



Oponentní posudek disertační práce

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta strojní

Student DSP: Ing. Martin Volejníček

Název disertační práce: Výzkum a vývoj konstrukčních řešení velkých klikových lisů

Studijní program DSP: P2301 Strojní inženýrství

Studijní obor: Stavba strojů a zařízení

Školitel: doc.Ing. Milan Čechura, CSc.

Oponent: Ing. Milan Jirásko
Wepuko Pahnke, s.r.o.
Lobezská 3149/72, Lobzy
326 00 Plzeň

Obsah práce

Předložená práce je i vzhledem k dané problematice poměrně rozsáhlá, má 85 stran vlastního textu rozděleného do 15 kapitol a výkresovou přílohu se 7 výkresy sestav s kusovníky.

Textová část je doplněna ilustračními fotografiemi, grafy a obrazovými výsledky FEM simulací řešených problematik, což dává práci vyšší přehlednost a usnadňuje pohledy na řešený úkoly. Pomocí FEM simulace lze popsat chování stroje při různých zatěžovacích stavech a je možno výsledky poměrně jednoduše porovnávat. Současně umožňuje provést i optimalizační zásahy do návrhů.

V kapitolách 2 a 3 je proveden stručný úvod historií oboru tváření materiálů a jsou vysvětleny jednotlivé metody tváření.

Kapitola 4 provádí průzkum současného stavu na trhu velkých klikových lisů se stručnými charakteristikami hlavních hráčů tohoto segmentu výrobních strojů.

Kapitola 5 sumarizuje poznatky získané průzkumem současného stavu trhu se stroji a technologickými požadavky kladenými na stroje budoucími zákazníky.

Následně v kapitole 6 je stanovena hranice velkých kovací lisů na tvářecí sílu 25 MN a větší. Je provedena analýza technických parametrů lisů o tvářecích silách 40 až 80 MN od 8 světových výrobců a je proveden rozbor použitých řešení jednotlivých výrobců lisů.

Kapitola 7 se zabývá rozбором a výzkumem hlavního pohonného uzlu klikových kovací lisů, tj. vlastním klikovým mechanismem, jejich variantami a jejich výhodami/nevýhodami. Na základě provedeného rozboru je zvolen pro provedení moderní koncepce pohonu kovacího lisu kulisový mechanismus.

Za velice významné považuji kapitoly 8 až 11, ve kterých je provedena poměrně detailní analýza jednotlivých hlavních komponent velkého klikového lisu včetně virtuální modelace jejich chování pod pracovní zátěží.

Analýza pohonů lisů, provedená v kapitole 12 poskytuje ucelený pohled jak na energetickou bilanci procesu kování, tak i jednotlivých metod jejich naplnění čili použitelných variant pohonů. Výsledkem je volba nového systému pohonu lisu s vyšší energetickou účinností, který je chráněn užitečným vzorem CZ 33 610 U1.

V kapitole 13 jsou na základě provedených analýz zvoleny nejvýhodnější varianty řešení jednotlivých uzlů lisu, byly stanoveny základní parametry lisu se jmenovitou tvářecí silou 80 MN. Popis základních konstrukčních parametrů a charakteristik jednotlivých skupin sestavy lisu je velice přehledně uveden v tabulce.

Kapitola 14 pak detailně popisuje konstrukční návrhy skupin spolu s obrázky virtuálního modelu lisu, které názorně zobrazují dané řešení. Na závěr kapitoly jsou v tabulce shrnuty technické parametry nově navrženého kovacího lisu s označením LKMK 8000.

Přínosy disertační práce jsou shrnuty v kapitole 15.

Aktuálnost tématu

Téma disertační práce bylo zvoleno správně, protože současný stav průmyslu se v současné době ubírá směrem k dosažení maximální efektivity a kvality výroby, co nejnížší jednotkové spotřebě energie na produkci za současného snižování investičních nákladů. Práce toto téma plně reflektuje.

