



ZEFEKTÍVNENIE PARAMETROV LINKY POVRCHOVÝCH ÚPRAV ZA POMOCI SOFTVÉROVÉHO MODULU TECNOMATIX PLANT SIMULATION

IMPROVING THE EFFICIENCY PARAMETERS AT THE LINE SURFACE TREATMENT USING THE TECNOMATIX PLANT SIMULATION SOFTWARE MODULE

Peter TREBUŇA- Marek KLIMENT – Miriam PEKARČÍKOVÁ

Abstract: Machining of parts according to drawings is often their production not ending. Functionality of parts often requires that their surface be properly treated. The paper deals with improving the efficiency of the line for surface finishing. The analysis of the current state of the line, as well as a proposal to improve its parameters, has been processed with simulation.

Abstrakt: Opracovaním súčiastok, podľa výkresovej dokumentácie sa často ich výroba nekončí. Funkčnosť dielov si často vyžaduje, aby bol ich povrch správne opracovaný. Príspevok sa zaoberá zefektívnením linky na povrchové úpravy súčiastok. Za pomoci simulácie bola spracovaná analýza doterajšieho stavu linky a taktiež návrh na zlepšenie jej parametrov.

Keywords: Surface treatment, efficiency, simulation

Kľúčové slová: Povrchová úprava, efektívnosť, simulácia

Úvod

Povrchová úprava komponentov akejkoľvek výroby je bežnou požiadavkou väčšiny výrobcov, odberateľov ako aj spotrebiteľov. Komponenty vyrábané v strojárskom priemysle sa povrchovo upravujú jednak podľa požiadaviek zákazníkov, kvôli vzhľadu a vizuálnemu efektu, najčastejšie však povrchová úprava slúži pre ďalší funkčný účel daného dielu. V súčasnej dobe sa mnohé spoločnosti v odvetví strojárkej výroby špecializujú na jednotlivé povrchové úpravy a finálnym produktom ich výroby je služba spojená s požadovanou povrchovou úpravou. Jednou s takýchto spoločností, ktoré pôsobia v strojárskom priemysle nie len v oblasti výroby, ale aj povrchovej úpravy je spoločnosť Halmat s.r.o., ktorá sa zaoberá trieskovým obrábaním na klasických ako aj CNC obrábacích centrách. Postupným rastom a rozširovaním výrobných možností sa spoločnosť začala zaoberať aj povrchovými úpravami súčiastok. Vo veľkej väčšine svojpomocným spôsobom vybudovala linku pre alkalické čistenie (Obr. 1) a zinkofosfátovanie súčiastok, ako svojich dielov tak aj ako službu pre svojich zákazníkov, ktorý takéto povrchové úpravy požadujú. Cieľom výstavby linky bolo navýšenie povedomia o výrobných možnostiach spoločnosti a efektívnejšie využitie ľudských zdrojov v spoločnosti. Povrchové úpravy sa stali pridruženou výrobou spoločnosti.



Obr. 1 Súčiastky po alkalickom čírení

Popis a charakteristika linky povrchových úprav

Ako už bolo spomenuté, linka vznikla z veľkej časti svojpomocne v rámci výrobných možností spoločnosti a aj jej kapacity neboli plánované na veľmi veľké objemy spracovania, avšak rozmerové možnosti vaní ponúkajú pomerne širokospektrálne využitie. Potenciál povrchových úprav neustále narastá a požiadavky zákazníkov s ním. Je preto nevyhnutné sa zaoberať efektívnosťou linky a v prípade potreby aj jej kapacitou pre spracovanie dielov. Jednou z požiadaviek zákazníkov je expresná a časovo presne nastavená povrchová úprava, tzv. čírenie just in time. V praxi to znamená, že si zákazník dohodne čas, kedy dodá svoje súčiastky a požaduje vedieť čas, kedy budú tieto súčiastky hotové, v prípade menšej výrobnéj dávky, čakaciu dobu na uskutočnenie povrchovej úpravy svojich dielov. Čas spracovania súčiastok pri povrchových úpravách je závislý od objemu výrobnéj dávky a od charakteru súčiastok. Z tohto pohľadu, je nevyhnutné, aby bola flexibilita linky na čo najvyššej úrovni. Aj z tohto dôvodu došlo k analýze linky pomocou simulačného softvéru Plant Simulation a prehodnoteniu jej možných úprav, aby sa zefektívnila plynulosť a rýchlosť výrobného procesu. Rýchlosť výrobného procesu, však nie je možné navýšiť skrátením výrobných operácií.

