



Konštrukcia lisovacích nástrojov pre briketovacie lisy

*Miloš MATÚŠ^{*1}, Peter Križan¹, Juraj Beniak¹, Juraj Ondruška¹, Lubomír Šooš¹*

¹ Slovenská technická univerzita v Bratislave, Strojnícka fakulta, Námestie slobody 17, 81231 Bratislava, Slovenská republika

* **Email:** milos.matus@stuba.sk

Príspevok sa venuje veľmi aktuálnej problematike produkcie tuhých ušľachtilých biopalív technológiou briketovania. Podrobne opisuje samotnú technológiu briketovania, požiadavky na spracovávaný materiál, ale aj technologické a prevádzkové požiadavky na produkčné stroje a nástroje. Nosná časť príspevku je zameraná na konštrukciu briketovacích nástrojov a lisovacích komôr pre jednotlivé konštrukčné princípy briketovacích strojov. Cieľom príspevku je zhrnúť základné požiadavky na konštrukciu lisovacích nástrojov a konštrukčnou praxou nadobudnuté vedomosti o nich, čo môže prispieť k rozvoju tejto oblasti technológií pre spracovanie biomasy ako obnoviteľného zdroja energie.

Kľúčové slová: briketovanie, briketovací stroj, briketovací lis, briketovacie nástroje, lisovanie biomasy

1 Úvod

Súčasná geopolitická situácia ukazuje, aká dôležitá je diverzifikácia energetických zdrojov. Práve využívanie alternatívnych zdrojov energie sa stáva východiskom z tejto situácie. V súčasnosti európska legislatíva stanovuje konkrétne ciele pre využívanie obnoviteľných zdrojov energie, čo by malo mať za následok postupné nahrádzanie fosílnych palív. Využívanie obnoviteľných zdrojov energie je jednou z ciest ochrany prírody ako celku a poskytnutia perspektívy udržateľného rozvoja spoločnosti. V dobe hľadania nových energetických zdrojov vo svete sa nastoľuje otázka možností a metód efektívneho využívania biomasy ako najvýznamnejšieho obnoviteľného zdroja energie. Využívanie biomasy by mohlo byť odpoveďou na túto otázku, avšak sofistikovanejšie riešenie ponúka transformácia odpadu z biomasy do ušľachtilých foriem biopalív s vyššou energetickou hustotou, vyšším komfortom využívania, prepravy a manipulácie. Biomasa predstavuje najperspektívnejší obnoviteľný zdroj energie s najefektívnejšími možnosťami skladovania tejto energie.

Výroba tuhých ušľachtilých biopalív je vhodnou cestou ako energeticky efektívne zhodnotiť biomasu a ďalší organický odpad. Palivo v 21. storočí musí okrem energetických a ekonomických kritérií spĺňať aj environmentálne kritériá. Samozrejmom požiadavkou je vysoký komfort pri skladovaní, nakladaní s palivom a bezpečnosti pri jeho spaľovaní. Moderný energonosič musí mať tiež rovnomernú veľkosť frakcie, hustotu, vlhkosť, tvar vhodný pre dopravu, skladovanie a spaľovanie, požadované fyzikálno-mechanické vlastnosti.

Pri výrobe drevných brikiet dochádza až k desaťnásobnej redukcii objemu spracovávaného materiálu. Zhutnením sa zvýši výhrevnosť takto zhodnocovanej suroviny, znížia sa náklady na dopravu a nároky na skladovanie. Pri manipulácii s takto upraveným odpadom nedochádza k vysokému stupňu prašnosti, čím sa eliminuje pomerne vysoké riziko výbušnosti prostredia.



Dôležitou vlastnosťou takto upraveného organického materiálu je jeho tvarová a materiálová stálosť, nakoľko nedochádza k postupnému rozkladu materiálu vplyvom vlhkosti okolia. Takto upravený organický odpad sa stáva žiadaným palivom, s ktorým sa obchoduje rovnako ako s fosílnymi palivami. Jeho hlavnou výhodou je, že ide o obnoviteľný zdroj energie bez negatívnych vplyvov na životné prostredie.

