese systém jeho provozovateli zajistil podstatou konkurenční výhodu a významnou měrou tak podpořil další úspěšné působení na světových trzích. Vývoj tohoto systému však nekončí a již probíhají další jednání a projekty pro jeho rozšíření zejména s ohledem na automatizované napojení k dalším výrobním operacím, jako jsou například svařování, nanášení těsnících hmot, lepení skel a povrchové úpravy.

Celý tento projekt je jistě důkazem úspěšné spolupráce mezi Ústavem výrobních strojů a zařízení Ú12135 a firmou TRITÓN Pardubice, spol. s r.o.



Obr. 11. Označení systému.

Seznam použité literatury

- [1] TALÁČKO J.: Automatizace výrobních zařízení, Vydavatelství ČVUT, Praha 2000
- [2] DRAŽAN F., JEŘÁBEK K.: Manipulace s materiálem, Nakladatelství technické literatury SNTL, Praha 1979
- [3] POLÁK, J., SLÍVA, A.: Dopravní a manipulační zařízení III., VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2005, ISBN 80-248-0963-X
- [4] POLÁK, J.: Dopravní a manipulační zařízení II., VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2003, ISBN 80-248-0493-X
- [5] DRAŽAN, F., VOŠTOVÁ, V., JEŘÁBEK, K., BRAND, M.: Teorie a stavba dopravníků, Vykladatelství ČVUT, Praha 1983
- [6] Hebezeuge und Fördermittel, VEB Verlag Technik, Berlin 1961
- [7] CVEKL, Z., DRAŽAN, F.: Teoretické základy transportních zařízení, SNTL, Praha 1976
- [8] SKŘIVAN, L. – ŠEFRNA, V.: Manipulační systém pro laserové a děrovací pracoviště, NOVUS SCIENTIA 2007, ÚVZ Hermany, ISBN: 978-80-8073-922-5
- [9] SKŘIVAN, L. – ŠEFRNA, V.: Ideological proposal possibilities of automated workplaces for semi-products of sheet panel processing, ERIN 2007, Vydavatel'stvo STU, Bratislava, ISBN 978-80-227-2636-8
- [10] SKŘIVAN, L. – ŠEFRNA, V.: Využití vibrační dopravy u strojů pro termické dělení materiálů, In: ERIN 2008. Bratislava: Slovak University of Technology, 2008, s. 12-16. ISBN 978-80-227-2849-2.
- [11] SKŘIVAN, L. – ŠEFRNA, V.: Automatisches Lagersystem für die Formatbleche, In: Technológia 2009 [CD-ROM]. Bratislava: Strojnícka fakulta STU v Bratislave, 2009, ISBN 978-80-227-3135-5.