Tab. 1 Technologický postup alkalického čírenia

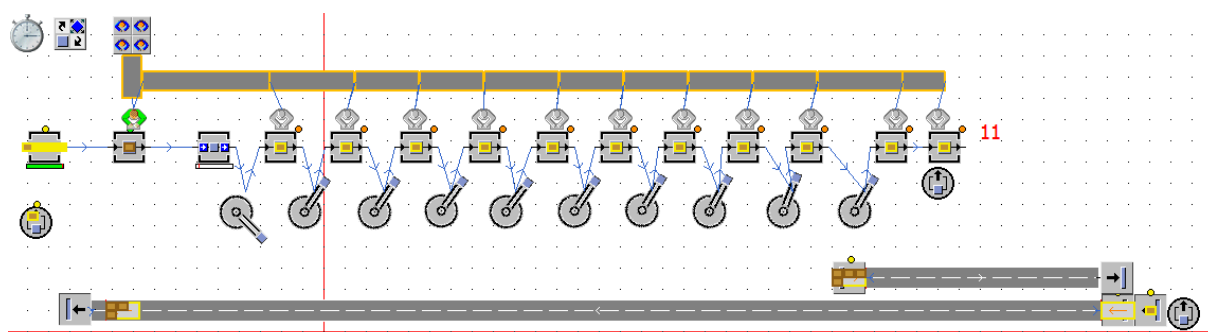
Poradie vaní	Teplota	Čas	Popis výroby
			Prijatie vstupného materiálu a následne sa dopraví závesným vozíkom a zavesia sa na kladkostroj
Vaňa č. 1	55-99°C	1-6 min.	Odmastenie súčiastok
Vaňa č. 2	Templ. okolía	30 sek.	Oplach súčiastok po odmastení
Vaňa č. 3	15-30°C	5-15 min.	Morenie – roztok 15% HCl, čas je závislý od charakteru dielov
Vaňa č. 4	Templ. okolía	30 sek.	Oplach po morení č.1
Vaňa č. 5	Templ. okolía	30 sek.	Oplach po morení č.2 – slúži na dôkladnejšie očistenie súčiastok pred brúrovaním
Vaňa č. 6	60-70°C	3-5 min	Predohrev a ekonomický oplach
Vaňa č. 7	135-142°C	12-20 min	Brúrovanie (čírenie) čas a teplota je závislá od charakteru a zloženia materiálu dielov
Vaňa č. 8	Templ. okolía	30 s.	Oplach po čírení č.1
Vaňa č. 9	Templ. okolía	30 s.	Oplach po čírení č.2 – oplach je obohacovaný tlakom vzduchu, pre dôkladný oplach od zvyškov čírenia
			Výrobky sa vysušia a následne sa ošetrí konzervačným olejom. Nasleduje balenie a odovzdanie hotového výrobku zákazníkom.



Čas výrobných úkonov je pomerne presne definovaný a jeho nedodržanie by malo za následok zníženie kvality povrchovej, v negatívnejšom prípade by bolo potrebné celý proces opakovať, aby bola kvalita povrchovej úpravy na požadovanej úrovni. Zvýšenie efektívnosti povrchových úprav linky je nevyhnutné riešiť iným spôsobom ako zásahom do samotných operácií. Spoločnosť ponúka okrem alkalického čistenia aj povrchovú úpravu zinočnaté fosfátovanie. Súčasné možnosti a kapacita linky neumožňuje robiť obidve povrchové úpravy súčasne. V praxi to funguje tak, že sa vykonáva buď alkalické čistenie, alebo zinočnaté fosfátovanie.

Pre zhodnotenie parametrov linky povrchových úprav bola vypracovaná simulácia postupu výrobného procesu alkalického čistenia, tak ako prebieha na linke v súčasnom stave (Obr.2). Sled operácií alkalického čistenia je popísaný v Tab. 1

Na Obr.2 je simulácia výrobného procesu alkalického čistenia na linke v súčasnom stave, kedy je linka schopná v priebehu jednej výrobnej zmeny pri zohľadnení priemerných parametrov materiálu a časov potrebných na ich povrchovú úpravu schopná spracovať 11 závesov s materiálom.