Pri navrhovaní zhutňovacích strojov je nevyhnutné dôkladne poznať vlastnosti spracovávaného materiálu a celú technológiu jeho úpravy. Zhutňovacie stroje využívajú energiu pohonu na lisovanie rôznych materiálov. Prevádzka stroja je sprevádzaná vysokými lisovacími tlakmi, jednotlivé súčasti sú značne namáhané. Preto je nevyhnutné, aby boli zariadenia správne dimenzované. Pri navrhovaní zhutňovacích strojov je nevyhnutné vychádzať z procesu lisovania konkrétneho materiálu a stanoviť veľkosť lisovacej sily a ostatných technologických parametrov vplývajúcich na proces lisovania.

Lisovacie nástroje zhutňovacích strojov sú výkonným jadrom celej technologickej linky na produkciu tuhých biopalív. Od ich konštrukcie, materiálu, geometrie, povrchovej úpravy či chemicko-tepelného spracovania, správnosti a presnosti montáže, a v neposlednom rade aj odolnosti proti opotrebeniu závisí nielen samotná funkčnosť zhutňovacích strojov, ale predovšetkým kvality produkcie a ekonomika celej technológie. Jeden nesprávne zvolený parameter lisovacích nástrojov môže byť príčinou nekvalitnej produkcie, ale aj nezvratnou haváriou celého zhutňovacieho stroja. Preto je nevyhnutné k návrhom lisovacích nástrojov a ich jednotlivým parametrom pristupovať s maximálnou zodpovednosťou, čoho predpokladom musí byť znalosť celého procesu lisovania biomasy a vplyv každého parametra lisovacích nástrojov.

Briketovacie lisovacie nástroje sú rôznej konštrukcie, ale vystavené sú podobným prevádzkovým podmienkam: vysoký lisovací tlak, relatívne vysoká teplota, vysoký stupeň abrázie lisovaným materiálom, priamy vplyv vlhkosti a väčší či menší vplyv rázov (v závislosti od princípu práce zhutňovacieho stroja).

Príspevok sa venuje problematike briketovania biomasy, podrobne opisuje požiadavky technológie na lisovacie nástroje a zameriava sa na konštrukciu briketovacích nástrojov pre jednotlivé princípy briketovacích strojov.

2 Technológia briketovania biomasy

Briketovanie je najrozšírenejšia technológia zhutňovania odpadov. Vplyvom vysokotlakového lisovania sa materiály zhutňujú do kompaktných tvarov (brikiet) bez pridávania spojiva. Pri briketovaní biomasy sa pôsobením tlaku a teploty uvoľňuje z bunkových štruktúr materiálu lignín, ktorý spojí sypký materiál do kompaktného celku.

Pri technológii briketovania v jednom časovom okamihu vzniká jediný výlisok - briketa (Obr. 1) rôzneho tvaru (valec, hranol, s dierou, bez diery, atď). Tvar brikiet súvisí s použitým princípom briketovacieho stroja. Nekonečná valcová briketa býva zväčša produktom lisovania na kľukových alebo kolenopákových lisoch. Briketa sa po výstupe z chladiaceho kanála delí na požadovanú dĺžku. Závitkové briketovacie lisy produkujú nekonečnú briketu, spravidla kruhového alebo n-uholníkového prierezu. N-uholníkový prierez zamedzuje otáčaniu sa vznikajúcej brikety v lisovacej hubici spolu s lisovacou závitkou. Tvary výlisokov pri hydraulických lisoch sú prevažne kváder alebo valec.



Obr. 1 Briketa ako jediný výlisok vytváraný v jednom časovom okamihu

Briketovaním sa upravuje sypký organický materiál s nízkou sylnou hustotou do formy výlisokov tuhého biopaliva s vysokou objemovou hmotnosťou. Rovnako úspešne sa technológia briketovania využíva aj pre zhutňovanie ostatných sypkých materiálov pre ich následné materiálové zhodnotenie, kde primárnym cieľom je zníženie pórovitosti materiálu za účelom jeho efektívnej prepravy, skladovania a manipulácie.

