

UPRAVENÉ LISOVACÍ NÁSTROJE GULOVÉHO PELETOVACIEHO LISU

Ing. Peter Biath, Ing. Juraj Ondruška, PhD.

Ústav výrobných systémov, environmentálnej techniky a manažmentu kvality, Námestie slobody 17, 812 31, Bratislava 1, peter.biath@stuba.sk

Článok sa zaoberá aktuálnym stavom výskumu v oblasti guľového peletovacieho lisu. V krátkosti je v článku popísaný vývoj lisu, princíp fungovania lisu a taktiež jeho základné súčasti. Hlavným cieľom článku bolo popísať pôvodné lisovacie nástroje guľového lisu a jeho upravené lisovacie nástroje. V článku sú popísané aj merania medzier medzi nástrojmi v zloženom stroji. Tiež boli porovnané dosiahnuté výsledky lisovania s pôvodnými a upravenými nástrojmi.

Kľúčová slova: guľový peletovací lis, meranie rozmerov, upravené nástroje

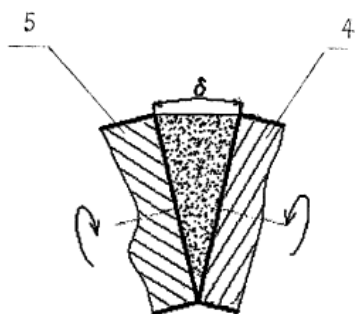
GULOVÝ PELETOVACÍ LIS

Vývoj

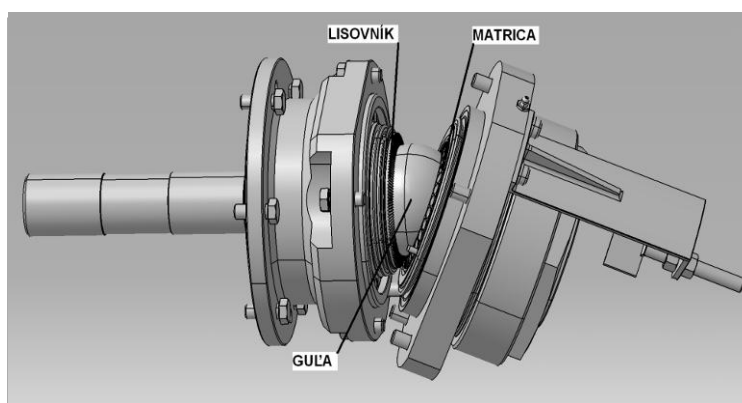
Guľový peletizér bol počas svojej existencie navrhnutý v štyroch variantoch, avšak vyrobené boli iba tri z toho iba dva sú majetkom nášho ústavu. V roku 2002 bola vyrobená prvá verzia stroja, ktorá bola súčasťou diplomovej práce obhájenej na našom ústave, a poslúžila na overenie navrhovaného princípu lisovania. Druhá verzia stroja predstavovala väčšiu verziu prvého stroja s menšími inováciami. Prototyp bol v roku 2009 vyrobený, avšak nikdy nebol uvedený do prevádzky kvôli nedoriešeným konštrukčným problémom. Tento stroj momentálne nie je majetkom nášho ústavu. Tretia verzia predstavovala vysoko výkonnú koncepciu peletovacieho lisu bola riešená v rokoch 2006-2007. Táto verzia však nikdy nebola dokončená. Najnovšou verziou guľového peletovacieho lisu je PLG 2010, ktorý je najprepracovanejšou modulárnou verziou so značnými konštrukčnými zmenami. Peletizér počas svojho vývoja prešiel rôznymi obmenami konštrukcie avšak princíp lisovania ostal nezmenený.

Princíp lisovania

Princíp lisovania guľového peletovacieho lisu je založený na vťahovaní a lisovaní materiálu medzi dvoma axiálne vyosenými kotúčmi pričom jeden kotúč je lisovník a druhý matrica. Hlavným cieľom jednej série výskumných aktivít na tomto stroji je optimalizovať tvarovo a rozmerovo vložku matrice s lisovacími otvormi a vložku lisovníka tak, aby medzi nimi vznikol kontaktný priestor, ktorý bude vytvárať vhodné podmienky pre lisovanie biomasy a funkčnosť mechanizmu.



