

Výskumný ústav papiera a celulózy, a.s.

Pulp and Paper Research Institute
Dúbravská cesta 14, 841 04 Bratislava



VÝSKUMNÁ SPRÁVA

Názov projektu: Optimalizácia využitia drevnej suroviny nižšej kvality na Slovensku

Názov etapy 1: Analýza doterajších vedecko-výskumných a praktických poznatkov o ťažbovo-výrobných technológiách mechanického a chemického spracovania, energetického využitia drevnej suroviny nižšej kvality v SR a v zahraničí a hodnotenie ťažbových možností

Názov správy: **Procesy spracovania dreva nižšej kvality.**

Časť III: Technológie na výrobu energonosičov

Autori správy: Ing. Alois Vojta, Ing. Vladimír Ihnát, PhD., Ing. Peter Medo, Mgr. Albert Russ

Číslo projektu: APVV-16-0487
tel.: +421-(0)2-911 728 622

VS: priebežná správa

PROCESY SPRACOVANIA DREVA NIŽŠEJ KVALITY

A. MECHANICKÉ TECHNOLOGIE

1. Výroba aglomerovaných drevných materiálov:

- a. výroba drevotrieskových dosiek
- b. výroba dosiek s orientovanými trieskami
- c. výroba drevovláknitých dosiek
- d. výroba dosiek na báze drevných častíc so silikátovou matricou
- e. výroba materiálov na báze drevených triesok alebo vlákien s nasmerovaným použitím

2. Ostatné výroby:

- a. výroba reziva a prírezov
- b. výroba paliet
- c. výroba drevených obalov
- d. výroba drevených bubnov
- e. výroba prvkov záhradnej architektúry a chovateľstvo zvierat
- f. výroba doplnkov z guľatiny pre detské ihriská

B. CHEMICKÉ TECHNOLOGIE

- a) výroba buničiny
- b) hydrolýza dreva
- c) pyrolýza dreva
- d) extrakcia dreva

C. TECHNOLOGIE NA VÝROBU ENERGO NOSIČOV

- a) výroba palivového dreva
 - a. výroba energetickej štiepky
 - b. výroba drevených briekiet a peliet



Obr.1 Sklad vlákninového dreva a manipulácia s ním

C. Technológie na výrobu energonosičov

Základné pojmy

Palivo

Ako palivo pre priame spaľovanie biomasy sa využíva buď biomasa v neupravenom stave, teda v podobe kusového dreva alebo biomasa v upravenom, tzv. zušľachtenom stave, ako drevná štiepka, pelety, brikety. Pod pojmom zušľachtovanie sa v tomto prípade myslí zmenšenie objemu zväčša odpadnej biomasy, a to najmä lisovaním. Je výhodným spôsobom narábania s odpadmi z lesnej ťažby dreva a drevospracujúceho priemyslu, čím sa zvýši hospodárnosť využívania vytŕaženého dreva v prospech energetiky.

Kusové drevo – predstavuje základnú formu drevnej hmoty, ktorá si priamo po ťažbe nevyžaduje výraznejšie úpravy. Je dôležité sústrediť sa na vlhkosť spaľovaného dreva, pretože tá úzko súvisí s výhrevnosťou. Pri správnom spaľovaní a nízkom obsahu vody drevo veľmi dobre horí, obsah popola vtedy tvorí iba 1% pôvodnej hmotnosti, nevznikajú pri jeho spaľovaní sadze, čím sa predchádza zanášaniu dymového potrubia a znižovaniu životnosti spaľovacieho zariadenia. Nízkemu obsahu vody v dreve odpovedá približne 15 - 20 % vlhkosť a bežne sa táto hodnota pohybuje okolo 25%. V závislosti na bežnej vlhkosti dreva je výhrevnosť približne 14 MJ/kg. Tieto hodnoty sú závislé na druhu dreviny spaľovaného dreva. Preto je potrebné pred spaľovaním dreva dbať na jeho kvalitné vysušenie. Ako najlepší spôsob sušenia je považované prirodzené sušenie na vzduchu, ktoré by malo v klimatických podmienkach SR trvať 2 až 2,5 roka v porezanom a naštiepanom stave.

Drevná štiepka – jedná sa o rôznorodú surovinu, ktorá je tvorená drevom, kôrou, ihličím, zelenými listami, vetvičkami a nedrevenou prímiesou. Vyrába sa z odpadov lesného hospodárstva a z odpadov drevospracujúceho priemyslu. Tvarovo je štiepka tvorená elementami s dĺžkou v rozmedzí od 5 do 50 mm, šírkou od 5 do 30 mm a hrúbkou od 5 do 15 mm. Štiepka sa podľa obsahu drevnej hmoty delí na nasledovné druhy:

- zelená štiepka (lesná) – obsahuje drevnú hmotu a taktiež kôru a stromovú zeleň
- hnedá štiepka – obsahuje len drevo a kôru stromov
- biela štiepka – obsahuje len drevo bez kôry

Z energetického hľadiska je významná najmä výhrevnosť danej štiepky. Tá závisí nielen na druhu dreviny, ale hlavne na vlhkosti. Za optimálnu vlhkosť štiepky pri spaľovaní sa považuje 30 - 35 %. Štiepka s nižšou vlhkosťou má pri horení explozívny charakter a veľká časť energie môže prostredníctvom horúcich dymových plynov uniknúť bez využitia do atmosféry. Taktiež ani štiepka s vyšším podielom vody, v rozmedzí 50 - 60 % nie je vhodná, pretože výrazne znižuje účinnosť spaľovacieho procesu a pri vlhkosti 60 - 70 % je dokonca výhrevnosť štiepky taká nízka, že spaľovací proces sa stáva neudržateľným a oheň zhasne. Výhrevnosť štiepky pri vlhkosti 30 % je približne 12,8 MJ/kg. Oproti drevu v klasickom stave má tú výhodu, že rýchlejšie schne a je vhodná pre automatickú prevádzku. Naopak za nevýhodu môžeme považovať jej krátkodobú skladovateľnosť, pretože štiepka podlieha chemickým procesom a činnosti húb a plesní, ktoré zvyšujú vlhkosť skladovanej štiepky, a

tým ju znehodnocujú pre energetické využitie. Odporúčaná doba spotreby vyrobenej štiepky sa pohybuje v rozmedzí 15 dní a za najdlhšiu možnú dobu spotreby sa uvádzajú 3 mesiace. Drevné štiepky sú vhodné pre spaľovanie v kotloch s vyššími výkonmi, ktoré sa používajú najmä v kotolniach väčších objektov alebo v centrálnych zdrojoch tepla.

Pelety – patria medzi relatívne novú formu palív z biomasy. Tvarovo sú to elementy granulovitého typu, kruhového prierezu s priemerom 6 - 8 mm a dĺžkou 10 - 30 mm. Pelety sa vyrábajú lisovaním za veľkých tlakov až niekoľko desiatok megapascalov a teploty, pri ktorej jedna so zložiek biomasy – *lignin* plastizuje a tvorí tak kvalitné spojivo. Tento proces dodáva peletám stály tvar a hustotu v priemere 1180 kg/m³. Navyše ešte lignín zabráňuje peletám v dodatočnom prijímaní vlhkosti, čo zabezpečuje bezproblémové skladovanie. Materiál na výrobu peliet tvorí výhradne odpadný materiál, akým sú piliny, hobliny a i. Delia sa na:

- drevné pelety - vyrábajú sa zlisovaním pilín, drevnej štiepky v prevedeniach:
 - biele - vyrábané z čistej drevnej hmoty, najmä pilín
 - tmavé - vyrábané z pilín zmiešanými s kôrou.
- alternatívne pelety sa vyrábajú lisovaním rastlinnej biomasy v prevedeniach:
 - agropelety - vyrábané z poľnohospodárskych komodít a rastlinných odpadov, ako sú energetické rastliny, slama, atď.
 - ostatné - vyrábané zo zmesi rastlinnej biomasy a napríklad papiera alebo kalov ČOV

Medzi výhody peliet patrí najmä ich veľmi nízka vlhkosť, ktorá sa pohybuje na úrovni 8 - 10 % a spolu s vysokou hustotou dosiahnutou lisovaním z nich robí z hľadiska energetickej výdatnosti významného konkurenta pevným fosílnym palivám. Výhrevnosť peliet so spomínanou vlhkosťou sa pohybuje v rozmedzí od 17 až do 20 MJ/kg. Takisto vďaka svojmu charakteru sú vhodné na poloautomatickú alebo plne automatickú prevádzku spaľovacích zariadení. Naopak nevýhodou zostávajú vyššie výrobné náklady z dôvodu energetickej náročnosti výroby.

Brikety - sú svojimi energetickými vlastnosťami, spôsobom výroby a druhom použitej biomasy na výrobu veľmi podobné peletám. Rovnako ako pelety sa vyrábajú lisovaním za vysokých tlakov a za zvýšenej teploty, ktorá zaručuje vznik plastického pojiva z lignínu a ich relatívnu pevnosť. Hustota vylisovaných brieket sa pohybuje okolo hodnoty 1200 kg/m³ a výhrevnosť dosahuje hodnotu až 19 MJ/kg. Hlavný rozdiel medzi peletami a briketami je v ich tvare a rozmeroch. Na rozdiel od peliet, ktoré sú relatívne malé elementy valcového tvaru, brikety sa vyrábajú buď ako valce o priemere 80 - 90 mm alebo ako hranoly s rozmermi 150 x 70 x 60 mm. Čo sa týka dostupnosti tuhých biopalív, v SR sú firmy, ktoré sa špecializujú na výrobu tuhých biopalív. Navyše v súčasnosti existujú firmy, ktoré sa zaoberajú nielen výrobou a skladovaním, ale rovnako i pravidelným rozvozom priamo k zákazníkovi, čo výrazne zvyšuje komfort používania týchto palív.

Spaľovanie

Proces spaľovania biomasy, je reakcia exotermická. Podstatou je spaľovanie horľavých zložiek paliva a následné uvoľňovanie tepla. Toto teplo je prostredníctvom spalín privádzané

na výmenníky tepla a odovzdávané teplotonému médiu. Ako teplotoné médium sa najčastejšie využíva voda, vodná para, vzduch prípadne olej. Spaľovanie má však viacero fáz, ktoré sú vlastné pre všetky typy termochemických premien. V počiatocnej fáze pôsobením tepla dochádza k uvoľňovaniu vlhkosti v podobe vodnej pary, nazývame ju *fáza sušenia*. Nasleduje fáza, pri ktorej sa za zvýšenej teploty uvoľňuje prchavá plynná zložka paliva, nazývame ju *fáza pyrolýzy*. Ak sa v ďalšom priebehu dosiahne požadovaná teplota na vznietenie horľaviny a bude zabezpečený dostatočný prísun vzduchu, zahájí sa *fáza oxidácie*, teda spaľovanie uvoľnenej plynnej zložky horľaviny a zostatku pevného uhlíku v palive. Konečným výstupom z procesu spaľovania je vzniknutá tepelná energia a odpad. Medzi používané princípy spaľovania patria:

- spaľovanie na rošte - patrí medzi najstaršie riešenia. Základom je rošt, ktorého hlavnou funkciou je prevzdušňovať celý priestor nad ním a zabezpečovať tým optimálny prebytok vzduchu, taktiež udržiavať palivo v ohnisku pokým neprebehne jeho spálenie, ďalej zhromažďovať, prípadne odvádzať tuhý nespálený zvyšok z ohniska a umožniť zmenu výkonu spaľovacieho zariadenia. V dnešných roštových spaľovacích zariadeniach sú používané viaceré konštrukčné prevedenia roštov. Ako *nepohyblivé rošty* sa využívajú u spaľovacích zariadení malých výkonov a ako *pohyblivé rošty* u zariadení s väčším výkonom. Pohyb roštu prináša so sebou viaceré výhody, ako je možnosť jeho chladenia, a tým predĺženia jeho životnosti, či podpora lepšieho prehorenia paliva pomocou premiešania spaľovanej vrstvy na rošte
- spaľovanie so spodným prívodom paliva - je v súčasných spaľovacích zariadeniach veľmi rozšírené. V tomto prípade je palivo privádzané, najčastejšie šnekovým dopravníkom na rošt zospodu pod už horiacu vrstvu. Aby bolo možné privádzanému palivu dodať dostatočné teplo na prebehnutie spaľovacieho procesu, musí byť nad roštom umiestnené keramické reflexné teleso, ktoré odráža tepelné žiarenie späť do ohniska a vytvára tak vhodné podmienky pre spaľovanie. Spaľovací vzduch je k roštu privádzaný v rovnakom smere ako palivo, teda zospodu. Po vyhorení paliva je popol privádzaným palivom vytláčaný do okrajov roštu, kde prepadá do popolníkov
- spaľovanie vo fluidnej vrstve - podstatou je fluidná vrstva tvorená inertným materiálom (materiál nereagujúci s okolitým prostredím). Jedná sa o vrstvu schopnú akumulovať veľké množstvo tepelnej energie, ktorá je využívaná na spaľovanie privádzaného paliva. Spaľovací vzduch je vháňaný zo spodnej časti spaľovacej vrstvy a vytvára jej fluidný stav, tzn. vrstva sa správa ako tekutina. Rýchlosť privádzaného vzduchu musí mať vyššiu hodnotu ako je rýchlosť fluidizácie, aby bol daný fluidný stav vytvoriteľný. Rýchlosťou privádzaného vzduchu ovládame výšku fluidnej vrstvy, a tým i výkon zariadenia. Výhodou tohto princípu spaľovania je možnosť použitia aj paliva s vyššou mierou vlhkosti, keďže stabilitu procesu zabezpečuje naakumulovaná tepelná energia vrstvy. Navyše sa dosahuje účinnejšieho spaľovania, keďže palivo je vo fluidnej vrstve vystavené vysokej teplote po dlhšiu dobu, dochádza k jeho lepšiemu prehoreniu a tým znižovaniu množstva emisií.

Spaľovacie zariadenie

Za spaľovacie zariadenie (kotel) označujeme zariadenie, ktoré je schopné v procese horenia uvoľňovať energiu paliva v podobe tepla. Následne sme schopní toto teplo účelne využívať na

vykurovanie obytných priestorov alebo ohrev úžitkovej vody. Základným rozdelením spaľovacích zariadení je rozdelenie na:

- lokálne zdroje tepla (krby, kachle)
- spaľovacie zariadenia (kotly) na ústredné vykurovanie:
 - malých výkonov (20 - 60 kW)
 - stredných výkonov (100 kW - 5 MW)
 - veľkých výkonov (viac ako 5 MW)

Lokálne zdroje tepla sa spravidla využívajú na vykurovanie priestoru, v ktorom sa nachádzajú, pretože pre prenos tepla do okolitého prostredia využívajú tepelnú konvekciu (prenos tepla prúdením) a radiáciu (prenos tepla žiarením) a ako teplonosné médium vzduch. Lokálne zdroje tepla využívajú princíp spaľovania na rošte, preto sa ako palivo využívajú tuhé biopalivá (kusové drevo, brikety, pelety). Nevýhodou je nutnosť častejšej manipulácie s palivom a odpadom, čo má za následok zvýšenú prašnosť, avšak v súčasnosti už existujú krby či kamná s výrazne zautomatizovanou prevádzkou, ktorá sa týka najmä prívodu paliva. Naopak výhodou je ich relatívne lacná prevádzka, a preto sa často využívajú ako doplnkové zdroje tepla k ústrednému vykurovaniu, čím sa znižujú celkové náklady na vykurovanie.

Spaľovacie zariadenia na ústredné vykurovanie sú určené na rozvod tepla do všetkých priestorov daného objektu, ktorý sa uskutočňuje teplonosným médiom, najčastejšie vodou. Jedná sa o zariadenia využívajúce všetky dostupné princípy a riešenia spaľovacieho procesu, ktoré majú prispievať k zvyšovaniu efektívnosti týchto zariadení a komfortu ich používania. Preto je v súčasnosti okrem manuálneho prísunu paliva možné využívať i zariadenia s automatickou prevádzkou, kde je obslužný zásah nutný len občas, a to podľa veľkosti zásobníku paliva a popola. Pre zariadenia ústredného vykurovania sa využíva všetkých princípov spaľovania, ktoré boli uvedené vyššie, a to podľa ich výkonu. Pre zariadenia menších až stredných výkonov sa využíva spaľovanie so spodným prívodom paliva, či spaľovanie na rošte. U zariadení väčších výkonov je využívané spaľovanie vo fluidnej vrstve. Dôležitým ukazovateľom pri určovaní v akej miere je dané spaľovacie zariadenie schopné premieňať viazanú energiu v palive na energiu tepelnú, a teda spĺňať svoj základný účel, je účinnosť zariadenia.

Odpad zo spaľovania

Odpadom zo spaľovania biomasy sú emisie spalín a popol. Emisie sú tvorené hlavne zlúčeninami CO_2 a H_2O , ktoré sú výsledkom dokonalého spaľovania a ďalšími látkami, ktoré sú už považované za znečisťujúce. V prvom rade je znečisťovanie spôsobené oxidom uhoľnatým (CO), ktorý je produktom nedokonalého spaľovania a oxidmi dusíka (NO_x), ktoré sú sprievodným produktom spaľovacieho procesu. Veľkou výhodou spaľovania biopalív je nízky obsah síry, a teda i emisií SO_2 . Všetko sú to pre organizmus škodlivé látky, preto je potrebné zabráňovať ich uvoľňovaniu do ovzdušia. Ďalším odpadným produktom je popol. Popol z biomasy je využiteľný ako hnojivo pre pôdu, keďže obsahuje veľa minerálnych látok, ktoré práve z pôdy pochádzajú, čím sa zabezpečí cirkulácia živín a zvýši sa kvalita pôdy.

K nevýhodám pri priamom spaľovaní biomasy patrí hlavne možný vznik korózie na vnútorných častiach spaľovacích zariadení pôsobením niektorých látok a vlhkosti a nízka teplota tavenia popola.

Splyňovanie

Splyňovanie je ďalším z radu termochemických premien biomasy. Na rozdiel od priameho spaľovania, sa jedná o technológiu, pri ktorej vznikajú energeticky využiteľné produkty, ako drevené uhlie alebo nízkovýhrevný generátorový plyn, ktorý je nutné, podľa typu spaľovacieho zariadenia, kde bude ďalej využívaný, pred využívaním podrobiť kvalitnej filtrácii, aby sa odstránili nežiaduce zložky v podobe dechtu, prípadne prachu. Splyňovanie je proces, pri ktorom sme schopní z biomasy s nízkou hodnotou (odpady) vytvoriť energeticky významné produkty.

Najčastejšie sa ako palivo na splyňovanie používa palivové drevo, či odpadné drevo v podobe pilín alebo štiepky. Často sa pretvára aj kusové palivové drevo zámerne na štiepku, a to z dôvodu jej lepších vlastností pri splyňovacom procese. V niektorých prípadoch sa môže na splyňovanie využiť aj slama. Možnosť využívania jednotlivých druhov biomasy v procese splyňovania závisí i od typu splyňovacieho zariadenia.

Splyňovanie biomasy prebieha v reaktoroch, ktoré sa nazývajú splyňovače. V súčasnej dobe existuje niekoľko druhov splyňovačov a ich delenie podlieha rôznym kritériám. Uvedieme si rozdelenie splyňovačov podľa kritéria, ktoré najviac ovplyvňuje proces splyňovania, a tým je rozdelenie podľa konštrukcie splyňovacieho reaktoru:

- s pevným lôžkom,
 - spoluprúdne
 - protiprúdne
 - s krížovým tokom
- s fluidnou vrstvou
 - so stacionárnou fluidnou vrstvou
 - s cirkulujúcou fluidnou vrstvou

Proces splyňovania je technologicky veľmi náročný z dôvodu, že pozostáva z viacerých na seba nadväzujúcich krokov. Vo väčšine prípadov sa splyňuje za prístupu vzduchu a celý proces má nasledujúci priebeh:

SUŠENIE → PYROLÝZA → OXIDÁCIA → REDUKCIA

V počiatočnej fáze sušenia, ktorá prebieha do teploty okolo 200 °C, sa jedná hlavne o uvoľňovanie vlhkosti v podobe vodnej pary. Táto fáza je silno endotermická a vyžaduje si kontinuálny prívod tepla. Zo zvyšujúcou sa teplotou od 200 °C až 500 °C v splyňovacom zariadení proces pozvoľne prechádza do fázy pyrolýzy, u splyňovacieho procesu sa uplatňuje tzv. *rýchla pyrolýza*. Táto fáza prebieha bez prístupu vzduchu a pri vysokých rýchlostiach. Jej podstatou je štiepenie zložitých väzieb organických zlúčenín a vytváranie kvalitatívne nových produktov plynného (CO, CO₂, CH₄), kvapalného (decht) a tuhého skupenstva (uhlík C vo

forme dreveného uhlia). Po skončení fázy pyrolýzy, splyňovací proces prechádza do fázy oxidácie, ktorá prebieha v podstate paralelne s redukčnou fázou. V oxidačnej fáze prebiehajú exotermické reakcie a teplo z nich je použité pri reakciách endotermických vo fáze redukčnej. Tieto dve posledné fázy v podstate tvoria vlastný proces splyňovania. K splyňovaniu biopaliva dochádza za pomoci splyňovacích médií kyslíka (O_2), oxidu uhličitého (CO_2), vodnej pary (H_2O), ktoré sú poväčšine obsiahnuté v privádzanom vzduchu. Splyňuje sa uhlík (C) viazaný na drevenom uhlí vzniknutom v pyrolýznej fáze za vysokých teplôt.

Výsledkom je generátorový plyn zložený z oxidu uhoľnatého (CO), vodíku (H_2), metánu (CH_4) a ďalších zložiek, ako sú dechtové pary, prach a dusík. Veľkým problémom sú práve toxické dechtové pary obsiahnuté v plyne. Preto aby bol využiteľný ako bezproblémové palivo pre spaľovanie, je nutné ho čistiť pomocou vysokokvalitných filtrov. Ak by sme chceli vyrobiť kvalitnejší syntézny plyn (obsahuje len CO a H_2), je potreba splyňovať za veľmi vysokých teplôt (okolo 900 °C), ktoré zabezpečia redukcii dechtov a s jediným splyňovacím médiom v podobe čistého kyslíka.

Rovnako ako u iných termochemických premien i u splyňovania vzniká odpad v podobe emisii spalín a popola, ktorý je tvorený zväčša oxidmi minerálnych látok. Tie pochádzajú priamo s pôdy a preto je daný popol vhodný na pôdne hnojenie.