Brikety z biomasy, ako forma tuhého biopaliva, nie sú vhodné vzhľadom na ich rozmernosť pre systémy automatizovaného spaľovania v malých spaľovacích zariadeniach. Z pohľadu paliva však majú brikety viaceré prednosti. Pomerne ľahko zahorievajú a spomedzi všetkých produktov zhutňovania horia najpomalšie, ustáleným a plynulým plameňom. Brikety v porovnaní s peletami majú nízky pomer povrchu k objemu, preto je aj opotrebovanie funkčných častí produkčného stroja vzťahnuté na jednotku produkcie nižšie. Pri briketovaní existuje najdlhšia fáza výdrže výlisoku pod tlakom, čo priaznivo vplýva na dosahovanú hustotu výlisokov z organických odpadov. Táto technológia zhutňovania je menej náročná na úpravu vstupnej suroviny. Charakterizuje ju tiež najnižšia investičná a energetická náročnosť na jednotkové množstvo zhutneného materiálu.

Briketovanie biomasy je založené na lisovaní vopred upraveného materiálu a jeho pretláčaní cez lisovaciu komoru. Je to komplikovaný výrobný proces, pri ktorom musí byť splnené množstvo podmienok ovplyvňujúcich mechanizmus vytvárania väzieb vo výlisokoch. Proces výroby a kvalitu produkcie ovplyvňuje množstvo technologických ako i konštrukčných parametrov. Technológia briketovania biomasy využíva tri základné princípy strojov – hydraulické lisy, mechanické kľukové lisy a mechanické závitkové lisy. Každý princíp stroja so svojimi výhodami a nevýhodami má svoje opodstatnenie pri výrobe tuhého biopaliva. Briketovanie biomasy v praxi môže prebiehať v otvorenej aj uzavretej lisovacej komore.

Lisovanie v uzavretej komore využívajú výhradne hydraulické briketovacie lisy. Ako bolo už opísané, jedná sa o lisovanie dávky suroviny väčšinou v tvarovej komore (tvaru rôzneho od valca, prevažne kvádrového) tvarovým lisovacím nástrojom – piestom. Uzavretý koniec komory spôsobuje v surovine odpor proti pohybu a nárast lisovacieho tlaku nástroja na požadovanú úroveň. Po otvorení komory lisovací nástroj vytlačí hotovú briketu želaného tvaru.

Lisovanie v otvorenej komore prebieha podobne ako pri peletovaní extrúziou suroviny cez lisovaciu komoru rôznej geometrie. Lisovacia sila vyvodzovaná lisovacím nástrojom je priamoúmerná odporu proti pretlačeniu v lisovacej komore. Týmto spôsobom vzniká



kontinuálna briketa plynulo vychádzajúca z komory. Lisovacími nástrojmi pri briketovaní v otvorenej komore sú:

- a) v prípade hydraulického lisu opäť lisovací piest, prevažne kruhového prierezu, vykonávajúci priamočiary pohyb v osi,
- b) v prípade mechanických kľukových lisov rovnako lisovací piest, ale výhradne kruhového prierezu, vykonávajúci priamočiary pohyb v osi,
- c) v prípade mechanických závitkových lisov je to lisovacia závitovka rôznej špecifickej geometrie.

3 Konštrukcia lisovacích nástrojov a lisovacích komôr

3.1 Lisovacie nástroje hydraulických briketovacích lisov

Geometria lisovacieho piesta a lisovacej komory hydraulického lisu briketujúceho v uzavretej komore je pomerne jednoduchá. Piest má čelnú pracovnú plochu rovinnú, príp. s reliéfom (napr. názov výrobcu a pod.). Geometria lisovacej komory je taktiež jednoduchá, bez zmeny prierezu po celej dĺžke. Jej prierez je zhodný s prierezom výslednej brikety. Rovnako čelná plocha uzavretej komory je rovinná, prípadne s reliéfom. Celý výlisok vzniká zlisovaním biomasy jediným zdvihom piesta a jeho tvar je daný geometriou dutiny komory medzi jej čelom a čelom lisovacieho piesta. Môže mať rôzne tvary (hranol, valec, tvarový výlisok).