Postup řešení

Řešení a uspořádání práce je logické a přehledné. Po všeobecném úvodu do problematiky tváření materiálů přechází k zápusťkovému kování a pak k jednomu z hlavních reprezentantů tvářecích strojů oboru – klikových kovacích lisů. Dále je proveden průzkum současného stavu na trhu a porovnání jednotlivá řešení renomovaných světových výrobců. Po provedeném poměrně náročném rozboru pevnostních charakteristik jednotlivých konstrukčních řešení je zvoleno řešení, které při relativně příznivých investičních nákladech poskytuje největší přínos pro nový lis – nejvyšší tuhost/přesnost a poměrně slušnou energetickou náročnost.

Význam pro rozvoj vědního oboru a praxi

Práce poskytuje hloubkový náhled na konstruování klikových lisů a zejména provedený výzkum jednotlivých součástí lisu a jejich FEM výpočty pod zatížením jsou významným přínosem jednak pro pochopení zatížení lisu v interakcích jednotlivých skupin, tak mohou sloužit i jako vynikající didaktická pomůcka při výuce konstruování tvářecích lisů. (Jenom je škoda, že takto rozsáhlá výzkumná činnost nenašla vzhledem k možnému rozsahu práce více prostoru.)

Dalším přínosem této práce je realizovatelný návrh konstrukčního řešení lisu LKMK 8000, (vytvoření virtuálního modelu a výkresové dokumentace) zcela nového, konkurenčně schopného, velkého kovacího klikového lisu, která může být předkládána potenciálním zákazníkům a teoretická část práce může být využita při detailních technických jednáních, kdy bude deklarovat vysokou odbornou úroveň dodavatele.

Celkem lze konstatovat, že práce je pro výzkum v oboru tvářecích strojů velkým vědeckovýzkumným přínosem.

Formální a jazyková úroveň

Po formální a jazykové stránce mohu hodnotit práci kladně. Kromě několika mála gramatických chyb a nedokončených vět a myšlenek a s svědomím, že je jedná o technickou zprávu, lze práci hodnotit po formální a jazykové stránce jako velmi dobrou.

Práce s informačními zdroji

Práce s informačními zdroji je na velmi dobré úrovni o čemž svědčí provedený výzkum stavu oboru.

Publikační aktivity

Publikační aktivity je možno hodnotit pouze kladně, kde kromě publikací v impaktovaných časopisech byly uplatněny i dva užité vzory.

Poznámky a připomínky

1. Je škoda, že práce nezahrnuje FEM model nově navrženého lisu LKMK 8000, aby bylo možné názorně posoudit reálně dosažené parametry.
2. Lis LKMK 8000 s adaptivním řízením vůlí beranu dle článku 11.4 by měl velkou kompetitivní výhodu.

Na základě uvedeného hodnocení **doporučuji/nedoporučuji** předloženou Disertační práci k obhajobě a za předpokladu kvalitního zodpovězení doplňujících otázek a úspěšné obhajoby udělení studentovi DSP akademický titul

„Philosophiae Doctor (Ph.D.)“

Doplňující otázky:

1. Na straně 21 je uvedeno tvrzení: "... odlévaný stojan bude mít vždy při stejné velikosti nižší hmotnost než stojan svařovaný." Proměnná tloušťka žeber převyší přínos vyšší kvality válcovaných plechů i možnost volby jakostnějších ocelí?
2. Jakým způsobem se řeší přenos dynamických sil do základu? Jsou základové šrouby předepínány? Jak velká je klopná síla na patce lisu od excentrické síly a brzdného momentu?
3. Můžete popsat způsob stavění vedení beranu použitým na lise LKMK 8000 a adaptivní způsob stavění. Případně jaké změny by bylo nutné realizovat na lise LKMK8000?
4. Z jakého důvodu je pružná práce deformace stroje zahrnuta do užitečné energie (viz. str. 68 a 69)? Jak se podílí na tvářecím procesu? Ve stejné kapitole je uvedeno působení gravitační síly jako ztráta. Proč?