Obr. 1 Schéma odklonených axiálnych kotúčov



Obr. 2 Konštrukcia peletizéra bez tela

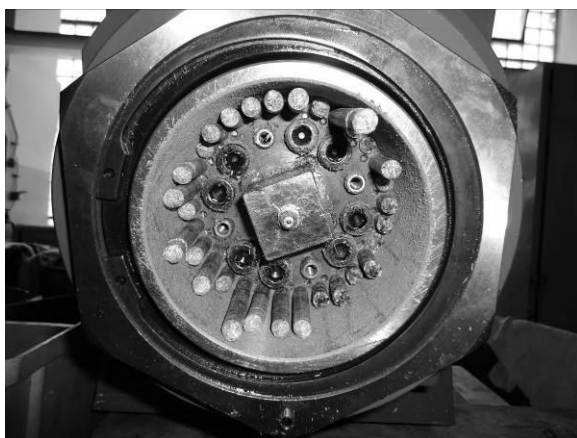
Lisovacia matrica a lisovník sú rotačné súčasti, ktoré sú voči sebe natočené o klinový uhol a spolu s telom lisu a guľou tvoria lisovací priestor. Lisovník je hnaný cez prevodovku elektromotorom a z neho sa potom krútiaci moment prenáša na matricu tvarovým stykom alebo trením, podľa typu sady nástrojov. Guľa polohovaná

v priesečníku osí rotačných nástrojov je taktiež unášaná a spolu s matricou a lisovníkom ohraničuje rotačnú časť lisovacieho priestoru. Vonkajšiu hraničnú (statickú) plochu lisovacieho priestoru tvorí telo zariadenia. Lisovací medzipriestor zabezpečuje aj funkciu synchronizovaného unášania členov mechanizmu. Geometriu lisovacieho priestoru môžeme meniť výmenou nástrojov a tak ľahko meniť pracovné zhuťňovacie podmienky. Lis PLG 2010 a jeho jednotlivé súčasti boli pre tento účel navrhnuté modulárne, čo nám teraz umožňuje zmenu častí systému a experimentovanie s tvarom a rozmermi nástrojov.

MERANIE MEDZIER MEDZI NÁSTROJMI

Pôvodné nástroje a tesnenie

Prvé skúšky funkčnosti stroja boli vykonané priamo u výrobcu a následne v laboratóriách ÚSETM po jeho prevezení. Pri týchto skúškach bol overený princíp a boli tiež odhalené prvé nedostatky stroja. Počas práce stroja nastala plastická deformácia tesniaceho pružného krúžku. Tento krúžok sa nachádza medzi matricou a telom lisu a utesňuje ložiskový priestor od priestoru lisovacieho. Táto plastická deformácia krúžku nastala kvôli malým rozdielom medzi 3D modelom lisu a reálnym modelom lisu. Spomínané rozdiely boli sčasti predpokladané a preto bola snaha navrhnúť konštrukciu tak aby sa takéto problémy dali ľahko eliminovať. Konštrukcia stroja je principiálne citlivá z hľadiska definovania polohy matrice, lisovníka, gule a tela lisu ako sústavy. Vzdialenosť hrany matrice v zloženom stave má byť 0,3mm. Tomu, že tento rozmer nebol pravdepodobne dodržaný nasvedčuje zlepenec materiálu, ktorý ostal v stroji v spomínanom priestore. Daná vzdialenosť medzi matricou a telom lisu a veľmi dôležitá z hľadiska utesňovania lisovacieho priestoru a tiež je potrebná pre správne unášanie matrice, čiže pre vytvorenie trecej väzby medzi týmito členmi. Pri nedostatočnej trecej väzbe medzi lisovníkom a matricou nastáva nedokonalé unášanie matrice pri ktorom je matrici nutné dodávať dodatočný krútiaci moment pre jej rozbeh.



Obr. 3 Prvé výlisky. Zlepenec z tesniaceho priestoru

Meranie medzier

Pri týchto meraniach sme zmerali reálnu veľkosť medzery medzi matricou a telom lisu. Na meranie sme použili dilatačné telieska. Ako dilatačné teliesko sme použili dvojzložkový tmel, ktorý sme vložili do tesniaceho priestoru namiesto tesniacich krúžkov. Následne sme stroj zložili do prevádzkového stavu a nechali vytvrdnúť tmel. Telieska boli použité ako objemová náhrada za tesniace krúžky. Po rozobratí stroja sme zmerali rozmery vložených dilatačných teliesok a vyhodnotili ich rozmer. Z porovnania meraní vyplynuli nasledovné závery- rozmer sústavy samotných krúžkov je podľa výkresovej dokumentácie 3,56mm, avšak reálne je ich hrúbka 3,63mm. Nameraný rozmer teliesok po vybratí bol 4,23mm. Teda reálna vzdialenosť medzi matricou a telom lisu je $4,23\text{mm} - 3,63\text{mm} = 0,6\text{mm}$.



