

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Návrh a realizace úpravy výrobního procesu výroby vstřikovaného plastového krytu elektroměru
Jméno autora:	Jan Příbyl (501396)
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta strojní (FS)
Katedra/ústav:	Ústav přístrojové a řídicí techniky
Oponent práce:	Ing. Petr Denk, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Ústav přístrojové a řídicí techniky

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	lehčí
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání hodnotím jako lehčí, neboť bylo zadáno naprosto volně bez definování konkrétního způsobu dosažení cíle (způsob úpravy výrobního procesu, přesný cíl úpravy výrobního procesu aj.), i bez konkrétní metodiky hodnocení zlepšení výrobního procesu.	

Splnění zadání	splněno s většími výhradami
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Student se v rámci řešení BP věnoval úpravě výrobního procesu výroby konkrétního výrobku v rámci velmi volného zadání. Sám si zvolil metodiku úpravy procesu, nicméně zadaná analýza možností úpravy původního výrobního procesu i řešerše podobných výrobních procesů byla nedostatečná nebo chybí úplně (nebyla uvedena například časová souslednost jednotlivých výrobních operací v původním technologickém postupu, řešerše podobných výrobních procesů nebyla provedena prakticky vůbec apod.).	
V praktické části je navrženo postupně několik řešení založených na výrazně odlišném principu fungování (upínání). Avšak není nijak diskutována problematika dosažitelné vlastní opakovatelnosti pohybu robotického ramena nebo vlastního upínacího prvku matic (zejména byl-li konkrétní typ robota i upínače dán) a vše je uváděno formou, že „robot má vůli“. Alespoň hrubá analýza teplotního ovlivnění opakovatelnosti pohybu celé soustavy, a z toho plynoucí umístění robotického ramena a podavače matic, zcela chybí. Není též diskutována bezpečnost vlastního procesu manipulace s robotickým ramenem jednak vůči vlastnímu vstřikovacímu lisu a formě, ale zejména vůči lidské obsluze daného zařízení (zakrytování, bezpečnostní prostor aj.). Tuhost robotického ramena vůči jeho okamžité poloze nebyla taktéž ani zevrubně diskutována.	

Zvolený postup řešení	částečně vhodný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Autor BP zvolil jeden konkrétní způsob/postup řešení dané problematiky bez ohledu na předchozí analýzu všech dostupných možností, resp. odvolává se na konzultaci s vedením firmy bez bližší specifikace. V návaznosti na toto tak nebylo také možné nijak kvantifikovat a hodnotit, která z možných úprav přinese jaké zlepšení výrobního procesu a jak se to projeví v oblasti ekonomické či časové při zvolené sériovosti (vůči které bylo provedeno nějaké dílčí hodnocení v závěrečných částech BP).	
Při návrhu finálního řešení student vynechává problematiku společného řízení celého výrobního procesu, zejména kontrolních mechanismů ukončení jednotlivých procesů nebo kontrolní postupy, zda je manipulovaný prvek ustaven v řádné poloze (není provedena kontrola, zda je matice vůbec ve formě nebo nikoli, není prováděna kontrola před spuštěním vstřikovacího procesu, zda robot a navázaný efektor zcela opustil formu atp.). Zevrubné schéma na obrázku 6 na tento popis nestačí.	

Odborná úroveň

D - uspokojivě

Posudte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Již ze zadání je patrné, že je třeba v první fázi udělat analýzu současného výrobního procesu, dále je třeba udělat rešerši jiných řešení podobného problému, a až na základě těchto informací navrhnout více možností zlepšení daného výrobního procesu. Přínos každého navrženého řešení je třeba dále vyhodnotit, porovnat s ostatními a zcela zřetelně a na základě uváděných podkladů vybrat finální řešení a jeho parametry.

Jelikož však nebyla první zmíněná dvojice kroků řádně provedena, nebylo možné řádně navrhnout a vyhodnotit návrhy zlepšení. Student proto zvolil nějaké řešení, které nebylo řádně podloženo analýzou vhodnosti a výhod. Zároveň v BP nikde není definován samotný výrobek - kryt (pro který se vytváří výrobní proces) například formou výrobního výkresu s tolerancemi nebo zjednodušeného výrobního výkresu s vyznačením rozměrů a tolerancí základních diskutovaných prvků (např. i s ohledem na tepelnou dilataci formy, budoucího výrobku atd.). Taktéž nikde v celém písemném vypracování BP není uveden výrobní výkres s tolerancemi zmiňované matice, se kterou má manipulátor či zásobník různým způsobem manipulovat.

Dle výstupu praktické části bylo sice dosaženo nějakého řešení, avšak metodika k jeho nalezení byla použita více empirická a intuitivní, nikoli na základě inženýrských postupů (viz např. „první přípravek“ z kap. 3.2 a následná druhá verze z kap. 3.3, která byla principiálně naprosto odlišná).

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce

C - dobře

Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku.

Z hlediska jazykového je předkládaná práce na dobré úrovni, nicméně je třeba se vyvarovat výrazů typu „derou“ (str. 14) v uváděných souvislostech. Dále je třeba používat zavedených technických pojmů, fyzikálních veličin a jednotek jim příslušejících a běžně používaných. V případě terminologie například „...požadována je tedy pevnost, aby se přípravek jako celek nekroutil...“ (str. 23), „30 centimetrů“ (str. 21) aj.

Přikládané obrázky často nemají žádnou vypovídací hodnotu nebo nejsou řádně čitelné/komentované. Například obrázek 8 „Frézování uchopovacích konců“ neukazuje nic, co by nějak úzce souviselo s řešenou tematikou, ale obrázky/schéματα věnované samotné funkci uchopovače nebo schéma řídicí smyčky chybí nebo jsou nahrazené příliš zjednodušenými schémata (např. obr. 6). Některé obrázky bez popisu jednotlivých zobrazených částí pak nemají žádnou vypovídací hodnotu (například obr. 10).