V prípade nástrojov hydraulického lisu s otvorenou komorou je situácia podobná (obr. 2). Prierez lisovacej komory je totožný s priečnym rezom čelnej plochy piesta. Čelo nástroja býva rovinné hladké bez reliéfu. Výlisok vychádzajúci z lisu síce javí znaky nekonečnej brikety, ale následne sa sám delí na jednotlivé rovnako dlhé brikety, nakoľko čelá výlisokov vytvorených jedným zdvihom piesta sú hladké, a teda prirodzene nedochádza k ich vzájomnému spojeniu. Lisovacia sila vyvedená lisovacím piestom je priamoúmerná odporu proti pretlačeniu brikety komorou. Tento odpor tzv. protitlak býva riadený stláčaním konca komory do kužeľa prostredníctvom hydraulického zveru klieštiny. Keďže proces lisovania prebieha relatívne pomaly, bez akýchkoľvek rázov a bez zvýšenej lisovacej teploty, nástroje sú namáhané výlučne statickým tlakom a abráziou. Preto sa na ich výrobu používa zväčša ušľachtilá zliatinová nízkolegovaná oceľ, následne kalená.



Obr. 2 Lisovacie nástroje hydraulického lisu - lisovacia komora, lisovací piest



3.2 Lisovacie nástroje mechanických kľukových lisov

Mechanický kľukový lis produkuje nekonečnú briketu, ktorá musí byť na výstupe delená, najčastejšie okružnou pílou. V tomto prípade sa produkuje vždy briketa kruhového prierezu, alebo prierezu medzikružia, tzn. buď plná alebo s vnútorným otvorom. Lisovacie nástroje majú špecifickú, zložitejšiu konštrukciu. Lisovací piest môže byť vyrobený ako monolitný valcový nástroj alebo skladaný (obr. 3). Monolitná konštrukcia piesta je tvarovo jednoduchšia, no používa sa zriedkavejšie vzhľadom na celkové výrobné náklady a najmä zložitejšiu a zdĺhavejšiu výmenu po opotrebení. Jeho konštrukcia je jednoduchá, jedná sa o oceľový valec s tvarovým reliéfom na čelnej pracovnej ploche. Monolitné lisovacie piesty sa používajú takmer výhradne na produkciu plných valcových brikiet. Konštrukcia skladaného lisovacieho piesta je zložitejšia. Nosná časť nástroja je valcová. Na pracovný koniec je demontovateľne upnutá lisovacia korunka s tvarovým reliéfom na čelnej pracovnej ploche. V prípade produkcie brikiet s vnútorným otvorom je súčasťou tohto skladaného nástroja aj vymeniteľný dlhý trň. Funkciou tvarovaného reliéfu na čelnej ploche lisovacieho nástroja resp. korunky je zabezpečenie vzniku tvarovej väzby medzi jednotlivými po sebe nasledujúcimi zlisovanými časťami brikety. V prípade dlhého trňa sa tento efekt tvarovej väzby umocňuje a zvyšuje sa pevnosť a súdržnosť brikiet. Zaťaženie lisovacích piestov pri kľukovom lise je enormné. Pôsobí na ne vysoké tlakové a rázové namáhanie pri lisovacej teplote okolo 160°C a vysoký stupeň abrazívneho a korozívneho prostredia. Pre takéto pracovné podmienky výrobcovia volia rôzne materiály nástrojov. Najčastejšie používaným materiálom sú rôzne druhy nástrojových ocelí zušľachtených kalením. V prípade monolitných nástrojov sa jedná o značne vyššie výrobné náklady ako v prípade skladaných, kde z vysokokvalitnej nástrojovej ocele tepelne spracovanej sú vyrobené iba pracovné časti, nosná časť býva z konštrukčnej príp. ušľachtilej nízkoaliovanovej ocele. Pri opotrebení alebo poruche pracovnej časti nástroja – korunky a trňa dochádza k rýchlej výmene len týchto častí bez potreby demontáže celej lisovacej komory. Samotné lisovanie a pretlačanie suroviny nastáva v lisovacej komore skladanej geometrie, najčastejšie tvaru valec-kužel-valec. Vhodne zvolený tvar komory je zodpovedný za požadovaný odpor proti pretlačeniu tzv. protitlak. Lisovací tlak piesta je od tohto odporu priamoúmerne závislý. Presnú hodnotu je možné ešte riadiť klieštinou na konci lisovacej komory, ktorej zovretím (hydraulicky alebo mechanicky) je možné vytvárať miernu kuželovitosť na výstupe z lisovacej komory, a tým meniť veľkosť protitlaku. Prvá valcová časť komory slúži na lisovanie suroviny piestom. Takto stlačenú surovinu piest vtlačá do kuželovej časti, kde dochádza k viacosovému lisovaniu a znásobeniu hustoty lisovanej suroviny. Následná valcová časť komory tzv. kalibračná slúži na stabilizáciu tvaru brikety, vyhladenie jej povrchu a vytvorenie povrchovej pevnosti. Kalibračná časť komory poskytuje výlisok potrebnú časovú výdrž, počas ktorej je vystavený pôsobiacemu lisovaciemu tlaku a lisovacej teplote. Počas tejto fázy sa výlisok zbaví vnútorných napätí, ktoré spôsobujú deštrukciu po jeho vytlačení z lisovacej komory. V tejto fáze sú dokonalé podmienky na vytvorenie väzieb medzi časticami suroviny a výsledkom je súdržná nekonečná briketa. Z geometrie komory je zrejmé, že jej konštrukcia bude skladaná a tvar výslednej lisovacej komory bude vyvločkovaný z niekoľkých vložiek. Tieto sú rovnako ako lisovacie piesty vysoko namáhané a rovnako vyrábané z nástrojovej ocele s následným kalením na zvýšenie tvrdosti povrchu.