Obr. 4 Meranie reálnych vzdialeností sústavy krúžkov a rozmerov teliesok

Nový tesniaci krúžok

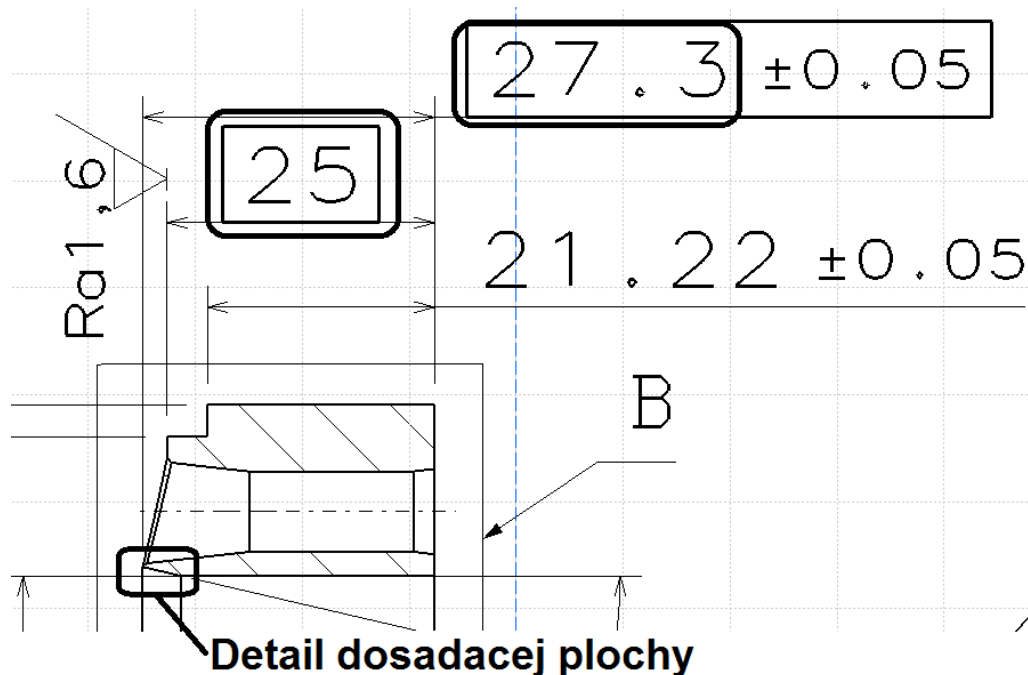
Problém s tesnosťou sme sa rozhodli riešiť vytvorením nového tesniaceho krúžku s novým tvarom. Tento krúžok mal vyriešiť problémy s netesnosťou a tiež s nepresnosťou. Pre urýchlenie skúšok bol prototyp krúžku vytvorený pomocou technológií CAx a následne vytlačení pomocou 3D tlačiarne. Použitý materiál krúžku bol ABS plast. Vyrobený náhradný dočasný krúžok pre skúšky mal horšiu drsnosť povrchu, avšak pri mazanej trecej dvojici plast – oceľ sa vieme dostať takmer na hodnotu šmykového trenia oceľ – oceľ. Krúžok sme vložili do stroja a namazali potrebné plochy. Celý stroj sme zložili a odskúšali funkčnosť krúžku. Výsledkom tejto skúšky bolo, že krúžok plnil úlohu tesniacu a tiež vymedzuje vzniknutú konštrukčnú vôľu alebo vôľu z opotrebenia sústavy. Materiál sa pomocou mikrodrážok po obvode krúžku dostáva za krúžok a tým dokáže zabezpečiť jeho prítlak o matricu. Nasledujúcim krokom je výroba krúžku z bronzu alebo mosadze pre ich lepšie trecie a mechanické vlastnosti. V súčasnosti sa už pripravuje návrh viacerých variant tvaru, materiálu a tiež možnosť vytvoriť tento krúžok ako skladaný z viacerých častí. Jednou z možností je vytvorenie krúžku s rovnakou konštrukciou ako prototyp z plastu ale z klzného materiálu. Pre pomerne veľký priemer a malú šírku krúžku by výroba bola možná avšak bola by obtiažna preto sme navrhli variant, v ktorom by sme krúžok vytvorili ako zložený z viacerých častí. Prvá časť by mala hrúbku 3,06mm a bola by v styku matricou a ďalším tenším krúžkom. Keďže hrúbka krúžku by mala byť 3,85mm tak nasledujúce jeden alebo dva krúžky by sme zvolili ako výpalky z plechu s hrúbkou 0,8mm alebo dva plechy s hrúbkou 0,4mm. Predpokladáme, že pri použití dvoch alebo viacerých tenších krúžkov by sa správali ako labyrintové tesnenie a tým by zabezpečili väčšiu tesnosť lisovacieho a ložiskového priestoru.. Krúžky by mohli byť vyrobené z oceľového plechu alebo z klzného bronzu.