Pyrolýza

Podstatou pyrolýzneho procesu je výroba viacerých druhov energetických produktov (pyrolýzny olej, plyn, drevené uhlie). Procesom pyrolýzy sme schopní získavať z rôznych druhov biomasy energetické produkty plynné (CO, H_2 , CH_4), kvapalné (pyrolýzny olej) alebo tuhé (drevené uhlie). Zmenou určitých vlastností procesu (teplota, rýchlosť, reakčná doba a i) môžeme podľa potreby meniť druh výstupných energetických produktov. Práve podľa druhu výstupnej suroviny, rozdeľujeme pyrolýzu na:

- Pomalá pyrolýza (karbonizácia) - proces prebiehajúci pri teplote okolo 450 °C s pomalým zahrievaním a dlhou dobou vyparovania. Vznikajúce plynné, kvapalné a tuhé produkty sú kvantitatívne približne v rovnováhe, avšak podstatou je výroba tuhého produktu v podobe dreveného uhlia
- Rýchla pyrolýza
 - proces s teplotou okolo 500 °C, vysokou rýchlosťou zahrievania a relatívne krátkou dobou vyparovania (menej ako 1 sekunda), produkuje vo zvýšenej miere kvapalné produkty (približne 65 % použitej biomasy)
 - proces s teplotou okolo 800 °C, vysokou rýchlosťou zahrievania a krátkou dobou vyparovania, produkuje najmä plynné produkty (približne 80 % použitej biomasy). Celý proces pyrolýzy začína za pôsobenia nižších teplôt (150 °C), kedy dochádza k odparovaniu vody a uvoľňovaniu niektorých plynov (CO_2 , CH_4 , N_2). V rozmedzí teplôt 200 – 300 °C sa z horľaviny odštiepuje tzv. reakčná voda (CO, CO_2 , H_2S). Zvýšením teploty na hodnotu 300 – 400 °C dochádza k rozkladu horľaviny za vzniku dechtových pár a uvoľňovaniu plynných zložiek (CO, CO_2 , CH_4). V rozmedzí teplôt 400 – 550 °C pokračuje rozklad horľaviny a tvorí sa amoniak (NH_3). Pri zvýšení teploty na 550 – 600

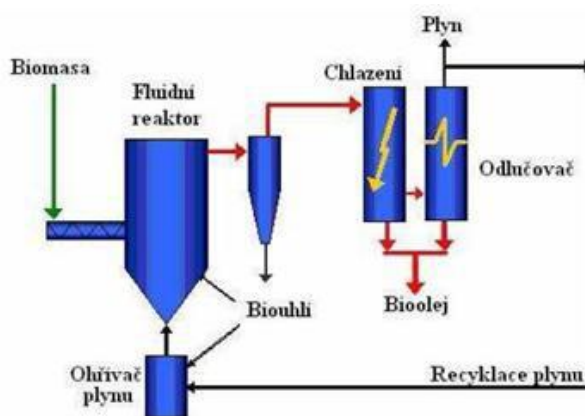
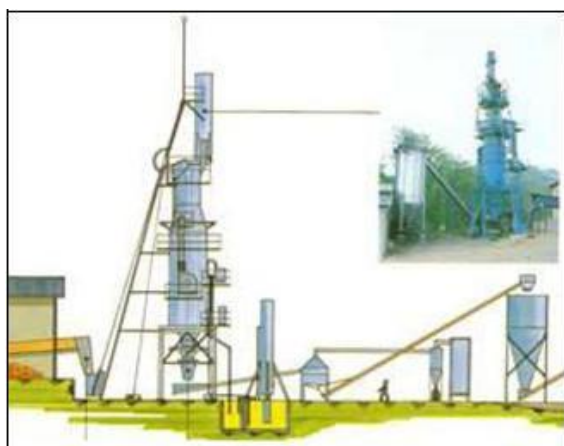
°C sa prestávajú tvoriť dechtové pary a vzniká produkt na báze koksu (polokoksu). A nakoniec v rozmedzí teplôt 600 – 1000 °C dochádza k uvoľňovaniu už len plyných zložiek horľaviny, redukcii metánu (CH_4) a zvyšovaniu objemového množstva vodíka (H_2).

Zariadenia na pyrolýzu sa delia na základe druhu požadovaného výstupného produktu, čo je vlastne delenie na základe typu pyrolýzneho procesu. Pre proces pomalej pyrolýzy, a teda výrobu dreveného uhlia pálením dreva bez prístupu vzduchu za nižších teplôt (karbonizácie) sú určené zariadenia:

- karbonizačné pece
- retorty

Pre proces rýchlej pyrolýzy je podstatou výroba kvapalného biopaliva, ktoré vzniká za zvýšených teplôt (500 °C). Zariadenie vhodné na výrobu pyrolýzneho oleja je:

- fluidné pyrolýzne zariadenie na báze reaktoru



Obr.2 Karbonizačná retorta (vľavo) a schéma fluidného pyrolýzneho zariadenia (vpravo)

1. Výroba palivového dreva

Palivové drevo bolo ešte nedávno na okraji záujmu lesníkov aj drevárskych firiem. Situácia sa ale zmenila v súvislosti s vývojom trhu s energiami a biomasou. Do popredia sa dostávajú predovšetkým vzťahy medzi sortimentom, technologickou kvalitou a trhovou cenou dreva.

Dreviny na výrobu palivového dreva:



Buk – najobľúbenejšie tvrdé, palivové drevo s výbornou výhrevnosťou. Naštiepané rýchle vysychá, treba ho chrániť pred vlhkom, inak podlieha skaze, tzv. „gnie“. Vhodné na údenie.



Dub – tvrdé, pevné, palivové drevo, výborne sa štiepe, má podobne vynikajúcu výhrevnosť ako buk. Má príjemnú vôňu (po víne, whisky) a krásnu farbu. Odolné voči vode aj vlhkosti. Vhodné aj na dlhodobé skladovanie (3 a viac rokov).



Hrab – čisté, biele, veľmi húževnaté, tvrdé, ťažko štiepatelné drevo s vysokou výhrevnosťou. Treba ho tiež chrániť podobne, ako buk, pred vlhkosťou, aby nehnilo.



Breza – stredne tvrdé drevo. Najvhodnejšie do otvorených kozubov, pretože nevystreľuje horúce uhlíky z ohňa. Najlepšie skladovať naštiepané a chrániť pred vlhkom.



Jaseň – tvrdé, dobre štiepatelné, vysoko výhrevné drevo, odolné voči vlhkosti, vlastnosťami ako dub.



Javor – tvrdé palivové drevo, podobné ako buk.



Brest – tvrdé drevo, ťažko štiepatelné, podobné ako dub



Čerešňa, hruška, slivka, jabloň – vhodné na údenie.



Smrek, jedľa, borovica, smrekovec – mäkké, ihličnaté, palivové drevo. Dobré na rozkurovanie, na rýchle dosiahnutie vysokej teploty, pre následné prikladanie tvrdého palivového dreva. Horením ihličnatého palivového dreva vzniká veľa drevoplynu, preto je veľmi vhodné do splynovacích kotlov.

Technické parametre palivového dreva stanovuje európska norma *EN 14961-5 Tuhé biopalivá – Špecifikácie a triedy palív – Časť 5: Palivové drevo pre maloodberateľov*.

Špecifikácia podľa EN 14961

V súčasnej dobe je palivové drevo obecné špecifikované v prvej časti EN 14961, tab.7. Palivové drevo pre maloodberateľov, to znamená pre menšie spaľovacie zariadenia, napr. v domácnostiach a malých komerčných budovách alebo budovách pre verejný sektor je

specifikované v norme EN 14961, časť 5. Palivové drevo sa nerozdeľuje na tvrdé a mäkké, ako sme boli pred tým zvyknutý, ale delí ho až do troch kategórií podľa toho, z akej časti stromu je palivové drevo získané a aké má fyzikálno-chemické vlastnosti.

Pre palivové drevo pre maloodberateľov je zdroj suroviny špecifikovaný vo všeobecnej časti normy STN EN 14961-1 v tab.1, z ktorej sa pri popise vychádza. Jedná sa o:

- celé stromy bez koreňov
- kmeňové drevo
- zvyšky po ťažbe dreva
- chemicky neošetrené drevné zvyšky

Na základe použitej suroviny a vlastností palivového dreva sú potom určené tri kategórie paliva, ktoré sú označené ako A1, A2 a B. Najvyššou kvalitou disponuje palivové drevo triedy A1, potom triedy A2 a palivové drevo triedy B vykazuje najhoršie parametre. Dôležité je upozornenie, že ako palivové drevo nemôže byť použité chemicky ošetrené drevo alebo drevo zo stavebných demolií.

Tab.1: Kvalita palivového dreva podľa STN EN 14961-1 (obecné požiadavky) a EN 14961-4 (pre maloodberateľov)

Normatívna vlastnosť	STN EN 14961-1	EN 14961-5 A1	EN 14961-5 A2	EN 14961-5 B
Normatívne				
Dĺžka (cm)	L20- až L100+	L20 až L100	L20 až L100	L33 až L100
Priemer (cm)	D10 až D35+	D2 až D15+	D2 až D15+	D15 až D15+
Voda – mokrý stav (hmotnostné %)	M10 až M55+	M20 až M25	M20 až M25	M25 až M35
Voda – bezvodý stav (hmotnostné %)	-	U25 až U33	U25 až U33	U33 až U54
Objem /hmotnosť	určiť	určiť	určiť	určiť
Povrch odrezku	hladký a rovný/hrbolatý	hladký a rovný	bez požadavkov	bez požadavkov
Pleseň a hniloba	určiť % nad 10 %	bez viditeľnej hniloby	max. 5 %	nad 10 %
Podiel deleného množstva	min. 85 %	min. 90 %	min. 50 %	bez požadavkov
Informatívne				
Hustota energie	určiť	určiť	určiť	určiť
Spôsob sušenia	-	prirodzene/umelo	prirodzene/umelo	prirodzene/umelo

Kvalita palivového dreva

Kvalita palivového dreva je charakterizovaná parametrami uvedenými vyššie. Jednotlivé triedy paliva (A1, A2 a B) sa od seba odlišujú pôvodom a zdrojom suroviny, kedy triedy A1 a A2 sú vyrábané z kvalitnejšej suroviny, čo sa potom prejaví na ich fyzikálno - chemických

vlastnostiach. Druh dreva, z ktorého je palivové drevo vyrobené, nie je špecifikovaný, určuje sa až na základe dodávky odberateľovi alebo na základe vopred dohodnutých dodávateľsko-odberateľských vzťahov. Pre určenie druhu dreva sa môže využiť norma STN EN 13556 (48 0010) *Gulatina a rezivo – Obchodné názvy dreva používaného v Európe*. Ak palivové drevo obsahuje rôzne druhy drevín, musí byť prevažujúci druh dreviny uvedený ako prvý.

Priemer a dĺžka

Pre dané palivové drevo sa z tabuľky vyberie jeho priemer a dĺžka a tiež obsah vody. Palivové drevo tried A1 a A2 sa od palivového dreva triedy B odlišuje v hodnotách priemeru, dĺžky, obsahu vody v mokrom a v suchom stave a tiež prítomnosťou plesne, prípadne hniloby. Kratšiu dĺžku a menší priemer má palivové drevo tried A1 a A2. Existuje tu však rozdelenie na viac jednotlivých veľkostí (celkom päť pre dĺžku aj priemer) ako u paliva triedy B (celkom tri pre dĺžku a dve pre priemer).

Obsah vody

Obsah vody je v obecnej norme rozdelený na desať tried od 10 % objemových do viac ako 55 % objemových (vždy po 5 %), do ktorých je možné palivo zaradiť. Pre maloodberateľov sa stanovujú dva obsahy vody: M – v mokrom stave a U - v bezvodom stave. Obsah vody by nemal byť menší ako 12 % objemových v mokrom stave. Interval obsahu vody v palivovom dreve pre maloodberateľov v mokrom stave je zúžený na dve triedy; u palív kategórií A1 a A2 na 20 a 25 objemových percent a u palív kategórie B na 25 a 30 objemových percent.

Hustota energie

U palivového dreva sa stanovuje hustota energie prepočtom z výhrevnosti v bezvodom palive, aktuálneho obsahu vody a zo sypnej hmotnosti. Prepočet je uvedený v norme.

Spôsob sušenia

Norma tiež požaduje, aby u všetkých tried palivového dreva (A1, A2 a B) bolo určené, akým spôsobom bolo palivové drevo sušené. Či bol použitý prirodzený spôsob vysušenia okolitým vzduchom alebo umelý spôsob v sušiarňi za použitia horúceho vzduchu.

Ďalšie požiadavky

Ďalšími požiadavkami špecifikovanými v normách sú: podiel deleného množstva, povrch odrezku a určenie plesne a hniloby. Palivové drevo najvyššej kvality A1 by malo obsahovať viac ako 90 % naštiepaného palivového dreva, povrch odrezku by mal byť rovný a hladký a drevo by malo byť bez viditeľnej hniloby. Palivo triedy A2 by malo obsahovať minimálne 50 % naštiepaného palivového dreva, nie je v tomto prípade stanovená požiadavka na povrch odrezku a plocha viditeľnej hniloby by mala byť maximálne 5 % z povrchu palivového dreva. U paliva triedy B nie sú požiadavky na podiel deleného množstva, na povrch odrezku ani na obsah hniloby stanovené.