V Plzni 18.06.2021


Ing. Milan Jirásko

Doc. Ing. Stanislav Mañas, CSc
Ústav výrobních strojů a zařízení
Fakulta strojní
ČVUT v Praze
Horská 3
128 00 Praha 2

Oponentní posudek doktorské disertační práce

Ing. Martina Volejníčka

VÝZKUM A VÝVOJ KONSTRUKČNÍCH ŘEŠENÍ VELKÝCH KLIKOVÝCH LISŮ

Doktorská disertační práce byla předložena ve vědním oboru „Stavba strojů a zařízení“. Práce má rozsah 88 stran textu, (106 str. i s přílohami) 60 obrázků, 14 tabulek, dále zde autor předkládá řadu náčrtků, schémat a grafů zaměřených ke zpracovávané problematice. Práce je členěna do patnácti stěžejních kapitol. V práci je uvedena anotace (česky a anglicky) a obsah.

V úvodní kapitole jsou především shrnuty důvody, které autora vedly ke zpracování této disertační práce. Jde především o inovace tvářecích strojů, na které je zaměřena stěžejní část práce.

V 1. kapitole jsou uvedeny cíle disertační práce jde především o konstrukci velkých kovacích lisů a jejich významnou skupinu – klikové lisy.

Ve 2. kapitole je uveden historický vývoj tváření a tvářecích strojů.

Další 3. kapitola pojednává o rozdělení tvářecích strojů.

Ve 4. kapitole se autor zabývá stavem tvářecích techniky a to jak v České republice, tak i ve světě.

V 5. kapitole autor představuje jednotlivé typy tvářecích strojů a jejich uplatnění.

6. kapitola je věnována přehledu velkých kovacích lisů našich i světových výrobců.

V 7. kapitole autor předkládá analýzu mechanismů klikového lisu (konstrukce a technická řešení). Jde o

- klasický klikový mechanismus (výstředníková hřídel zleva doprava)
- klasický klikový mechanismus (výstředníková hřídel zepředu dozadu)
- klikový mechanismus se zkrácenou ojnicí
- kulisový mechanismus
- klínový mechanismus

jako perspektivní se jeví pohon pomocí kulisového mechanismu.

V 8. kapitole autor provádí analýzu stojanu. Je provedena

- analýza koncepce stojanu lisu
- stojan velkého klikového lisu
- shrnutí analýzy stojanu velkého lisu.

Následuje 9. kapitola, ve které se autor věnuje analýze vlivu uložení klikové hřídele na vlastnosti stroje. Je zmíněno

- použití třetího podpěrného ložiska výstředníkové hřídele

- vliv třetího podpěrného na příčné posunutí stojanu
 - shrnutí analýzy vlivu uložení výstředníkové na vlastnosti stroje.
- V 10. kapitole je uvedena analýza způsobu přenosu síly. Jde o
- analýzu uložení hlavní hřídele
 - analýzu mechanismu přenosu síly
 - shrnutí analýzy způsobu přenosu síly a doporučení se zaměřením na velké klikové lisu.
- V 11. kapitole je uvedena analýza vedení beranu. Je zmíněna
- virtuální analýza jednotlivých druhů vedení beranu
 - jednoduché a dvojitě vedení beranu
 - shrnutí analýzy vedení beranu
 - stabilizace vůlí ve vedení beranu.
- Ve 12. kapitole se autor věnuje analýze pohonu. Je zmíněna
- analýza energie stroje
 - konvenční setrvačnickový pohon
 - přímý pohon
 - kombinace pohonů
 - shrnutí analýzy pohonu
 - návrh pohonu ke zlepšení účinnosti.
- Ve 13. kapitole je představena praktická aplikace provedených analýz na návrhu konstrukčního řešení velkého klikového lisu.
- Ve 14. kapitole je navržena koncepce velkého klikového lisu
- koncepce stroje – popis skupin: stojan, beran, pohon lisu, předloha, spojka, brzda, blok přestavování, vyvažování beranu, třetí ložisko, mazací systémy, pneumatické systémy, hydraulické systémy
 - parametry stroje.
- V 15. kapitole autor uvádí přínosy disertační práce,
- je představen soubor analýz všech důležitých částí velkého kovacího lisu, na jejichž základě je připravena dokumentace pro prototyp.