Obr. 2 Simulácia linky v pôvodnom stave

V slede výrobného procesu je nevyhnutné použitie portálového žeriavu, pomocou ktorého sa prekladajú jednotlivé závesy s materiálom medzi jednotlivými vaňami s potrebnými roztokmi. Tento žeriav pozostáva z dvoch kozových stojanov a jedného nosníka, po ktorom sa pohybuje jeden diaľkovo ovládaný reťazový kladkostroj s nosnosťou do 500 kg (Obr. 3).



Obr. 3 Portálový žeriav na linku povrchových úprav



Tento žeriav je schopný počas svojej činnosti zastrešovať len jeden výrobný proces povrchových úprav. Spoločnosť ponúka možnosť dvoch povrchových úprav. Nie je možné robiť naraz aj proces alkalického čistenia aj zinočnatého fosfátovania aj napriek tomu, že sú tieto procesy vo veľkej miere podobné, bez toho, aby bol jeden s procesom do istej miery obmedzený. Postup týchto dvoch povrchových úprav je totožný v prípravných fázach spracovania materiálu, tzn. v oboch prípadoch je nevyhnutné materiál zbaviť mastnoty a nečistôt a prípadných zvyškov korózie.

Ďalší postup sa do značnej miery líši, hlavne použitím rozdielnych chemických koncentrátov, ktoré si každá s povrchových úprav vyžaduje. Problémom súbežného spracovania materiálu pri oboch výrobných procesoch, je fakt, že pri použití len jedného kladkostroja, nie je možné plynule posúvať závesy v oboch výrobných postupoch. Vždy sa musí jeden z nich uprednostniť, čo v končnom dôsledku znamená malú konečnú efektívnosť oboch povrchových úprav.

Návrh optimalizácie linky povrchových úprav

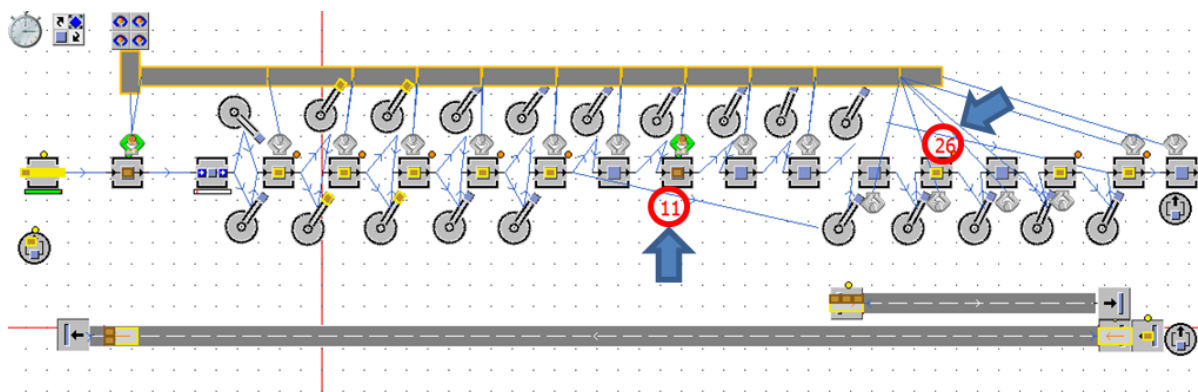
Pokiaľ chceme splniť požiadavku fungovania súbežného spracovania materiálu pre obidve povrchové úpravy, je nevyhnutné sa zaoberať, buď zmenami vo výrobných procesoch a postupoch povrchových úprav, alebo zmenami parametrov alebo schopností linky.