Špecifikácia palivového dreva pre maloodberateľov podľa vyššie uvedenej STN EN jednoznačne svojimi požiadavkami charakterizuje palivo kategórií A1, A2 a B. Vlastnosti - dĺžka, priemer, obsah vody, určenie objemu alebo hmotnosti, určenie povrchu odrezku,

podiel deleného množstva a obsah plesne alebo hniloby sú normatívne, tzn. že musia byť uvedené vždy a hustota energie a spôsob sušenia sú požiadavkami informatívnymi. Súčasťou normy je aj zodpovednosť výrobcu za kvalitu paliva, určenie fyzikálne - chemických vlastností, vrátane postupu, ako tieto parametre stanoviť. Norma poukazuje na skutočnosť, že kvalita paliva musí byť deklarovaná buď v prehlásení o kvalite paliva (podľa EN 15234-5) alebo na odpovedajúcom označení na balení paliva.



Obr.3 Palivové drevo v celých dĺžkach na lesnej skládke



Obr.4 Manipulační odrezky - krátke odrezky dreva do dĺžky 1 m, ktoré vznikajú priečnym prerezávaním kmeňov pri ich druhovalí. Je to drevná hmota nerovnakých veľkostí a kvality.



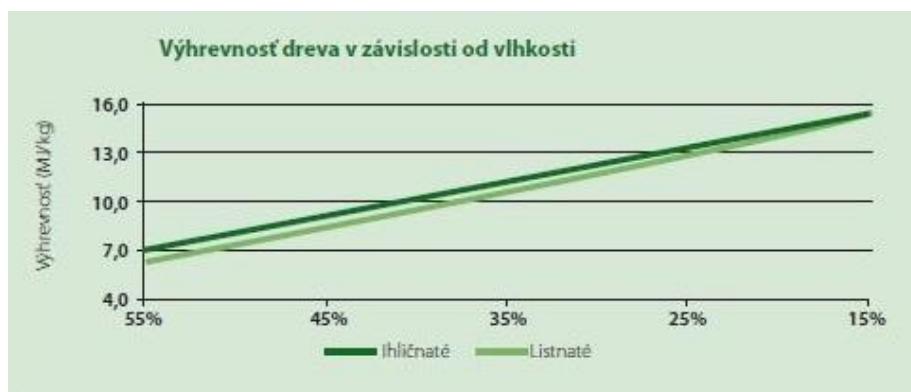
Obr.5 Palivové drevo sa dostáva do popredia záujmu obyvateľov

Jednotlivé sortimenty surového dreva sa vyrábajú pri triedení a manipulácii surového dreva z celých dĺžok. Pri správnom postupe by mal byť zachovaný princíp výroby od najkvalitnejších (najžiadanejších) druhov k tým najmenej kvalitným (najmenej žiadaným). Palivové drevo by teda malo byť sortimentom najmenej ceneným a dopytovaným.

Výhrevnosť palivového dreva

Výhrevnosť je veličina udávajúca aké množstvo tepla sa uvoľní spálením jednotkového množstva látky alebo zmesi. Výhrevnosť patrí medzi základné fyzikálne parametre palív. Jednotkou výhrevnosti je podiel energie a množstva. Podľa druhu posudzovanej zmesi môže byť výhrevnosť udávaná v:

1. **J.kg⁻¹** (Joule na kilogram - alebo častejšie v odvodených jednotkách kJ.kg⁻¹, MJ.kg⁻¹) pre posudzovanie výhrevnosti pevných a kvapalných palív
2. **J.m⁻³** (Joule na meter kubický - alebo častejšie v odvodených jednotkách kJ.m⁻³, MJ.m⁻³) pre posudzovanie výhrevnosti plyných palív, alebo výhrevnosti zmesi paliva so vzduchom
3. **J.mol⁻¹** (Joule na mól) pre posudzovanie výhrevnosti malých množstiev palív (napríklad pri výpočte chemických reakcií)



Obr.6 Výhrevnosť dreva v závislosti od vlhkosti

Tab. 2: Výhrevnosť niektorých druhov palivového dreva pri vlhkosti 25 %

Druh paliva	Objemová hmotnosť sušiny	Výhrevnosť
	[kg/m ³]	[MJ/kg]
Smrek	430	13,1
Jedľa	430	14,0
Borovica	510	13,6
Smrekovec	545	13,4
Topoľ	400	12,3
Jelša	480	12,9
Vrba	500	12,8
Breza	585	13,5
Jaseň	650	12,7
Buk	650	12,5
Dub	630	13,2
Hrab	680	12,1
Agát	700	12,7

Technologická akosť

Pri triedení a manipulácii dreva obecné platí princíp technologickej akosti a, teda jeho použiteľnosti pre určitú skupinu výrobkov z dreva. Akostné sortimenty tak zodpovedajú ich predpokladanému následnému využitiu, a to určuje drevársky spracovateľský priemysel. Limitujúcimi faktormi pre zaradenie dreva do sortimentu sú čapová hrúbka, dĺžka výrezov a

kvalitatívne parametre. Na tomto princípe sú riešené aj technické normy pre klasifikáciu sortimentov surového a, v ktorých platí „čím vyšší akostný sortiment, tým prísnejšie nároky na kvalitu“ (viď. napr. „STN 480055 - Ihličnaté sortimenty surového .Technické požiadavky“, „STN 480056 - Listnaté sortimenty surového dreva. Technické požiadavky).Technické normy sú pre klasifikáciu sortimentov surového a – vďaka rozmanitosti druhov výrob drevárskeho priemyslu – vyhovujúcim pomocným podkladom.

Správne meranie množstva

Pre serióznu výrobu palivového dreva a nasledovný predaj sú nevyhnutné znalosti týkajúce sa merania vyrobeného množstva polien. Surové drevo sa čo do množstva väčšinou nakupuje na odvoznom mieste v lese v objemových jednotkách m^3 čiže v plnometroch (plm). Hotový palivový výrobok sa predáva prevažne v priestorových mierach, ojedinele na hmotnosť.

Sortimenty palivového dreva:

Dlhé drevo na palivo – tvrdé listnaté drevo (buk, dub, hrab, javor, jaseň, brest), kmene v dĺžke 4 – 12 m. Treba si zaobstarat' veľký priestor na zloženie dreva,



Obr.7 Dlhé drevo na palivo



Obr.8 Metrovica

Metrovica – tvrdé listnaté palivové drevo narezané na 1 m dĺžky, od priemeru 30 cm preštiepané.

Palivové drevo neštiepané, narezané na polená (špalky) – guláče, narezané na dĺžky 25 cm, 33 cm, alebo 50 cm, neštiepané.



Obr.9 Palivové drevo neštiepané, narezané na polená



Obr.10 Ukladané štiepané palivové drevo v palete

Ukladané štiepané palivové drevo v palete – drevo narezané na 25 cm, 33 cm, alebo 50 cm naštiepané, štiepna hrana do 15 cm, uložené v paletách s vnútornými rozmermi 1 x 1 x 1 meter, alebo 1 x 1 x 2 metre.

Sypané štiepané palivové drevo – narezané, naštiepané, dĺžky 25 cm, 33 cm, alebo 50 cm, voľne nasypané a zmerané pomocou vzorca: $a \times b \times c$. Toto drevo stačí uložiť na dobre vetrateľné miesto, aspoň 10 cm od zeme.



Obr.11 Sypané štiepané palivové drevo



Obr.12 Vrecované palivové drevo

Vrecované palivové drevo – tzv. chatové drevo, naštiepané polená tvrdého dreva dĺžky 33 cm a hrúbky do 10 cm vrecované v rašlových vreciach o hmotnosti cca 15 kg.

Triesky na zakúrenie – slúžia na zapaľovanie ohňa, sú vyrobené zo suchého ihličnatého dreva, dlhé 22 cm, hrubé 1 – 2 cm, zviazané v balíkoch o priemere 20 cm.

Meranie palivového dreva

Každý kmeň v lese sa odmeria a na základe dĺžky a stredného priemeru sa pomocou tabuliek objemu dreva guľatiny meranej s kôrou (STN 48 00 09) zistí objem v m^3 . Základná jednotka dreva je $1 m^3$ (plnometer, kubík), predstavuje kocku o rozmeroch 1 x 1 x 1 meter plnú drevnej hmoty. Takto sa predáva dlhé drevo (kmene, guľatina). Ďalej sa stretávame s jednotkou priestorový meter - prm, čo predstavuje priestor o rozmeroch 1 x 1 x 1 meter uložených 1 m dlhých polien, alebo naštiepaných polienok. 1 prm má približne $0,60 m^3$. Ďalšou jednotkou pri palivovom dreve je priestorový meter sypaný – prms, čo predstavuje neurovnaný, voľne drevom rovnakej dĺžky nasypaný priestor s rozmermi 1 x 1 x 1 meter. 1 prms má približne $0,45 m^3$.

Jednotka:	Meter kubický (m3)	Priestorový meter (prm)	Priestorový meter sypaný (prms)
m3	1,00	1,66	2,20
prm	0,60	1,00	1,33
prms	0,45	0,75	1,00

Strojné zariadenia na výrobu palivového dreva:



Obr.14 Skracovací a štiepací automat na výrobu palivového dreva Japa 385 fy Laitilan Rautarakenne



Obr.15 Skracovací a štiepací automat na výrobu palivového dreva Japa s pohonom na traktorový motor fy Laitilan Rautarakenne



Obr.16 Procesor (štiepací automat) na výrobu palivového dreva HAKKI PILKE fy MAASELÄN KONE OY

Všetky procesory HAKKI PILKE majú jednoduchú robustnú konštrukciu a sú veľmi rýchlo rozložiteľné do pracovnej polohy. Procesory je možné poháňať vývodovým hriadeľom traktora alebo pomocou integrovaného elektromotora. Funkcie stroja sú ovládané hydraulicky

pomocou joysticku alebo pákovým ovládaním. Harvesterová rezacia kotúčová píla je vybavená automatickým mazaním a požadovaná dĺžka dreva v rozsahu od 20 do 60 cm je plynulo meraná opticky fotobunkou. Na štiepanie je možné použiť 4-, 6-, 8-, 12- a 16-dielne štiepacie nože z tvrdého kovu, ktorých výšku možno nastaviť hydraulicky.

Súčasťou štandardného vybavenia procesorov je privádzací a vykladací dopravník, ktorý môže byť hydraulicky vychýľovaný do strán o 2,0 m. Väčšina procesorov je vybavená hydraulickou pilou, ktorej pohyb je ovládaný tlačítkom na joysticku bez ohľadu na polohu píly. Reťaz sa pohybuje iba ak obsluha drží tlačítko na joysticku. Menšie procesory môžu byť riadené buď joystickom, alebo pákovým rozvádzačom. Väčšie zariadenia sú štandardne vybavené zariadením MULTISPEED, ktoré umožňuje automatickú voľbu intenzity prítlačnej píly štiepacieho noža od 4 do 30 ton.

Pre zvýšenie efektivity práce sú procesory vybavené hydraulickým podávacím stolom alebo iným zariadením na podávanie hmoty.



Obr.17 Výstup palivového dreva z procesora HAKKI PILKE fy MAASELÄN K



Obr.18 Hydraulický štiepací klin na výrobu palivového dreva Japa fy Laitilan Rautarakenne



Obr. 19 Čistiaci bubon na palivové drevo Japa fy Laitilan Rautarakenne.



