

## NAVRHOVANÉ KONŠTRUKČNÉ ÚPRAVY A TEORETICKÁ PRÍPRAVA EXPERIMENTOV PRE NÍZKOENERGETICKÝ ZHUTŇOVACÍ STROJ

Viliam Čačko, Juraj Ondruška, Ľubomír Šooš

Ústav výrobných systémov, environmentálnej techniky a manažmentu kvality, Strojnícka fakulta STU v Bratislave, Nám. Slobody 17, 812 31 Bratislava

*Cieľ príspevku je sústredený na ozrejmienie prejavovaných nedostatkov konštrukcie nízkoenergetického zhutňovacieho stroja. Doposiaľ zistené konštrukčné nedokonalosti by nám mali poslúžiť ako odrazový mostík na dosiahnutie plnej funkčnosti peletovacieho stroja. Prvým krokom by malo byť odmeranie reálnej lisovacej sily, ktorá pôsobí v mieste lisovania, a teda výraznou mierou vplýva aj na samotnú konštrukciu peletovacieho stroja. V článku je uvedený aj stručný teoretický popis merania lisovacej sily pomocou snímačov.*

Kľúčové slová: zhutňovací stroj, konštrukcia lisu, lisovacia sila, lisovací tlak, optimálny tvar výlisku

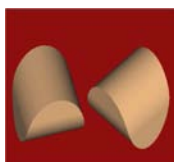
### ÚVOD

Ani pre človeka ktorý sa vyslovene nezaobrá danou problematikou, a teda problematikou energetického charakteru ako napríklad vykurovaním nie je nejasné že budúcnosť v tomto odvetví je prinajmenšom neistá. Nejedná sa iba o kvantitu a s ňou spojené klesajúce zásoby nerastných surovín, ale čoraz viac sa pozornosť sústreďuje na ekonomické náklady na energiu, ktorá je potrebná na výrobu napr. tepla. Teplo predstavuje z hľadiska nákladov na udržanie priemernej životnej úrovne európsky krajín medzi kľúčové komodity. S určitosťou môžeme povedať že v popredných priečkach problémov súčasnej doby patrí aj ďalšia významná komodita a to odpad. Pred niekoľkými rokmi sa dostala do popredia myšlienka odpad energeticky zhodnocovať, ľudovo povedané „zabiť dve muchy jednou ranou“. Ešte pred tým ako sa či už spomínaný odpad alebo biomasa dostane k samotnému energetickému zhodnocovaniu je potrebná úprava suroviny. Jednou z dôležitých častí vybraného zhodnocovacieho procesu je zhutoňovanie suroviny, ktorého dôsledkom má byť premena odpadu na zušľachtené palivo. Výsledkom procesu zhutňovania môže štandardne briketa alebo peleta. Peleta alebo briketa sú výrobkami peltovacích resp. briketovacích strojov. Na Ústave Environmentálnych Systémov a Manažmentu Kvality Sjf STU sa už niekoľko rokov zaoberáme konštrukciou ale aj vývojom tejto technológie. Výsledkom niekoľkoročného skúmania v tejto oblasti je niekoľko vyrobených prototypov strojov. V článku sa konkrétne venujem jednému z nich a to Prstencovému Zhutňovaciemu Stroju na výrobu peliet.

### VÝVOJ A VÝROBA PROTOTYPU ZHUTŇOVACIEHO STROJA

#### Vznik nového tvaru výlisiku

Na základe skúmania a vykonaných meraní bol optimalizovaný tvar výlisiku. Rozsiahle analýzy ukázali, že veľmi vhodný je tvar ktorý je v podstate prienik dvoch valcov. Do určitej miery tento tvar zahŕňa špecifiká spojené s výrobou brikiet, peliet a technológie granulovania. Snahou je aby optimalizovaný výlisok bol teda nositeľom výhod všetkých troch zhutňovacích technológií. Hlavnou výhodou je zmenšenie príkonu daného stroja pri výrobe výlisiku ako aj vlastnosti horenia samotného produktu.



Obr. 1 Model výlisiku.

### Návrh technológie zhutňovania

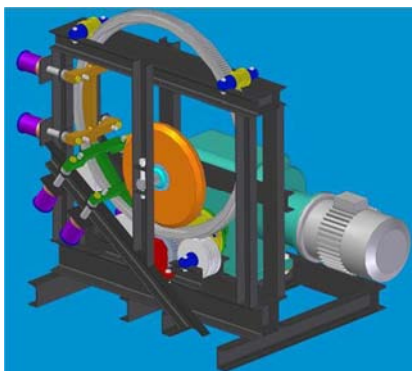
Cieľom navrhovanej technológie bola eliminácia najväčších problémov, ktoré negatívne a veľmi výrazne vplyvajú na efektívnu prevádzkovateľnosť a efektívnosť zhutňovacích strojov:

- Nadmerné opotrebenie lisovacích nástrojov a s tým súvisiaca ich častá výmena
- Vysoká kvalita vstupného materiálu a teda zvýšenie nákladov na jeho úpravu

Za účelom eliminácie vybraných nevýhod sa dospelo k navrhnutiu technológie Prstencového Lisu. Lisovací priestor je vytvorený medzi lisovacím prstencom a vnútorným lisovacím kotúčom. Extrémny lisovací tlak je vyvodzovaný v mieste najmenej vzdialenosti valcov. Po odľahčení tlaku sa výlisok dostáva pod kalibračný segment, ktorý zabráni expanzii výlisoku a zabezpečuje výdrž pod tlakom potrebnú pre stabilizáciu výlisoku.

### Návrh konštrukcie stroja

Základnými časťami lisu sú lisovací prstenec a lisovací kotúč. Po obvode prsteneca je vyrobené ozubenie, pomocou ktorého je prstenec poháňaný. Pohon zabezpečuje pastorok uložený v spodnej časti. Prstenec má po obvode vyrobené nosné plochy, po ktorých sa prstenec odvaluje po nosných kladkách. Lisovaný materiál je pomocou podávacej závitovky dopravovaný do lisovacieho priestoru.



Obr. 2 3D model stroja.

### Výroba prototypu stroja

Na základe modelu bol vyrobený prototyp nízkoenergetického stroja.



Obr. 3 Prototyp stroja.

## NAVRHOVANÉ KONŠTRUKČNÉ ÚPRAVY

### Rám stroja

Rám stroja je pri každom stroji veľmi dôležitou súčasťou hneď s viacerých hľadísk ako pevnosť, tuhosť ale i bezpečnosť stroja. V prípade nízkoenergetického zhutňovacieho stroja to platí tiež. Rám stroja ma priamy vplyv na jeho základnú funkciu lisovania. Je teda potrebné zabezpečiť dostatočnú tuhosť rámu stroja a to hlavne v súvislosti s dilatáciami v mieste lisovania. V mieste lisovania dochádza nie len k lisovaniu, ale aj k oddeľovaniu jednotlivých výliskov od seba. Na konštrukciu sú z tohto kritického miesta vyvíjane extrémne tlaky. Z dôvodu generovaných zaťažení do konštrukcie dochádza k jej deformácii v medziach pružnosti materiálu. V konečnom dôsledku v procese lisovania dochádza k oddialeniu lisovacieho kotúča od lisovacieho prstenca. Túto deformáciu nie je možné v absolútnej miere eliminovať, ale je dôležité aby jej miera bola prípustná z hľadiska navrhovanej technológie a samotného princípu lisovania na tomto stroji. Technologickým dôsledkom týchto deformácií je určitý pokles tlaku v porovnaní s teoretický predpokladanými hodnotami vyplývajúcimi zo základných teórií výpočtu. Ďalším zásadným problémom s tým priamo súvisiacim je samotné oddeľovanie výliskov. Teoretickým predpokladom pre zdarné delenie výliskov je minimálna „nulová“ vzdialenosť medzi nástrojmi, kotúč – prstenec v mieste lisovania. Počas procesu dochádza k pretvoreniu hmoty až do požadovaného tvaru výlisku. Tlak sa postupne zvyšuje až do miesta maxima. Práve v tomto mieste teoreticky dôjde k ustrihnutiu susedných výliskov zubom nástroja, ktorý musí do protikusu presne zapadať (viď obr.5). V dielenskej praxi sa takto nastavená vzdialenosť nástrojov verifikuje vložení cigaretového papierika medzi strižné plochy. Ak je stroj dobre nastavený malo by dôjsť k predpokladanému porušeniu papierika. Tento predpoklad funkčnosti treba zabezpečiť aj v prevádzke pri maximálnom tlaku, inak nedôjde k oddeľovaniu výliskov. Z tohto dôvodu musí byť rám optimalizovaný hlavne zo zreteľom na tuhosť v smeroch s tým súvisiacich. Súčasná konštrukcia v tomto smere vykazuje značné nedostatky, ktoré treba pred ďalšími skúškami odstrániť. Dôsledky týchto predpokladov boli zaznamenané aj pri prvých skúškach stroja. Filozofia konštrukčných úprav sa dá predpokladať na základe teoretického prevádzkového zaťaženia, ktoré vieme. Na určenie presných rozmerov a tvaru modifikácií rámu by bolo vhodné zistiť reálne zaťaženie počas prevádzky súčasnej konštrukcie. Zaťaženie je určené lisovacou silou, ktorej hodnotu je potrebné experimentálne odmerať. V súčasnosti plánujeme sériu meraní, ktoré by nám mali pomôcť nájsť odpovede na naše otázky. Ďalšia súvisiaca podmienka funkčnosti je, že zuby lisovacieho prstenca spoločne s lisovacím kotúčom musia vytvoriť tzv. nožnicový efekt z hľadiska tvaru plôch. Sú potrebné relatívne presne definované tvary nástrojov. Dôležitý je hlavne vnútorný rádius kotúča a vonkajší rádius zuba. Ich kontakt by mal vytvoriť čiarový styk v mieste strihania. Súčasný nástroje v tomto predpokladu nezodpovedajú (viď obr.5). Navrhujeme úpravu lisovacieho kotúča prebrúsením tohto rádiusu na presný tvar a rozmer.