Zmeny v postupoch povrchových úprav nie sú vo veľkej miere možné, každý jednotlivý chemický proces odohrávajúci sa počas povrchových úprav má pomerne presne stanovený čas potrebný na dosiahnutie požadovaného, či už čiastkového, alebo celkového efektu v danej povrchovej úprave. V prípade, že by existovala možnosť použitia efektívnejších chemických koncentrátov, bola by aj táto varianta optimalizácie procesu možná. Pre udržanie potrebnej kvality týchto povrchových úprav nie je však možné chemické látky meniť. Preto je potrebné sa zamerať na zmenu parametrov a schopností linky a analyzovať, v ktorej jej časti sa dajú vykonať možné zlepšenia. Simuláciou sme preverili možnosť upraviť dopravné cesty vo výrobnom procese. Navrhli sme prídanie ďalšej konzoly na žeriav a tým pádom aj druhého kladkostroja.

Výrobný proces sa nastavil tak, že jeden kladkostroj obsluhoval alkalické čistenie a druhý zinočnaté fosfátovanie. Treba upresniť, že pomer požiadaviek na alkalické čistenie a fosfátovanie je zhruba 70:30. Taktiež časová a chemická náročnosť jednotlivých procesov je rozdielna. Hlavná operácia alkalického čistenia trvá 20 minút, aby sa dosiahla požadovaná kvalita povrchu. Pri zinočnatom fosfátovaní je čas hlavnej operácie závislý na požadovanej vrstve naneseného fosfátu, priemerne to však nepresahuje čas 5 minút. Pokiaľ nie je špeciálna požiadavka zákazníka, tak sa súčiastky ošetrené zinočnatým fosfátovaním, po procese sušenia priamo balia na expedíciu zákazníkom, avšak pri alkalickom čistení, je pre dosiahnutie potrebnej funkčnosti a trvanlivosti povrchovej úpravy nevyhnutný ešte proces konzervovania a následne príde na rad balenie a expedícia. Charakteristické je aj balenie pri jednotlivých povrchových úpravách. Čistené súčiastky je nevyhnutné baliť takým spôsobom, aby pri manipulácii a ich preprave nedošlo k ich vzájomnému oteru, mohlo by dôjsť k poškodeniu ošetreného povrchu a následne k zrýchlenej korózii. Pri väčších súčiastkach sa každá z nich



balí jednotlivo. Pri zinočnatom fosfátovaní nie je až také dôležité súčiastky baliť jednotlivo a dbať aby nedošlo k ich vzájomnému styku pri manipulácii. Tento proces je zväčša prípravou na ďalšiu povrchovú úpravu, či už farbením, alebo iným ďalším ošetrením. Zinočnaté fosfátovanie je veľmi zriedkavou finálnou úpravou súčiastok.



Obr. 4 Simulačný návrh zlepšenia parametrov linky za pomoci aplikácie druhého kladkostroja

V simulácii (Obr.4) boli zohľadnené všetky osobitosti a vlastnosti oboch povrchových úprav. Nastavili sme počítadla hotových závesov, ktoré boli spracované v každom výrobnom procese. Vzhľadom na menšiu časovú náročnosť zinočnatého fosfátovania môžeme vidieť, že pri optimálnom chode linky s dvoma kladkostrojmi, je linka schopná vyrobiť okrem pôvodných 11 závesov alkalického čiernenia, ešte ďalších 26 závesov súčiastok ošetrených za pomoci zinočnatého fosfátovania. Nevýhodou procesu zinočnatého fosfátovania je pomerne veľká náročnosť a krátkodobá životnosť aktivátorového roztoku, ktorý je nevyhnutné pri vyťažení počas celej výrobnej zmeny analyzovať a sledovať jeho kvalitu. V prípade kvalitatívnych odchýlok je potrebné ho priebežne dopĺňať, alebo vymieňať, čo je pomerne náročné na čas a laboratórne vybavenie na vykonávanie potrebných chemických analýz. Pri tomto návrhu je potrebné rátať aj so zamestnaním ďalšieho pracovníka pre obsluhu nového kladkostroja a taktiež so zriadením chemického laboratória na vyhodnocovanie kvality aktivátora. Taktiež je nevyhnutné sa zaoberať systémom označovania závesov so súčiastkami, aby v súbežnom výrobnom procese nedošlo k zámene závesov, pre jednotlivé povrchové úpravy. Taktiež je potrebné sa zaoberať logistickým systémom pri príprave závesov a tiež pri finálnom balení súčiastok, aby nedochádzalo k ich miešaniu a prípadnej zámene zákazníkov, nakoľko linka spracováva viacero zákaziek často od rôznych zákazníkov počas jednej výrobnej zmeny.