Obr.20 Vak na palivové drevo spojený s paletou

Obr.21 Adjustovanie palivového dreva do prepravných vakov na štandardnej palete pomocou valcovej formy PackFix

Súčasný vývoj na trhu

Hlavné energetické trhy majú charakter prevažne monopolného prostredia (elektrina, ropa, plyn). Ceny všetkých energií rastú, čo umožňuje i rast cien kusového palivového dreva. Súčasné nižšie ceny preorientujú mnoho domácností na celoročné kúrenie drevom alebo minimálne prikurovanie mimo hlavnú vykurovaciu sezónu. Pravdepodobne sa priblížime v obľúbenosti kúrenia palivovým drevom nemecky hovoriacim krajinám - Rakúsku a Nemecku, kde hrá kúrenie palivovým drevom podstatnú roľu v systéme decentralizácie a sebestačnosti výroby tepla. Dopyt sa zvýši a s tým sa postupne zvýši aj cena dreva. Dá sa len špekulovať, kde sa zastaví rast cien ostatných energií a v akom pomere budú tieto ceny k lacnejšiemu drevu.

Pre zvyšovanie cenovej konkurencieschopnosti palivového dreva je potom dôležitá optimálna technológia výroby spojená s minimalizáciou výrobných nákladov. Na všeobecnom raste cien energií sa zhodne väčšina odborníkov. V drevárskom priemysle je situácia iná. Ceny drevárskych výrobkov zatiaľ stagnujú: Papier, celulóza, drevovláknité dosky, drevotriekové dosky a piliarske výrobky sa obchodujú na európskych aj svetových trhoch, kde sú ceny pod

veľkým konkurenčným tlakom. A v krátkej dobe je možné očakávať ešte väčšiu konkurenciu, čo môže znamenať cenový pokles.

Výrobcovia palivového dreva sú teraz – vďaka rastúcim cenám energií – proti drevárskym firmám vo výhode, ale ako priama konkurencia sa to chápať nedá. Hlavnými konkurentmi palivového dreva ako konečného výrobku a zdroja energie (z pohľadu domácností v regiónoch SR a najmä tých, kde nie je privedený zemný plyn), sú uhlie, elektrina, solárna energia, tepelné čerpadla, energonosiče z biomasy (brikety, pelety), centrálné zásobovanie teplom a úspora tepla (napr. investície do izolácií budov). Hlavné substituty drevárskych výrobkov sú výrobky z iných materiálov, najmä z plastov a kovov.

Je teda možné použitie (spracovanie) surového dreva regulovať? Veľmi ťažko. Regulácie vždy čelia tržnému prostrediu, a preto každá regulácia niečo stojí. Akýkoľvek prípadný vonkajší zásah by mal byť citlivý a mal by predovšetkým priniesť určité istoty pre investorov, ktorý sú schopný podporiť a stabilizovať trh so surovým drevom. Istoty hľadajú ako investori do drevárskych spracovateľských kapacít, tak aj domácnosti, ktoré si chcú obstaráť napríklad kotel na drevo.

2. Výroba energetickej drevnej štiepky

Kvalitatívne parametre palivových štiepok a pilín sú definované v STN 48 0057 Ihličnaté štiepky a piliny a STN 48 0058 Listnaté štiepky a piliny.

Uvedené normy boli vytvorené na základe domácich a zahraničných poznatkov pri výrobe a nasledovnom spracovaní štiepok. Na Slovensku a v zahraničí sú kvalitatívne parametre palivových štiepok vecou dohody medzi výrobcom štiepok a ich odberateľom.

Výrobca štiepok je z hľadiska kvality produkcie limitovaný konštrukciou štiepkovača resp. drviča (počet nožov a protinožov, otáčky činnejšej časti zariadenia, systém triedenia a separácie štiepok) a tiež kvalitou spracováanej suroviny.

Surovinou na výrobu štiepok určených na chemické a mechanické spracovanie sú najmä sortimenty dreva kvalitatívnej triedy C3 definované v STN 48 0055 a STN 48 0056. Surovinou na výrobu energetických štiepok sú sortimenty dreva kvalitatívnej triedy D definované v STN 48 0055 a STN 48 0056, ďalej tenké drevo z prerezávok, ťažbové a manipulačné zvyšky.

Keďže kvalita týchto surovín neumožňuje iné priemyselné spracovanie, dá sa využiť podobne ako palivové drevo, ako zdroj energie. Posekať na drevnú štiepku a spaľiť. Takéto nepoužiteľné a odpadové drevo sa má podľa zákona použiť ako základná surovina pre výrobu elektriny a tepla v kogeneračných jednotkách.

Drevná štiepka je úplne prírodný, 100 % obnoviteľný zdroj energie. V suchom stave sa vyznačuje dobrou výhrevnosťou, ktorá sa dá prirovnať k hnedému uhlíu. Pri jej spaľovaní sa síce uvoľňuje CO₂, ten je ale spätne absorbovaný pri raste drevín, takže sa považuje za CO₂ neutrálny.



Obr.22 Energetická drewná štiepka

Drewné štiepky s rozmermi do 50 mm a vlhkosťou do 30 % sú vhodné na uskladnenie aj počas zimných mesiacov a zabezpečia bezproblémovú prevádzku vašich vykurovacích zariadení. Energetické štiepky sa dodávajú v dvoch triedach zrnitosti (jemnozrnné a hrubozrnné).

Tab: Jemnozrnné energetické ihličnaté štiepky STN 48 0057

Parameter		Veľkostná frakcia (mm)		Maximálna veľkosť štiepok (mm)
	do 5	od 5 do 35	nad 35	
Hmotnostný podiel %	≤ 20	od 70 do 100	≤ 10	80

Tab. : Hrubozrnné energetické ihličnaté štiepky STN 48 0057

Parameter		Veľkostná frakcia (mm)		Maximálna veľkosť štiepok (mm)
	do 5	od 5 do 50	nad 50	
Hmotnostný podiel %	≤ 20	od 60 do 100	≤ 20	250

Tab. : Jemnozrnné energetické listnaté štiepky STN 480058

Parameter		Veľkostná frakcia (mm)		Maximálna veľkosť štiepok (mm)
	do 5	od 5 do 35	nad 35	
Hmotnostný podiel %	≤ 20	od 75 do 100	≤ 5	50

Tab. : Hrubozrnné energetické listnaté štiepky STN 480058

Parameter		Veľkostná frakcia (mm)		Maximálna veľkosť štiepok (mm)
	do 5	od 5 do 50	nad 50	
Hmotnostný podiel %	≤ 20	od 60 do 100	≤ 20	120

Optimálna veľkosť energetickej štiepky (dĺžka * šírka * hrúbka) je 40x40x5 mm.

Zelená štieпка vzniká spracovaním materiálu obsahujúceho asimilačné orgány (ihličie a listie), jedná sa predovšetkým o čerstvé raždie z lesných ťažieb. Jediné využitie zelenej štiepky spočíva v spaľovaní v elektrárnach a spaľovniach. Hlavnou nevýhodou je rýchlejšia strata kvality, predovšetkým z dôvodu vysokého obsahu vody. Táto štieпка teda nie je vhodná pre dlhodobé skladovanie.

Hnedá štieпка vzniká pri spracovaní materiálu bez asimilačných orgánov (ihličia a listia), ale s väčším podielom kôry. Vstupným materiálom môže byť napríklad staršie raždie z lesných ťažieb, drobné listnaté raždie bez asimilačných orgánov (ihličia a listia). Táto štieпка je vhodná pre energetické využitie, predovšetkým z dôvodu nižšej vlhkosti a tým tiež vyššej výhrevnosti. Zároveň vďaka nižšej vlhkosti môže byť skladovaná dlhšiu dobu bez výraznejšej straty kvality.

Biela štieпка vzniká pri štiepkovaní krajníc a ďalšieho odkôrneného materiálu na piliarskych závodoch vybavených odkôrňovačmi. Biela štieпка sa používa predovšetkým pri výrobe drevotrieskových dosiek. Vzhľadom k vyššej cene sa pre energetické účely nepoužíva.



Zelená štieпка



Hnedá štieпка



Biela štieпка

Obr.23 Materiálové druhy štiepok

Najvhodnejšie z hľadiska kvality a kvantity štiepok je drevo čerstvé, mokré a široké, z hľadiska anatomickej stavby mäkké, rovné, bez hrčíc, ktoré pochádza z kmeňa stromu. Výkon a kvalitu štiepkovačov ovplyvňuje aj mechanické znečistenie povrchu dreva hlinou, pieskom a pod. Pri výrobe drevných štiepok je otázka prísunu dreva do štiepkovača prípadne k rezacím nožom, kľúčovou otázkou štiepkovania. Aby bolo možné získať kvalitné štiepky a znížiť množstvo odpadu pri štiepení dreva v diskových štiepkovačoch, je potrebné zaistiť stálu polohu dreva po dobu jeho sekania a zamedziť poskakovanie a otáčanie materiálu vo

vstupnom koryte stroja. Na rovnomernosť štiepok pôsobí prísun dreva k rezaciemu kotúči a záber nožov. Rovnomerný prísun dreva k rezaciemu disku je zabezpečený prítlakom podávacích valcov. Jeden podávací valec je uložený napevno a druhý pohyblivo. Nasekané štiepky z krytu štiepkovača sa vrhajú lopatkami umiestnenými na obvode kotúča štiepkovača a cez výfukové potrubie von.

Štiepkovací mechanizmus, t.j. nože a protinože, pracujú prerušovane a sú veľmi namáhané. Na stavu a životnosti ich rezných hrán priamo závisí kvalita a hospodárnosť výroby štiepok, preto je otázke výberu materiálu na výrobu štiepkovacích mechanizmov venovaná mimoriadna pozornosť. Konštrukcia nožov, ich veľkosť, spôsob upevnenia a do určitej miery tvar a geometria reznej hrany, sú dané typom a konštrukciou štiepkovača.

Štiepkovanie dreva je možné len v prípadoch, kedy ide o spracovanie materiálu neznečisteného minerálnymi prísadami. Pokiaľ obsahuje materiál zeminu, dochádza k rýchlemu otupeniu nožov, čím sa znižuje výkonnosť stroja pri súčasnom zvyšovaní energetickej náročnosti štiepkovania. Brúsenie a výmena nožov zvyšujú v konečnom dôsledku aj prevádzkové náklady. Pokiaľ materiál obsahuje silikáty, eventuálne kovy, ostrie nožov sa vylamuje, čím sa prudko zníži jeho životnosť. Pri veľkom poškodení nožov sa narušuje aj dynamické vyváženie rotujúcej časti mechanizmu s rizikom havárie. Môže vzniknúť aj úplné zablokovanie štiepkovacieho mechanizmu, ak sa pevný predmet vzpriechi medzi nožmi a protinožmi.

Na veľtrhu LIGNA 2015, ktorý spoluorganizovala Poľnohospodárska komora Dolného Saska, bolo názorne predvedené, ako vyrábať vysoko kvalitnú drevnú štiepku určenú pre spaľovanie. Spoločnosti ako Brucks, Eschlböck, Greentec, Komptech, Jenz a Pezzolato predstavili štiepkovače a ďalšie technologické zariadenia, ktoré sú vďaka ich kvalite, technickým parametrom výkonu, kvalite produkcie a cene stále populárnejšie.

Strojné zariadenia na výrobu drevnej štiepky



Obr.24 Drvenie tenkej guľatiny

Rakúsky výrobca firma Komptech, ponúka niekoľko strojných zariadení na spracovanie drevných odpadov na energetickú štiepku:

Separátor silikátových prímiesí Stonefex



Obr.25 Separátor silikátových prímiesí Stonefex

Napriek dôkladnému drveniu a triedeniu veľmi často v materiáli ostávajú inertné materiály a kamene, ktoré znehodnocujú kvalitu biopaliva a spôsobujú nadmerné opotrebovanie zariadení. Je preto vhodné použitie separátora kameňov Stonefex. Biomasa je najskôr podrobená a následne vedená do triediacej komory separátora Stonefex. K separácii inertných materiálov od drevenej hmoty dochádza pôsobením riadeného tlaku vzduchu, rýchlo a spoľahlivo. Stonefex dosahuje účinnosť separácie až vyše 90 percent. Separuje sa aj najľahšia drevná hmota (piliny), čím sa vylepší čistota a kvalita drevenej štiepky.