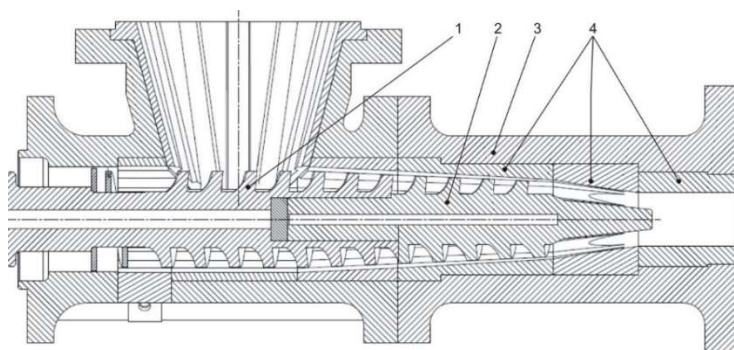
a) Monolitné piesty b) Skladaný piest – korunka a trň c) Trň

Obr. 3 Lisovacie piesty mechanických klukových lisov

3.3 Lisovacie nástroje závitkových briketovačích lisov

Závitkový lis umožňuje vyrábať rôzne veľkosti a tvary výliskov (valec, n-uholníkové hranoly, výlisky s dierou alebo bez diery, atď.). Lisovanie na závitkových briketovacích lisoch má množstvo nesporných výhod. Samotný proces lisovania prebieha kontinuálne bez akéhokoľvek rázového zaťaženia. Charakteristickými sú vysoké lisovacie tlaky, čím sa dosahuje vysoká hustota a vysoká pevnosť výliskov. Povrch brikiet je vysoko kvalitný. Surovina je lisovaná už v závitoch pracovného nástroja – závitovky a následne pretláčaná cez špecifickú geometriu lisovacej komory. Týmto spôsobom lisovania sa dosahuje jednoznačne najvyššia kvalita brikiet, pretože kontinuálne lisovanie zabezpečuje vysoký stupeň zhutnenia v každom priereze výlisku, čo umožňuje tvorbu potrebných vnútorných väzieb medzi časticami lisovanej suroviny. Napriek tomu tento spôsob briketovania biomasy nie je najrozšírenejší. Základnou nevýhodou týchto strojov sú vysoké prevádzkové náklady v dôsledku nízkej životnosti drahých nástrojov – závitoviek. V súčasnosti vyrábané lisovacie závitovky dosahujú životnosť len niekoľko desiatok pracovných hodín. Jednak je to z pohľadu najvyšších energetických nákladov na jednotku hmotnosti zhutneného produktu. Práve pri závitkových lisoch je najkomplikovanejšia konštrukcia a samotná geometria lisovacieho nástroja. Ani samotný výrobcovia lisov sa nezhodujú na optimálnej geometrii.