Záver

V dnešnej dobe pri úvahách o zlepšení efektívnosti, alebo funkčnosti výrobných liniek a zariadení, alebo pri zmenách na celých výrobných halách nemusia spoločnosti robiť zložité a zdĺhavé výpočty a produktivite a návratnosti prípadnej investície do zlepšenia technológie. Návrhy je možno pomerne jednoduchým spôsobom analyzovať za pomoci simulačných softvérov, ktoré nám po nastavení niekoľkých známych parametrov poskytnú mnohé informácie o tom, ako môže výroba po aplikácii zmeny vyzeráť. Je možné zaznamenávať rôzne počítadla jednotlivých zariadení, zobraziť si grafické a štatistické údaje a ďalšie



potrebné informácie, ktoré napomáhajú manažmentu spoločností k prijatiu správnych rozhodnutí v oblasti inovácii a investícií do zásahov vo výrobných procesov. Týmto spôsobom sa v súčasnosti šetrí čas a financie pri modernizácii a zlepšovaní výroby.

Pod'akovanie

Príspevok bol pripravený v rámci riešenia projektu APVV-17-0258 Aplikácia prvkov digitálneho inžinierstva pri inovácii a optimalizácii produkčných tokov.

Použitá literatúra

- [1] EDL, M., LERHER, T., ROSI, B.: Energy efficiency model for the mini-load automated storage and retrieval systems. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2013, č. 2013, s. 1-19. ISSN: 0268-3768
- [2] KLOS, S.: Metodyka Poprawy Efektywności Wdrożenia Systemu ERP W Obszarze Gospodarki Materiałowej W: *Inżynieria Produkcji: Technologia, Informacja, Zastosowania*, pp. 101-112., Zielona Góra: Oficyna Wydaw. Uniwersytetu Zielonogórskiego, 2007
- [3] LACIAK, M., SOFRANKO, M.: Designing of the technological line in the SCADA system PROMOTIC, *Proceedings of the 2013 14th International Carpathian Control Conference, ICC 2013*, Article number 6560538, Pages 202-207
- [4] MADŽÍK, P., ČARNOGURSKÝ, K., DIAČIKOVÁ, A.: Consumer feedback - how relevant is it for quality improvement? In: *Marketing Identity: Digital Life - part II.: Conference Proceedings from International Scientific Conference 10th - 11th November 2015*, Congress Hall of the Slovak Academy of Sciences, Smolenice, Slovak Republic, 1. vyd. - Trnava: Faculty of Mass Media Communication, University of Ss. Cyril and Methodius in Trnava, 2015. p. 148-159.
- [5] POÓR, P., KUČTOVÁ, N., & ŠIMON, M.: Machinery Maintenance as Part of Facility Management. *Procedia Engineering*, 69, 2015, doi: 10.1016/j.proeng.2014.03.119
- [6] ROSOVA, A., MALINDZAKOVA, M.: Material flow - starting point for recovery of inputs in the production company, *Začiatok formulára International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM Volume 3, Issue 5, 2014, 14th International Multidisciplinary Scientific Geoconference and EXPO, SGEM 2014; Albena; Bulgaria*
- [7] STRAKA, M., LENORT, R., KHOURI, S., FELIKS, J.: Design of large-scale logistics systems using computer simulation hierarchic structure, *International Journal of Simulation Modelling*, Vol. 17, No. 1, pp. 105-118, 2018
- [8] STRAKA, M., KHAORI, S., ROSOVA, A., CAGANOVA, D., CULKOVA, K.: Utilization of computer simulation for waste separation design as a logistics system, *International Journal of Simulation Modelling*, Vol. 17, No. 4, pp. 583-596, 2018

Contact address

prof. Ing. Peter Trebuňa, PhD., Ing. Marek Kliment, PhD., Ing. Miriam Pekarčíková, PhD.
Technical University of Kosice, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Management,
Industrial and Digital Engineering, Park Komenského 9, 042 00 Kosice, Slovakia
e-mail: peter.trebuna@tuke.sk, marek.kliment@tuke.sk, miriam.pekarcikova@tuke.sk,