Hviezdicový triedič Multistar L3-L:

Multistar L3-L je ideálny triedič pre drevnú biomasu. Hrubá triediaca plocha je o 50 % väčšia ako na triediči Multistar L3, výrazne výhodnejšia práve pre spracovanie mokrej a ťažko triediteľnej biomasy. Zväčšená plocha si poradí aj s čerstvým materiálom, lepivým a náchylným na upchatie sít (zelený a biologický kompost, kompostované kaly z čističiek odpadových vôd a pod.) bez zníženia prechodového výkonu či kvality a presnosti separácie.

Pomalobežný drvič Crambo vo verzii Bio-Basket XL :



Obr.26 Pomalobežný drvič Crambo vo verzii Bio-Basket XL

Pomalobežný drvič Crambo je už dnes fenoménom v oblasti primárneho drvenia biomasy. Novo vyvinutý triediaci kôš Bio-Basket XL pozostáva zo špeciálne upravenej vložky triediaceho koša, rezacieho hrebeňa a veľkorozmerného triediaceho sita. Veľké otvory sita 640 x 200 mm vylučujú „namotávanie“ materiálu okolo drviacej komory, takže drevná biomasa si aj po spracovaní udržiava požadovanú hrubú štruktúru. Bio-Basket XL ešte viac redukuje aj spotrebu paliva, takže v tomto vyhotovení drviče Crambo pri spracovaní zelenej hmoty dokážu ušetriť až tretinu prevádzkových nákladov. Zároveň prevádzkový výkon drviča stúpol až o takmer 30%.

Univerzálny mobilný štiepkovač Chippo 5010 Cd:



Obr.27 Univerzálny mobilný štiepkovač Chippo 5010 Cd:

Univerzálny mobilný štiepkovač Chippo 5010 Cd je mobilný štiepkovač s vylepšených chladiacim systémom pre maximálnu výkonnosť. Štiepkovač je montovaný na automobilovom podvozku a hnaný priamo od jeho motora s výkonom 484 konských síl. Nový chladiaci systém si určite zaslúži našu pozornosť. Eliminuje riziko zníženia výkonu z dôvodu nedostatočného chladenia (pôvodný chladič kamiónového podvozku býva konštruovaný pre náporové chladenie počas jazdy). Pozostáva z nezávislého vonkajšieho vodného chladiča (konštrukcia rebier bráni upchatiu) a medzichladiča s rozšírenými rebrami. Vďaka tomu fy Komptech zvýšila chladiaci výkon podvozku o takmer 20%, takže štiepkovač môže pracovať neobmedzene a nepretržite pri maximálnom zaťažení bez rizika prehriatia motora aj pri letných teplotách.

Univerzálny drvič - štiepkovač Axtor 8012: Jeden stroj, dve koncepcie štiepkovania



Obr.28 Univerzálny drvič - štiepkovač Axtor 8012

Univerzálny drvič - štiepkovač Axtor 8012 nastavil nové štandardy v spracovaní drevnej biomasy. Hnaný motorom CAT C18 s výkonom 780 konských síl, dosahuje drviaci výkon až 400 kubických metrov drviny za hodinu. Axtor má dva režimy prevádzky. Ako vysokorýchlostný stroj, v drviacom režime, pripraví zelenú biomasu na kompostovanie, pričom sa používajú voľne výkyvné drviace kladivá. V režime s redukovanou rýchlosťou otáčania rotora, ako štiepkovač, produkuje vysokokvalitnú drevoštiepku pre tepelné elektrárne. Axtor môže spracovať rôzne materiály, od surového dreva, cez drevený odpad (palety, staré drevo, rámy okien), odrezky, kôru, kmene a pedspracované korene až po ťažobné zvyšky. K dispozícii je na návesovom alebo prívesovom podvozku.

Stacionárna linka na výrobu energetickej štiepky fy Bruks – Klockner, Nemecko



Obr.29 Stacionárna linka na výrobu energetickej štiepky fy Bruks – Klockner, Nemecko

Technické údaje linky Bruks:

Bubnové sekačky s výkonom motora od 30 kW do 2000 kW

Rozmery vstupných otvorov 300×500 až 1200×1500 mm

Výroba energetickej štiepky, technologickej štiepky, roztrieskovanie štiepky na menšie frakcie pre briketovanie alebo peletovanie

Triediace sítá pre rozdelenie rôznych frakcií výstupného materiálu

Preprava štiepok na veľké vzdialenosti -TUBULATOR systém

Reduktory koreňových nábehov



Obr.30 Mobilné bubnové sítá od fy Terra Select.

Sušenie drevnej štiepky

Prirodzené sušenie drevnej štiepky



Obr.31 Prirodzené outdoorové sušenie štiepky na hromade.

Jednou z problematických častí zpracování štiepky z biomasy z veřejné zeleně je obsah listí, jehličí, kůry, nabalené půdy a písku, které vytvářejí prach. Společnost MVD na veletrhu představila hvězdicový separátor k sítování štiepky ve stacionárním provozu. V tomto separátoru, se třemi různě velkými oky, mohou být separovány až tři frakce najednou s uváděným výkonem 80 m^3 za hodinu. Firma Terra Select ukázala systém s bubnovým sítem, který se běžně používá ke zpracování kompostu. V závislosti na materiálu a kvalitě síta může dosahovat stejného výkonu (80 m^3 za hodinu), jako hvězdicovité separátory.

Umelé sušenie drevnej štiepky



Obr.32 Sklad drevnej štiepky s podzemným potrubím k sušeniu horúcim vzduchom.

Zatiaľ čo skladovanie hrubej štiepky je viac menej bez problémov, jemný materiál s obsahom vody vyšším ako 35 % má tendenciu sa zohrievať a plesnivieť. K tomu dochádza predovšetkým vtedy, keď je materiál kontaminovaný (napríklad pieskom) alebo má vysoký obsah kôry, alebo v miestach, kde sa jemnejší materiál vrství a koncentruje tlakom a pod. Drevná štiepka z údržby verejnej zelene sa týmito vlastnosťami často vyznačuje. V prípade, že je vlhká a jemná štiepka skladovaná vo vrstve vyššej ako 50 cm, sa odporúča jej prevzdušňovanie.

Obecne sú zariadenia s dobrou cirkuláciou vzduchu vhodnejšie, ako uzatvorené priestory. Pretože sa vlhké drevo samovoľne zohrieva (až na 60° C), prirodzeným prívodom čerstvého vzduchu môže dochádzať k jeho sušeniu.

Prívod vzduchu môže byť zaistený tiež drenážnymi trúbkami, podzemnými rúrami, alebo ďalším jednoduchým prevzdušňovacím potrubím. Ventilátor v takých prípadoch nie je potrebný, nakoľko vzduch ohriaty štiepkou stúpa a ochladzuje vzduch pod sebou.

Čím dlhšie sa drevo suší predtým, než je štiepkované, tým menej problematické je nasledovné uskladnenie. Preto sa odporúča ťažiť drevo v zime a štiepkovať neskorom lete, kedy je obsah vody nižší než 35 %. Takto spracovaná štieпка môže byť skladovaná vonku na hromade a prikrytá len flísom /špeciálna tkanina/. Po 100 až 120 dňoch sa rozkladný proces zastaví a štieпка je vysušená (obsah vody je cca 20 %). Pri tomto procese je spotrebovávaná energia a podiel energie v štiepkke klesá približne o 15 %. Avšak vzhľadom k tomu, že nie je potrebné použiť žiadnu ďalšiu technológiu, dá sa táto strata tolerovať.

Drevo dosahuje najvyššej kvality, pokiaľ je sušené napríklad s využitím tepla z bioplynovej stanice. Pre tieto scenáre boli už v minulých rokoch vyvinuté ako mobilné tak aj stacionárne zariadenia, ktoré sa dajú vhodne využiť na podľa miestnych potrieb.



Obr.33 Kontajner pre sušenie drevenej štiepkky bioplynom .



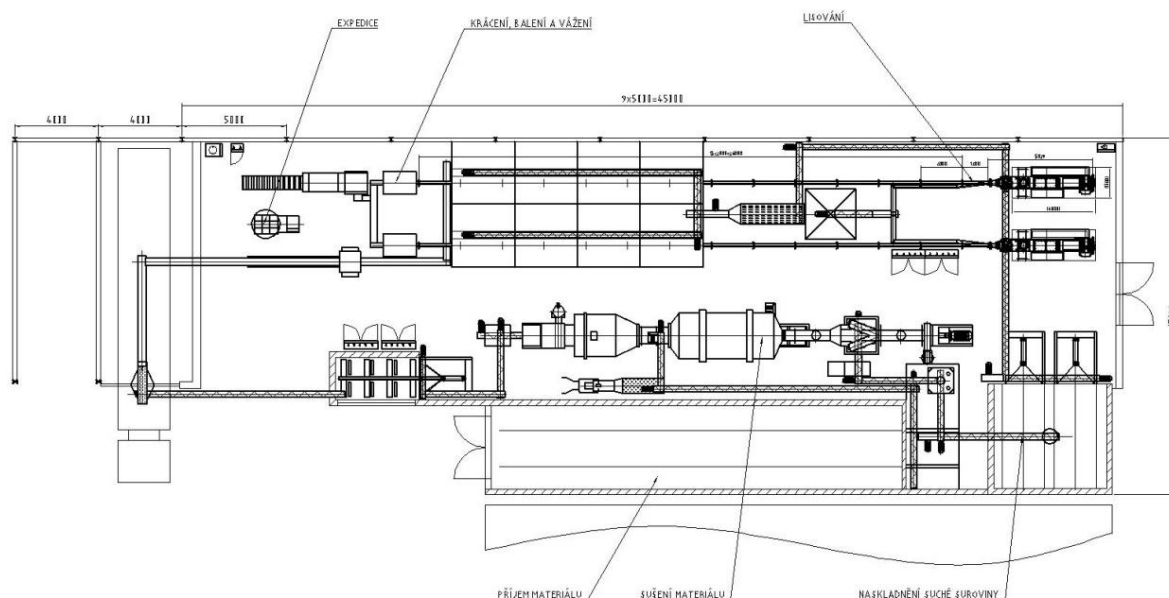
Obr.34 Nákladné auto suší drevenú štiepkku odpadovým teplom z bioplynovej stanice.

3. Výroba drevených brikiet a peliet

Na rozdiel od výroby drevnej štiepkky, pri ktorej sa vystačí s jednou súpravou traktora a štiepkovača, prípadne drtiča na drevný odpad, je výroba brikiet a peliet do obchodnej siete viazaná na celú výrobnú linku v hale, s vysokými technickými aj finančnými nárokmi a je podmienená výrobou vstupných surovín. Nárast záujmu o tieto druhy palív, aj keď sú drahšie ako ostatné formy fytopalív, vzrástol v poslednej dobe najmä vzhľadom k možnosti zabezpečenia vyššieho štandardu v kultúrnosti vykurovania, ktorá dosahuje úroveň spalovania ušľachtilých fosílnych palív. Spoločným znakom peletovania a briketovania je lisovanie materiálu pri veľmi vysokom tlaku a vysokej teplote topenia lignínu. Výsledkom procesov sú výlisky rôznych tvarov a rozmerov. Podmienkou týchto technológií zhutňovania je vhodná veľkosť frakcie a optimálna vlhkosť zhutňovanej štiepkky.

Technologický postup výroby drevených briek:

- príjem suroviny a úprava biomasy drtením a preosievaním
- sušenie biomasy
- lisovanie biomasy do briek
- balenie drevených briek
- skladovanie drevených briek



Obr.35 Schéma - briketovací technológia

Príjmová linka surovín

Hlavný príjem býva pre sypké suroviny typu pilín, hoblín, triesok a štiepok. Najčastejšie do veľkoobjemového zásobníka sa 2 až 3 krát za smenu navezie sypká biomasa kolovým nakladačom zo zastrešeného skladu surovín. Tieto sypké hmoty prechádzajú rotačnou preosievačkou, kde jemné podsitová frakcia drevných častíc o veľkosti 0 – 10 mm ide priamo do zásobníka u sušiarne a hrubšie nadsitové frakcie sa dodrcujú v rýchlobežnom drtiči alebo v kladivovom mlyne. Podrtené drevné častice sa potom pridávajú k preosiatej biomase v zásobníku u sušiarne.