Na nástroje sú kladené vysoké materiálové a geometrické požiadavky. Medzi materiálové požiadavky patrí vysoká oteruvzdornosť, húževnatosť a teplotná stálosť. Špecifikácia geometrických požiadaviek nie je jednoduchá a líši sa aj od druhu lisovaného materiálu. Základnou geometrickou požiadavkou je zabezpečenie strmého nárastu tlaku v lisovanom materiáli. Geometria nástroja musí tiež zabezpečovať axiálny posun materiálu a kontinuálnosť procesu lisovania. Nástroje sa skladajú (obr. 4) z podávacej závitovky, lisovacej závitovky a lisovacej komory zahŕňajúcej jednotlivé hubice.



Obr. 4 Nástroje závitkového zhutňovacieho lisu

1 – podávacia závitovka, 2 – lisovacia závitovka, 3 – lisovacia komora, 4 - hubice



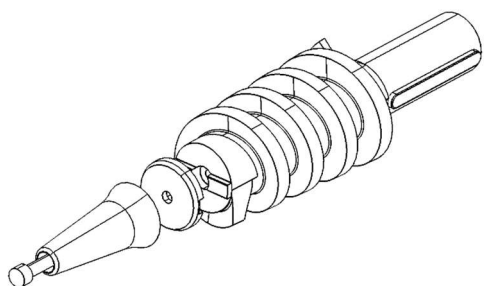
V praxi je možné stretnúť sa s rôznou geometriou závitoviek. Vonkajší tvar pre mäkkšie suroviny býva valcový, alebo kužeľový pre suroviny vyžadujúce na zhutnenie vyššie lisovacie sily. Geometria závitovky má zásadný vplyv na celkový proces extrúzie, kvalitu výlisku, ale predovšetkým na rozloženie síl v závitoch a v lisovacej komore.

Pracovný nástroj sa vyrába tak monolitný (obr. 5) ako aj skladaný (obr. 6, obr. 7, obr. 8). Monolitná konštrukcia závitovky má výhodu v nižších nákladoch na výrobu, ale náklady na špecifický ušľachtilý materiál a jeho následné spracovanie príp. povrchové povlakovanie pri monolitných závitovkách narastajú. Tiež výmena monolitnej závitovky si vyžaduje dlhšiu technologickú odstavku výroby a zložitú demontáž.

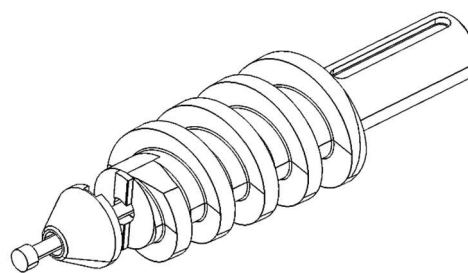


Obr. 5 Monolitná konštrukcia lisovacej závitovky

Vzhľadom na nerovnomerné rozloženie silového zaťaženia v závitoch nástroja, kde najviac namáhanou a opotrebovanou časťou nástroja je posledných 540° závitov a samotný hrot, sa javí ako vhodné riešenie skladaná konštrukcia závitovky. Skladaná konštrukcia pozostáva z podávacej valcovej časti závitovky, z pracovnej lisovacej časti závitovky a hrotu. Podávacia časť závitovky nie je namáhaná vysokým prevádzkovým zaťažením. Jej hlavnou úlohou je plynulý posun materiálu k lisovacej závitovke v smere osi a homogénne zaplnenie profilu závitov v celom priereze. Naopak, pracovná lisovacia časť závitovky je podrobená vysokému silovému zaťaženiu lisovaním suroviny najmä na poslednom spomínanom 1,5 závite, abrázii, korozívnemu prostrediu a vysokej kontaktnej teplote na povrchu nástroja. Preto na materiál, tepelné, chemické príp. povrchové spracovanie závitovky (vrátane hrotu) sú kladené veľmi vysoké a špecifické nároky. Preto cena monolitnej závitovky je niekoľkonásobne vyššia ako cena skladanej, kde z vysoko odolných materiálov a následným spracovaním ich povrchu sú vyrobené len kritické časti – lisovacia časť závitovky a jej hrot. Lisovacia časť závitovky svojou geometriou zabezpečuje vysoký stupeň zhutnenia materiálu v lisovacej komore a jeho pretlačenie cez jednotlivé hubice lisovacej komory, čím sa dosiahne kompaktná briketa s vysokou hustotou, pevnosťou a kvalitou povrchu. Lisovacia závitovka je najviac namáhaná súčiastka stroja s najvyššou mierou opotrebenia. Najviac opotrebovanou časťou lisovacej závitovky je hrot a posledného 1,5 závitov, čo vyplýva z rozloženia pracovného zaťaženia na nástroji. Posun materiálu, kompresia, miera opotrebenia, rozloženie namáhania závisí predovšetkým od zvolenej geometrie závitovky. Preto je nesmierne dôležité pri návrhu závitovky venovať veľkú pozornosť jej geometrii.