Příložená výrobní dokumentace taktéž vykazuje větší množství různých formálních chyb (špatně předepsané polotovary, chybějící vazby výrobních výkresů na sestavu aj.). Některé výrobní tolerance dvou vzájemně souvisejících součástí v sestavě také nejsou vždy korektně uvedené, případně některé tvarové prvky se specifickou funkcí jsou špatně kótované (zahlobení pro zápuštěné šrouby).

Výběr zdrojů, korektnost citací

D - uspokojivě

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posudte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Při výběru literatury autor vycházel zejména z katalogů dodavatelů různých komponent, což v teoretické části není příliš vhodné. Některé silně uváděné skutečnosti však nejsou citovány vůbec (např. str. 13 „...při takovém typu výroby získává materiál nejlepší mechanické vlastnosti ...“). V seznamu literatury jsou formální chyby typu špatně uvedeného ISBN nebo označení vydání.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

Hlavním předkládaným výsledkem práce mělo být zefektivnění výrobního procesu výroby krytu elektroměru. Dle předložené BP ovšem bylo reálně provedena úprava výrobního procesu zcela jiného dílu, i když z objektivního důvodu. Výsledky byly

proto diskutovány pro tento odlišný díl, avšak jakákoli analýza ekvivalentnosti použitých výrobních technologií, a tedy možnost zobecnění uvedeného výsledku na jiné výrobky však řádně diskutována není.

Samotná bakalářská práce pak neobsahuje ucelený přehled zvolených hodnotících kritérií přínosu úpravy původního výrobního procesu ani jejich vzájemné kvantifikace. V hodnocení přínosu práce (kap. 4) je nějakým způsobem provedeno porovnání, kolik bylo vyrobeno součástí původním postupem a inovovaným (za směnu), nicméně některá čísla bez uvedení odůvodnění jsou zavádějící. Například číslo zmetkovitosti není podpořeno komentářem, o jakou vadu výrobku šlo (tj. zda vůbec souvisí s prováděnou změnou výrobního procesu nebo nikoli), a tedy zda je vůbec relevantní tento zmetkový výrobek zahrnout do celkové statistiky. Dále v hodnocení nebyla provedena jakákoli (i zjednodušená) ekonomická úvaha porovnání ceny práce robota vs. lidské obsluhy, a to zejména pro zmiňované menší a střední série výrobků. V závěru se sice uvádí, že firma tuto úvahu nerealizovala, ale vzhledem k zadání BP by taková rozvaha (i když velmi hrubá) měla být zahrnuta (i proto, že je možnost zakládací přípravy stavebnicově modifikovat a tím snižovat celkovou cenu provedeného opatření).

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Zejména absence širšího rozboru možností úpravy výrobního procesu a na to navazující případná rešerše různých konstrukcí znemožnila využití volného zadání v celé jeho šíři, a je tak základní a výraznou slabinou předkládané BP. Zároveň forma prezentace procesu návrhu, hodnocení výsledků i výrobní dokumentace vykazuje nedostatky. Nicméně praktické zkušenosti při výrobě a zkušebním provozu přípravku budou pro studenta neocenitelnou zkušeností pro jeho budoucí práci, a jsou tedy naopak hlavním přínosem předkládané BP, avšak jejich další využití mimo jmenovanou firmu není příliš možné. Z těchto uvedených důvodů hodnotím předloženou závěrečnou práci klasifikačním stupněm **E - dostatečně**.

Zároveň přikládám otázky k obhajobě předložené BP týkající se zejména záležitostí, které v teoretické části nejsou zohledněny nebo jen velmi zjednodušeně.

Otázky:

- 1) Jak proběhla kalibrace pohybu robotického ramena vůči tělesu formy ve vstřikolisu (uvedte kalibrační postup a kalibrační algoritmus nastavení robotického ramena)? Byla tato kalibrace kontrolována i v průběhu vlastního výrobního procesu například po určeném množství vyrobených součástí?
- 2) Uvedte výkres a tolerance (rozměrové + geometrické) matice zakládané do formy a pro dané výrobní tolerance míst na matici určených k uchopení stanovte nejistotu umístění matic v prostoru stanice pro odebírání matic, resp. nutný rozptyl velikosti pohybu kleští uchopovacího prvku z obr. 7.
- 3) Uvedte např. formou vývojového diagramu návrh společného řízení celé výrobní linky (podavač, robotické rameno, vstřikolis...) a uvedte také způsoby a zařazení do kaskády kontrolních mechanismů celé soustavy (kontrola nabrání matice, kontrola nepřítomnosti robotického ramena před uzavřením formy apod.).
- 4) Dle výkresové dokumentace jste ve finálním přípravku zvolil 2 pneumatické motory. Jakým způsobem bylo určeno, že mají být právě dva, jakým způsobem bylo určeno, že mají být právě v této poloze vůči sestavě vyhazovačů a jakým způsobem je řízena synchronizace jejich vzájemných pohybů?
- 5) Přípravek zvaný „Odběrová stanice“ je dle popisu proveden jako deska posouvaná pneumatickým motorem. Z popisu na str. 33 plyne, že se deska bude přesouvat s maticemi umístěnými v mělkých otvorech. Jak byl navržen průběh rychlosti (zrychlení) této posuvné desky a jak bude tento pohyb řízen pneumatickým aktuátorem, aby nedošlo k vypadnutí matice z mělkého otvoru při pohybu?

Datum: 12.8.2024

Podpis: Ing. Petr Denk, Ph.D.