Obr.36 Rotačná preosievačka drevných častíc



Obr.37 Sušiaca linka

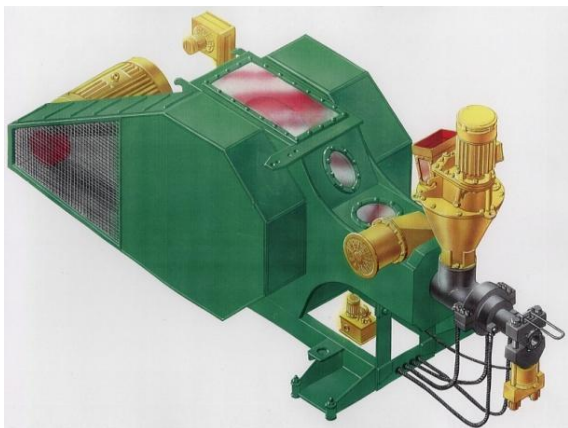
Sušiacia linka

Pre vysušanie prebytočnej vlhkosti v biomase sa často používajú poľnohospodárske horkovzdušné sušiarne typu BS-6. Ide o trojcestné rotačné bubnové sušiarne. V týchto bubnových sušiarňach sa suší priamymi spalínami, čím je možné dosiahnuť odparivosť až 2 tuny vody za hodinu a merná spotreba tepla býva len 6 MJ/1 kg odparenej vody.

Briketovacia linka

Obece platí, že briketovanie suchej biomasy do drevených brieket sa vykonáva výhradne pôsobením vysokého tlaku a zvýšenej teploty, ktorá topí lignín /a prípadne aj živicu/ v nej obsiahnutý a pomáha spájať drevené častice do tvaru brieket. Žiadné lepidla ani iné prímеси sa používať nesmia. Pre briketovanie biomasy do drevených brieket boli koncipované tri princípy lisovania:

- Šnekové lisy - Najznámejšími boli rakúske šnekové lisy PINIKEY. V princípe tu silný motor s robustnou prevodovkou poháňa „šnekový masomlynok“, do ktorého je zo zásobníka suchej biomasy šnekom regulovane dávkovaná suchá surovina. Šnek lisu vtlačá surovinu do trvale vyhrievanej lisovacej komory o teplote 250 °C. Priechodom cez kuželové lisovacie šesťhranné puzdro vychádza z lisu nekonečná šesťhranná drevená brieketa o rozmeroch 60x60 mm s otvorom uprostred, zalisovaná na mernú hmotnosť až 1250 kg/m³.
- Hydraulické lisy - Najznámejšími sú nemecké lisy firmy RUF s prierezom briekety 155 x 65 mm a premenlivou dĺžkou od 80 do 120 mm. Briekety sa v hydraulických lisoch vyrábajú aj s kruhovým prierezom, priemery brieket bývajú od 40 do 80 mm a dĺžky od 50 do 200 mm. V ČR je výrobcom hydraulických briketovacích lisov firma BRIKLIS s.r.o. Hydraulické drevené briekety dosahujú oproti šnekovým menšiu mernú hmotnosť v rozsahu 700-1050 kg/m³, čo skracuje dobu ich horenia.
- Mechanické (kľukové) lisy - Najznámejšie sú švajčiarske lisy firmy PAWERT-SPM, ktoré produkujú guľaté briekety o priemere 90 mm plného prierezu alebo s otvorom uprostred už od roku 1926. Českým výrobcom kľukových lisov je firma BIOMAC, ktorá vyrába dve veľkosti lisov. Prvý veľkostný typ produkuje 600 kg brieket/hodinu pri plnej briekete o priemere 75 mm a druhý veľkostný typ má výkon 1.200 kg brieket/hod. pri plnom priereze briekety o priemere 90 mm a 1.000 kg brieket/hod. pri briekete s otvorom. Princíp mechanických kľukových lisov je daný vodorovným kľukovým mechanizmom s dvomi setrvačníkmi, kde piest vtlačá 4 krát za sekundu dávku suchej biomasy do lisovacieho kuželového puzdra a z lisu vychádza 70 – 90 °C horúca, nekonečná brieketa. Vďaka silnému úderu piesta v krátkom čase sa biomasa v kuželovom puzdre zalisuje tlakom až 1800 atm., čím brieketa dosahuje mernej hmotnosti až 1250 kg/m³ a tým aj dlhšej doby horenia. Usušená biomasa musí byť zo zásobníka za sušiarňou do lisu presne dávkovaná uzatvoreným šnekovým dopravníkom s meniteľnými otáčkami, čím sa reguluje výkon lisu. Z ústia lisu postupuje drevená brieketa desetimetrovým vychladzovacím vedením brieket, kde postupne vychladne a tvrdne. Na konci chladiacej dráhy je automatickou deliacou pilou presne nakrátená na dvojkilogramové drevené briekety.



Obr.38 Briketovací stroj



Obr.39 Briketovacia linka

Baliaca linka brikiet

Obece pre všetky druhy brikiet z biomasy platí, že sú lisované bez lepidiel len tlakom a teplotou. Ich jedinou nevýhodou preto je, že nesmú prísť do priameho styku s vlhkosťou. Preto je nutné všetky typy brikiet baliť, pokiaľ možno do uzatvorených PE (polyetylenových) sáčkov alebo folií vrátane hotových naložených paliet. Aby bol tovar dobre predajný, musí byť profesionálne zabalený do balíka o vhodnej hmotnosti, s ktorou môžu manipulovať aj ženy alebo starší ľudia. V balíku musí byť etiketa výrobcu, čiarkový kód pre obchodné pokladne a garantovaná hmotnosť balíka. Tento proces býva často vo veľkých výrobných závodoch plne automatizovaný.



Obr.40 Baliaca linka drevených brikiet

Výroba drevných peliet

V západnej Európe sa vynorila otázka približne pred dvomi až tromi desaťročiami, ako by sa dalo nahradiť tradičné spôsoby kúrenia. Vznikol nápad "tekutého dreva" – peliet. Dôležité bolo hlavne pohodlie (zrovnateľné s plynom alebo olejom), prípadne úplná automatizácia

spaľovacieho procesu. Riešenie je pomerne jednoduché, i keď na prvé počutie trochu čudné: drevo treba skvapalniť.

Drevné peletky je možné použiť iba v špeciálnych kotloch na spaľovanie peletiek, ktoré majú aktívne horenie. Peleta je svojim tvarom vhodná pre transport v závitovkových dopravníkoch, slúžiacich na presun peletiek zo zásobníkov do spaľovacej komory kotlov. Vyspelá riadiaca elektronika umožňuje úplnú automatizáciu procesu spaľovania bez potreby ľudského zásahu. Drevné peletky sú palivo ktoré má značný potenciál v súčasnosti a aj budúcnosti. Majú vysokú výhrevnosť (nad 18 MJ.kg-1), proces horenia je čistý a vzniknuté teplo dokážeme veľmi efektívne využiť na ohrev teplej a teplej úžitkovej vody. Dokonalým horením vzniká minimálny obsah popola, ktorý neobsahuje škodlivé látky a pre jeho obsah živín ho môžeme využiť ako hnojivo.

Normatívne ustanovenia

Norma STN EN 14961-2 Tuhé biopalivá – Špecifikácie a triedy palív – Časť 2: Drevné pelety pre maloodberateľov bola schválená CEN 18. januára 2011.

Obsahuje kompletne požiadavky na drevnú peletu určenú pre malé spaľovacie zariadenia do 500 kW a určuje zariadenia, do ktorých sa toto palivo môže používať. Delí drevné pelety podľa ich vstupných surovín a tým aj ich typických fyzikálno chemických vlastností na tri triedy: A1, A2 a B.

Vstupné suroviny

Špecifikácia vstupnej suroviny pre výrobu drevných peliet vychádza z už v roku 2010 vydannej normy STN EN 14961-1 Tuhé biopalivá – Špecifikácie a triedy palív – Časť 1: Obecné požiadavky.

Táto norma stanovuje obecné požiadavky na kvalitu tuhých biopalív, vrátane špecifikácií pre jednotlivé druhy a triedy biopalív. Na základe použitej suroviny a vlastností drevných peliet sa delia do troch tried palív, označených ako A1, A2 a B.

Drevné pelety triedy A1 sú pelety najvyššej kvality, nasledujú drevné pelety triedy A2 a drevné pelety triedy B, ktoré majú parametre s najnižšími požiadavkami.

Pre výrobu drevnej pelety triedy A1 je možné použiť kmeňové drevo a chemicky neošetrené drevné zvyšky. Výber tejto suroviny potom zabezpečuje, že výsledný produkt má nízky obsah popola, veľmi dobrú výhrevnosť a ďalej nízky obsah dusíka, síry a chlóru. Ide o najkvalitnejšie pelety určené maloodberateľom. Tieto pelety odpovedajú triede A1 podľa nikdajších noriem DIN a ÖNORM.

Rozsah suroviny pre drevné pelety A2 je už v porovnaní s drevnými peletami A1 širší a nie je určený tak striktné. Ide o celé stromy bez koreňov, kmeňové drevo, zvyšky po ťažbe dreva, kôru a chemicky neošetrené drevné zvyšky. Tomu pak odpovedajú fyzikálne chemické vlastnosti, ktoré sa oproti drevným peletám triedy A1 vyznačujú vyšším obsahom popola a dusíka. Ako surovina pre drevné pelety A1 a A2 nesmie byť použité chemicky ošetrené drevo alebo drevo z demolícií.

Drevné pelety triedy B je možné vyrábať zo surovín uvedených pre triedu A2, ale tiež z chemicky ošetrovaného dreva ako aj použitého dreva. Nie je možné použiť drevo z demolií. Pre chemicky ošetrované drevo však platí významné obmedzenie, že nesmie obsahovať ťažké kovy ani halogenované organické zložky pochádzajúce z chemického ošetrovania dreva. A ďalej u chemicky ošetrenej suroviny je nutné vždy detailne (konkrétne) uvádzať skutočný pôvod suroviny. Ten by pak mal byť popísaný v prehlásení o kvalite podľa EN 15234-2 (Tuhá biopalivá – Preukazovanie kvality palív – Časť 2: Drevné pelety).



Obr.41 Surovina pre lisovanie drevených peliet

Parametre peliet

Okrem parametra topenie popoľa sú všetky parametre drevených peliet normatívne, to znamená, že pri preukazovaní kvality sa musia ich hodnoty vždy uviesť a odberateľ by ich mal po výrobcovi požadovať, pokiaľ výrobca deklaruje, že výrobok bol vyrobený v súlade s touto normou. Parameter topenie popoľa je informatívny a výrobca ho dokladá na vyžiadanie.

Priemer a dĺžka pelety

Pre meranie priemeru a dĺžky peliet bola vypracovaná norma EN 16127 Tuhá biopalivá – Stanovenie dĺžky a priemeru peliet a valcovitých briekiet. Pre všetky tri triedy drevených peliet sú zavedené 2 priemery, tj. 6 a 8 mm a dĺžka do 40 mm. Naproti tomu pelety pre veľké spalovacie zariadenia môžu mať priemer až 25 mm a dĺžku až 50 mm.

Obsah vody

Obsah vody je limitovaný technologickými požiadavkami na výrobu peliet. Z tohto dôvodu je pre všetky triedy drevených peliet pre maloobdobiteľov limit max. 10 hmotnostných % vody. U peliet pre veľké spalovacie zariadenia (STN EN 14961-1) sú tieto limity dva: 10 % a 15 % (hmotnostných). To je dané nižšími požiadavkami na kvalitu peliet pri spalovaní vo veľkých spalovacích zariadeniach.