Obr. 4 Kritické miesta na ráme.



Obr. 5 Nepresné dosadnutie lisovacieho prstenca do lisovacieho kotúča.

### PRÍPRAVA A STRUČNÝ POSTUP EXPERIMENTU MERANIA LISOVACEJ SILY

Potreba experimentálneho merania lisovacej sily je jednou zo základných priorit ďalšieho postupu vývoja nízkoenergetického zhutňovacieho stroja. Na základe nameranej hodnoty budú navrhnuté výstupy, ich veľkosť, počet, rozmiestnenie upevnenie a tvar. Úlohou výstuh je eliminovať v maximálnej miere akýmkoľvek posuny rámu v mieste lisovania pri dodržaní symetrických deformácií systému vzhľadom na funkčnosť a technológiu. Merať budeme silu v dvoch skrutkách do ktorých je lisovacia sila prenášaná. Lisovacia sila bude meraná silomerom.



Obr. 6 Miesto uloženia snímača.

### ZÁVER

Pre naplnenie určených cieľov a teda k realizácii výskumu nie je potrebná len odhodlanosť vedecko-výskumných pracovníkov v našom tíme, tá nám nechýba. Ku realizácii experimentov je potrebné kvalitné zázemie dielenskej a laboratórnej techniky potrebné meracie prístroje a iný materiál. Ak chceme byť úprimný musíme otvorene povedať že všetko je otázkou finančných prostriedkov. V súčasnosti sa realizujú prípravy a plánovanie práve v oblasti nákupu a zabezpečenia financovania nárokov tohto projektu. Pre tento projekt sa v súčasnosti snažíme hľadať obchodno-technických partnerov, čo je základný predpoklad k získaniu financií. V tejto súvislosti plánujeme s našimi partnermi z praxe spolupracovať aj na poli Európskych štrukturálnych fondov. Verím že sa nám podarí získať partnerov a financie, aby bolo možné realizovať výskum a experimenty s vierohodným výsledkom.

### POĎAKOVANIE

Tento príspevok bol vytvorený realizáciou projektu „Vývoj progresívnej technológie zhutňovania biomasy a výroba prototypov a vysokoproduktívnych nástrojov“ (ITMS kód Projektu: 26240220017), na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

**POUŽITÁ LITERATÚRA**

- [1] GROS, P. Zariadenie na technológiu zhutňovania tuhého odpadu. písomná práca k dizertačnej skúške. Bratislava : KVT Sjf STU v Bratislave, 2002. 96 s.
- [2] KRIŽAN, P. Analýza procesu zhutňovania a konštrukcií zhutňovacích strojov: písomná práca k dizertačnej skúške. KVT Sjf STU v Bratislave, 2005. 84 s.
- [3] MATÚŠ, M. Nizkoenergetický zhutňovací stroj. Písomná práca k dizertačnej skúške. ÚSETM Sjf STU v Bratislave, 2008. 110 s.
- [4] ŠOOŠ, Ľ.: Progresívne technológie – predpoklad pre kvalitné biopalivá. In.: [Časopis] TZB Haus Technik, ročník 9, 2001, číslo 4, ISSN 1210-356X, str. 15 – 16.
- [5] ŠOOŠ, Ľ.a kol.: Projekt VaV č. 2003 SP 260280 C 04. „Modifikácia úžitkových vlastností drevných materiálov a rozšírenie oblasti ich využitia“. Realizačný výstup A62: Technológia výroby a zariadenie na výrobu modifikovaného energonosiča.
- [6] ŠOOŠ, Ľ.: Design of crank shaft for a briquetting press. In: Annals of The Faculty of Engineering Hunedoara. [Časopis] RO, ISSN 1584-2665.-Vol. 5, No. 2/2007, s.189-196.
- [7] ŠOOŠ, Ľ. Zhutňovací stroj na biomasu a výlisok - Úžitkový vzor číslo 4928. Banská Bystrica 29.9.2006, 7s.
- [8] ŠOOŠ, Ľ, MATÚŠ, M. KRIŽAN, P. Inovatívne technológie pre produkciu tuhých biopalív.