Zhodnocení významu disertace pro obor

Předložená disertační práce se zabývá důležitými problémy v konstrukci velkých mechanických tvářecích strojů – klikových kovacích lisů. Výsledkem práce je soubor analýz, z jejichž závěrů byla vytvořena koncepce velkého kovacího klikového lisu LKMK 8000. Vzhledem k mnoha praktickým poznatkům má práce velký význam. Získané výsledky je možno využít nejen při vlastní konstrukci a pro vlastní provoz, ale mají značný didaktický význam. Jsou velmi důležité pro výuku i školení.

Vyjádření k postupu řešení problému, k použitým metodám a ke splnění stanoveného cíle

Lze konstatovat, že postup řešení byl zvolen správně. Cíle, které si disertant stanovil v úvodu práce, byly splněny. Vypracované analýzy nejdůležitějších konstrukčních uzlů jsou pro vlastní konstrukci velmi potřebné.

Stanovisko k výsledkům disertační práce a ke konkrétnímu přínosu disertanta

Výsledky řešení jsou zpracovány přehledně. Lze konstatovat, že disertant použil při řešení analýz všech hlavních uzlů stroje metodu konečných prvků.

Tato skutečnost je při výzkumu a vývoji nových strojů a zařízení velmi významná. Výsledky práce jsou součástí připraveného prototypu již zmíněného velkého kovacího klikového lisu. Pro dosažení kvalitních výsledků, které se co nejvíce přiblíží skutečnosti je dostupnost výkonné výpočetní techniky a to jak z hlediska programového, tak hardwarového vybavení. Zde se tedy nabízí velké možnosti spolupráce vysoké školy respektive Centra výzkumu konstrukce tvářecích strojů s jednotlivými výrobci i uživateli těchto výkonných strojů.

Vyjádření k systematičnosti, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce

Autor přistoupil k vytyčeným cílům systematicky, práce je dobře členěna. Grafická i jazyková úroveň práce je velmi dobrá.

Vyjádření k publikacím disertanta

V disertační práci je uveden seznam publikací disertanta. Jde o 13 publikací týkajících se oboru tvářecích strojů a spolupráce s Katedrou konstruování ZČU Plzeň, Centrem výzkumu a firmou Šmeral Brno a.s.

K předložené práci mám tyto připomínky a dotazy

- Práci lze zcela jistě považovat za další příspěvek k virtuálnímu prototypingu. Jaké další cesty k aplikacím a pro pokračování ve výzkumu a vývoji se nabízejí?
- Je už konkrétní zájem ze strany možných uživatelů?
- V jakém stádiu realizace je stavba prototypu?

Závěr

Předložená doktorská disertační práce se zabývá problémem „Konstrukce velkých kovacích lisů. Je prezentována koncepce stroje s novými parametry. V práci jsou obsaženy nové přístupy využitelné především při vlastní konstrukci velkých mechanických lisů a jejich provozu.

Disertační práci doporučuji k obhajobě (dle zákona č. 111/1998 Sb. §47), při které by měly být v diskuzi zodpovězeny, doplněny a případně upřesněny výše uvedené připomínky a dotazy.

Autor prokázal schopnosti k samostatné vědecké práci. Podle mého názoru byly splněny stanovené cíle disertační práce.

Po úspěšné obhajobě navrhuji udělit Ing. Martinovi Volejníčkovi akademický titul doktor.



Doc. Ing. Stanislav Mañas, CSc.
Ústav výrobních strojů a zařízení
Fakulta strojní ČVUT v Praze

V Praze dne 22. června 2021