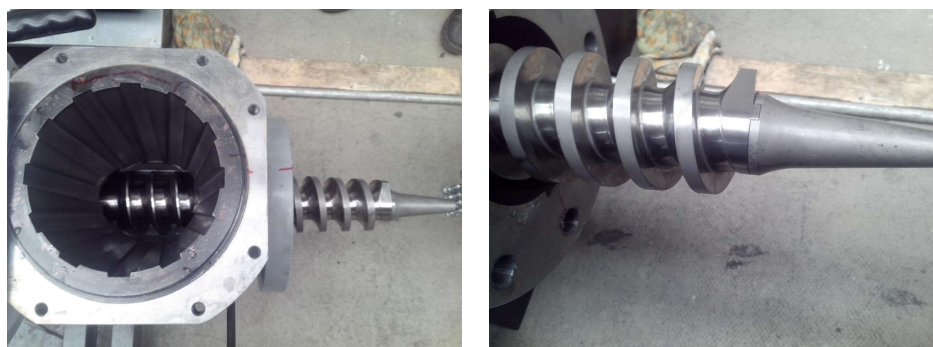


Obr. 6 Skladaná lisovacia závitovka s rotačným dlhým hrotom



Obr. 7 Skladaná lisovacia závitovka s nerotačným krátkym hrotom

Materiál a postup použitý na výrobu závitoviek sa v praxi líši v závislosti od lisovanej suroviny a stupňa jej abrázie, od postupu a technológie finálnej úpravy povrchu, či od výrobcu. Materiál kvalitných závitoviek býva nástrojová oceľ tr. 19, ktorý sa následne po obrábaní kalí, nitriduje, prípadne sú na najviac namáhané plochy nanášané abrázii odolné povlaky (napr. tvrdochróm). Častejšie sa však používa ušľachtilá zliatinová, nízkolegovaná oceľ, určená k ďalšiemu tepelnému spracovaniu a obsahom mangánu, kremíka, chrómu, vanádu, volfrámu, molybdénu, teda ocele tr. 15. Dôvodom je jej vysoká pevnosť a húževnatosť v jadre a po oporebení prvotne kaleneného povrchu sa tento repasuje tvrdonávarmi. Tento proces repasovania je možné uplatňovať na nástroji niekoľkonásobne. Kritická miera opotrebenia závitovacieho nástroja sa prejaví spomalením a zastavením extrúzie brikety z komory. Samozrejme sa v praxi objavujú aj závitovky z bežných konštrukčných ocelí bez ďalšieho povrchového alebo tepelného spracovania, či dokonca závitovky vyrobené zvarovaním jadra a plechového závitov. Tieto však nie je možné použiť pre lisovanie drevnej biomasy a surovín, kde sa na zhutnenie vyžadujú vyššie sily a pôsobí vyššia abrázia. Sú viac či menej vhodné na spracovanie len niektorých druhov poľnohospodárskych odpadov pri malých nepriemyselných výkonoch.