Obr. 5 Tesniaci krúžok z ABS plastu

Upravená matrica

Pre zabezpečenie lepšieho unášania matrice sme sa po vykonaných meraniach medzier medzi matricou a telom rozhodli upraviť aj matricu. Táto úprava si vyžadovala zväčšenie výšky matrice. Táto úprava zahŕňala zvýšenie celkovej výšky matrice pri zachovaní pôvodnej geometrie vstupu kanálov (vysunutie kanálov v smere osi). Toto zvýšenie sme zvolili podľa predchádzajúceho merania rozmeru medzi matricou a telom lisu. Nameraný rozmer bol 0,6mm. Ak chceme dosiahnuť medzeru 0,1mm, tak musíme zmeniť určité dĺžkové rozmery (znázornené na nasledujúcom obrázku) matrice o 0,5mm. Preto sme upravili rozmer 24,5mm na 25mm a rozmer 26,8mm na 27,3mm. Rozmer 21,22 musel ostať dodržaný z konštrukčných dôvodov, kvôli dosadeniu tesnenia. Kvôli zjednodušeniu výroby matrice sme sa rozhodli upraviť taktiež dosadaciu plochu matrice na guľu (označený detail na obrázku 6). Dosadacia plocha mala guľový tvar ktorý je náročnejší na výrobu a dodržanie presnosti ako navrhnutý kuželovitý tvar.



Obr. 6 Upravené rozmery matrice

DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY

Upravenú matricu spolu s tesniacim krúžkom sme vložili do stroja. Ložiská sme namazali a lis sme pripravili na lisovanie. Nová matrica dobre dosadla na guľu čiže dosadacia plocha bola vhodne zvolená a upravená. Ako skúšobný materiál pre úvodné skúšky sme zvolili plastický materiál papierenský kal. Tento materiál sme zvolili pre overenie unášania matrice pri lisovaní. Materiál bol samostatne vŕahovaný do záberu, zatláčaný do lisovacích komôr a vytváral väzbu medzi lisovníkom a matricou. Matrica sa unášala bez pridávania dodatočného krútiaceho momentu. Týmto sme potvrdili, že väzba medzi matricou a lisovníkom sa bude vytvárať len pri dostatočne malej medzere medzi nimi. V našom prípade bola postačujúca medzera 0,1mm. V blízkej budúcnosti chceme vyrobiť nový lisovník s výstupkami, ktorý by zlepšil spoluzaberanie nástrojov a zatláčanie materiálu do lisovacích komôr.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] BIATH, P. ONDRUSKA, J., ŠOOŠ, L. (2011): Optimalizácia geometrie lisovacích nástrojovpre zhutňovanie rôznych druhov biomasy. Energie z biomasy XII, Brno, 105 s.
- [2] GRMAN, M. (2002) Diplomová práca – Progresívna konštrukcia zhutňovacieho stroja. Sjf STU v Bratislave. 56 s.
- [3] ONDRUŠKA, J.; KRIŽAN, P.; MATÚŠ, M. (2011): Vývoj prototypu nízko-energetického peletovacieho lisu PLG 2010. Zborník prednášok: ERIN 2011, Tatranská Kotlina, 602 s.