Obr. 8 Skladaná závitovka v lise

Lisovacia komora musí byť dostatočne pevná, aby odolala vnútorným lisovacím tlakom. Jednotlivé hubice v lisovacej komore musia kopírovať lisovaciu závitovku, svojou geometriou musia zabraňovať rotácii materiálu a zabezpečovať jeho axiálny posun. Ich geometria je volená tak, aby na jednej strane lisovacej komory kopírovali závitovku a na druhej strane plynulo prechádzali do požadovaného tvaru výlisku. Sú vysoko namáhané lisovacím tlakom, teplotou a predovšetkým abráziou, preto ich materiál musí byť na povrchu tvrdý a oteruvzdorný, v jadre húževnatý. Geometria lisovacej komory sa skladá v zásade z troch častí. Prvá časť kopíruje tvar závitovky (valcový, kužeľový). Touto časťou surovina kontinuálne postupuje a býva v nej predzhutnená zmenšovaním medzizávitového objemu. Dôležitým konštrukčným prvkom je v tejto časti komory pozdĺžne drážkovanie zabraňujúce rotačnému pohybu suroviny spolu so závitom, čím je zaručený jej kontinuálny axiálny pohyb. Druhá časť komory je kužeľová, do ktorej je závitovkou materiál vtlačovaný. Nasleduje kalibračná valcová časť lisovacej komory,



ktorá slúži na stabilizáciu brikety pod tlakom a lisovacou teplotou bez zmeny objemu, čím dochádza k vytváraniu silových väzieb medzi časticami výlisku. Vzhľadom na zložitý tvar lisovacej komory je táto vyskladaná z vložiek z kalenej nástrojovej ocele.

Autori sa v rámci svojej vedeckej činnosti dlhodobo venujú konštrukcii lisovacích nástrojov, ich geometrii a vplyvu konštrukčných parametrov na silové pomery na nástrojoch, na kvalitu produkcie a na celkový technologický proces lisovania biomasy. Svoje vedecké výstupy publikovali v prácach [1,2,3,4,5,6,7,8].

4 Záver

V čase globálnej plynovej a energetickej krízy sa technológie spracovania a produkci tuhých biopalív stávajú ešte aktuálnejšími. Príspevok je zameraný na konštrukciu briketovacích nástrojov a lisovacích komôr pre jednotlivé konštrukčné princípy briketovacích strojov. Cieľom príspevku je zhrnutie základných technologických a prevádzkových požiadaviek na konštrukciu lisovacích nástrojov pre briketovacie stroje a konštrukčnou praxou nadobudnuté vedomosti o nich, čo môže prispieť k rozvoju tejto oblasti technológií pre spracovanie biomasy ako obnoviteľného zdroja energie.

Pod'akovanie

Tento príspevok vznikol za podpory projektu APVV-19-0607 “Optimalizované progresívne tvary a netradičné kompozitné suroviny ušľachtilých biopalív” financovaného Agentúrou pre vedu a výskum.

Použitá literatúra

- [1] Matúš, M. & Kováčová, M., 2018. *Mechanizmus lisovania biomasy s ohľadom na geometriu lisovacej komory*. Bratislava: DolisGOEN, s.r.o.
- [2] Matúš, M. et al., 2014b. Progressive design of the briquetting double screw press. In *Etikum 2014 - Metrology and quality in production engineering and environmental protection : proceedings*. Novi Sad : University of Novi Sad, pp. 237-240.
- [3] Križan, P., Šooš, L., Pokusová, M. & Matúš, M., 2017. *Materiály pre nástroje zhutňovacích strojov*. Bratislava: F.X. spol. s.r.o.
- [4] Matúš, M. & Križan, P., 2012. Vývoj progresívnej konštrukcie stroja pre briketovanie biomasy. In *Briketovanie a peletovanie 2012 : zborník prednášok zo 6.ročníka medzinárodnej konferencie*. Bratislava : STU v Bratislave, pp. 117-123.
- [5] Matúš, M. & Križan, P., 2012. Modularity of pressing tools for screw press production solid biofuels. *Acta Polytechnica*, 52(3), pp. 71-76.
- [6] Križan, P., Šooš, L. & Matúš, M., 2010. Optimisation of briquetting machine pressing chamber geometry. *Machine Design*, pp.19-24.
- [7] Križan, P., Matúš, M. & Vukelič, D., 2009. Optimalizácia konštrukcie lisovacej komory briketovacieho lisu. *ERIN : Sborník přednášek, 3.ročník mezin. konference mladých výzkum. pracovníků a doktorandů*, Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, pp. 10.
- [8] Matúš, M. et al., 2011. Analysis of tool geometry for screw extrusion machines. In *Aplimat 2011. Proceedings*. Bratislava : FX s.r.o., pp.415-425.