Obsah popola

Podľa toho z akej suroviny je drevená peleta vyrobená, tak sa mení výsledný obsah popola. Najkvalitnejšia trieda A1 má tiež najnižší popol, t. j. 0,7 hmotnostného %. V dôsledku

použitia menej kvalitnej suroviny (kôry a pod.) môže pre triedu A2 vzrásť popol až na 1,5 hmotnostného %. Najmenej kvalitný materiál je dovolené použiť pre pelety triedy A3, a potom môžeme namerať popol až 3 hmotnostné %.

Sypná hmotnosť

Sypná hmotnosť, ktorá udáva akú majú pelety hmotnosť pokiaľ sú volne nasypané do určitého objemu, je pre všetky tri triedy rovnaká, t. j. musí byť väčšia alebo rovná hodnote 600 kg/m^3 . V časti normy, popisujúcej vlastnosti peliet určených pre veľké spalovacie zariadenia, sa sypná hmotnosť peliet pohybuje v rozmedzí od 550 do viac ako 700 kg/m^3 v súlade s použitým materiálom a výrobnou technológiou.

Mechanická odolnosť

Dobrá mechanická odolnosť drevných peliet by mala zaistiť, že odberateľ dostane až ku svojmu kotlu kvalitný výrobok, ktorý bude kompaktný a pri Transporte dodávky sa pri manipulácii na nákladnom aute, alebo pri uskladnení nerozpadne. Na to norma pamätá tromi bodmi kontroly drevných peliet. Kontrolou na výstupe z výrobného závodu pri preprave veľkého množstva výrobku - táto kontrola sa vykonáva v čase nakládky a obsah jemných častíc nesmie byť vyšší ako 1 hmotnostné %.. Ďalej sa kontrolujú balenia pre malé množstvá do 20 kg, alebo výrobky vo veľkých vreciach pri balení alebo pri dodaní konečnému užívateľovi. Obsah jemných častíc nesmie prevyšovať 1 hmotnostné %. Táto požiadavka tiež súvisí s prístupom dodávateľa k manipulácii s balenými alebo voľnými peletami. Oproti tomu sa mechanická odolnosť peliet pre veľké spalovacie zariadenia môže pohybovať aj okolo 95 %, prípadne podľa dohody môže byť aj nižšia.

Obsah prísad

Obsah prísad, pridávaných do drevných peliet, nesmie byť vyšší ako 2 percentá hmotnostné na sušinu. Výrobca je povinný určiť druh a množstvo tejto prísady a uviesť ich do prehlásenia o kvalite paliva. Tiež sa musí uviesť prísady používané po výrobe peliet a pred vykládkou konečnému užívateľovi, aby odberateľ vedel aký výrobok dostáva k dispozícii.

Výhrevnosť

Jednotlivé triedy drevných peliet sa príliš neodlišujú minimálnou požiadavkou na výhrevnosť v pôvodnom stave. Pre drevné pelety triedy A1 je minimálna výhrevnosť $16,5 \text{ MJ/kg}$, pre triedu A2 $16,3 \text{ MJ/kg}$ a pre triedu B 16 MJ/kg . Význam tu zohráva použitá surovina k výrobe peliet.

Obsah dusíka, síry a chlóru

Obsah týchto prvkov sa pre jednotlivé triedy odlišuje. Trieda A1 obsahuje max. 0,3 hmotnostného percenta dusíka, ktorý je pri spalovaní zdrojom oxidov dusíka a znečisťuje životné prostredie. Obsah dusíka sa pre triedu A2 zvyšuje na max. 0,5 hmotnostného % a pre triedu B až na 1 hmotnostné %. Obsah síry, ktorá sa pri spalovaní premieňa na oxid síry (SO_2) tiež prispieva k znečisťovaniu životného prostredia. Obsah chlóru, ktorý je zdrojom korózneho pôsobenia na materiál kotlov, je pre triedu A1 a A2 limitovaný 0,02 hmotnostného % a pre triedu B 0,03 hmotnostného %.

Obsah ťažkých kovov

Obsah ťažkých kovov nie je pre pelety pre veľké spalovacie zariadenia uvedený, ale to neznamena, že ho odberateľ nemôže od výrobcu požadovať. Pre pelety pre malospotrebiteľov sú kovy ako arzén, kadmium, chróm, meď, olovo, ortuť, nikel a zinok obmedzené maximálnym obsahom ťažkých kovov, ktorý je uvádzaný v mg/kg sušiny. Hodnotu uvedenú v norme nemôžu prekročiť. Pokiaľ drevo nerastie na pôde, ktorá je znečistená vysokým obsahom ťažkých kovov, alebo sa priamo nepoužíva k sanácii týchto pôd, potom by s obsahom ťažkých kovov nemali byť problémy.

Topenie popola

Charakterizuje správanie sa popola za vysokých teplôt. To je charakterizované štyrmi teplotami: počiatková teplota zmrštenia (SST), teplota deformácie (DT), teplota polguľovitého tvaru (HT teplota topenia) a teplota tečenia (FT) za oxydačných podmienok. Hodnoty nie sú v norme uvedené a musí si ich odberateľ špecifikovať v rámci odberateľských vzťahov.

Hodnoty vybraných vlastností drevených peliet podľa normy EÚ sú uvedené v nasledujúcej tabuľke:

Údaj	Jednotka	Rozsah (max. hodnota)
Priemer	mm	4, 6, 8, 10, 20, 25
Dĺžka	mm	do 50, 100 alebo 4 - 6 x Ø
Hustota	kg.d ^{m3}	1 - 1,4
Obsah vody	%	10, 12 (pri použití kôry až 18)
Sypná hmotnosť	kg.m ³	500 - 600
Obsah popola	%	0,7 - 1,5 (pri použití kôry až 8)
Výhrevnosť	MJ.kg ⁻¹	15,1 - 19,5
Obsah siry	%	0,04 - 0,08
Obsah dusíka	%	0,3 - 0,6
Obsah chlóru	%	0,02 - 0,04
Obsah arzenu	mg.kg ⁻¹	0,8
Obsah kadmiu	mg.kg ⁻¹	0,5
Obsah chrómu	mg.kg ⁻¹	8
Obsah meď	mg.kg ⁻¹	5
Obsah ortuti	mg.kg ⁻¹	0,05
Obsah olova	mg.kg ⁻¹	10
Obsah zinku	mg.kg ⁻¹	100
Obsah EOX	mg.kg ⁻¹	3

Technológia výroby drevených peliet :

1. skladovanie suroviny
2. triedenie suroviny
3. sušenie suroviny
4. homogenizácia suroviny
5. peletizácia suroviny
6. chladenie a uskladnenie produktu
7. balenie a plnenie produktu
8. expedícia hotových výrobkov

Sklad vstupného materiálu

Štiepky a piliny sa skladujú na voľných alebo krytých skládkach (prístrešky, uzavreté sklady). K uzavretým sklodom drevného paliva patria skladovacie haly, zásobníky s mechanizovaným vyhrňaním paliva a silá s gravitačným alebo mechanizovaným vyprazdňovaním.

Na zamedzenie možnosti primiešania nežiaducich prímiesí sa odporúča štiepky a piliny na mechanické energetické štiepky skladovať najmä na pevných plochách s betónovým alebo asfaltovým povrchom.

V novo nasypanej hromade štiepok alebo pilín sa musí kontrolovať teplota. Meria sa teplomerom v hĺbke 1,5 m a vo vzdialenosti najviac 10 m od seba najmenej raz za deň. Ak teplota štiepok alebo pilín v priebehu prvého týždňa po ich uskladnení nepresiahne 35 °C, možno lehotu na meranie teploty predĺžiť na raz za tri dni. Po uplynutí troch týždňov od uskladnenia možno interval merania predĺžiť na raz za týždeň. Ak dosiahne teplota v hromade 50 °C, je potrebné štiepky alebo piliny prehádzať alebo rozhrnúť. Rovnako sa postupuje, ak sa teplota v hromade štiepok alebo pilín zvyšuje o viac ako 3 °C za 24 h.

Príprava vstupného materiálu

Sušenie

Vlhkosť paliva je jedným z hlavných faktorov, ktoré rozhodujú o výhrevnosti. So stúpajúcou vlhkosťou klesá výhrevnosť, to znamená zvýšenú spotrebu paliva k výrobe rovnakého množstva tepla. Ďalšou nevýhodou vysokej vlhkosti paliva je to, že kvôli stúpajúcej vlhkosti rastie aj objem spalín a klesá adiabatická vnútorná teplota ohňa, s čím súvisí aj potreba plánovania väčšieho ohniska pre správne spálenie biomasy. Preto, aby sme mohli efektívne využiť biomasu je potrebná znalosť základných mechanizmov uložení vody v dreve. Tri mechanizmy rozhodujú o viazanosti vody v štruktúre dreva:

1. Voda viazaná chemickými väzbami v molekulárnej štruktúre dreva – kryštalická voda
2. Fyzikálna absorpcia viaže vodu na vnútornom povrchu dreva
3. Voľná voda je uložená v kapilárach dreva

Pri sušení odchádza voda vo forme pary. Pre proces sušenia je rozhodujúci východiskový stav sušiaceho média – vzduchu (teplota a vlhkosť) a potenciál absorpcie vody. Sila viažuca vodu v bunkových štruktúrach je rozhodujúca pre stanovenie nákladov na sušenie. Principiálne môžeme sušenie rozdeliť do troch úsekov:

1. Pokiaľ voľná voda prejde cez transportné prechody v kapilárach k povrchu a tam sa vyparí, sušenie je rovnomerné. Počas tejto fázy majú teplota a vlhkosť vstupujúceho vzduchu rozhodujúci význam pre rýchlosť sušenia.
2. Po dosiahnutí bodu nasýtenia vlákien sa zníži rýchlosť sušenia, pretože sa zníži hladina vody vo vnútri kapilár.
3. V tretej fáze je rýchlosť sušenia rovná 0, pretože sa dosiahne rovnovážna vlhkosť.

Prirodzené sušenie paliva:

Skladovanie vo veľkých hromadách. Cez už spomenuté biologické aktivity dochádza k zohrievaniu uskladnenej biomasy a v dôsledku prúdenia okolitého vzduchu aj k úbytku vody.

Pri navrstvení štiepok do vrstvy asi 5 cm je možné doceliť využitím slnečného žiarenia a intenzívnym prúdením vzduchu v priaznivom prípade vysušenie štiepok na vlhkosť približne 20 % v priebehu jedného dňa.

Sušenie pomocou núteného prúdenia vzduchu:

Spôsoby s núteným vetraním pracujú v porovnaní s popísanými prírodnými metódami účinnejšie a nie sú závislé na výkyvoch počasia. Prirodzene pri týchto spôsoboch rastú prevádzkové náklady na použitie ventilátorov.

Sušenie pomocou núteného vetrania predhrievaným vzduchom:

Pre využívanie tohto spôsobu sušenia je potrebné navrhnuť také metódy sušenia, ktoré sú hospodárne a efektívne. Aby boli tieto podmienky naplnené musí systém spĺňať nasledovné kritériá:

- rýchly priebeh sušenia
- nízka spotreba dodatočnej energie
- nízka spotreba energie na manipuláciu s palivom
- nízke investičné náklady

Pre sušenie s predhrievaným vzduchom je možné využiť ako zdroj tepla spalínové plyny vznikajúce pri samotnom spaľovaní biomasy určenej k energetickým účelom.



Obr.42 Výstup zo sušičky drevných častíc s vlhkomerom

Štiepkovanie

Štiepkovače sú zariadenia na beztrieskové delenie dreva rezným účinkom sekacích nožov naprieč vláknami a zároveň delením na potrebnú hrúbku pozdĺžnych vlákien v dôsledku klinového tvaru noža. Štiepkovače môžeme deliť podľa viacerých kritérií. Rozdeľujú sa podľa účelu použitia, celkového technického riešenia a začlenenia do sústavy strojov na:

1.Stacionárne štiepkovače

Štiepkovací agregát pozostáva zo statora a rotora a je trvale zabudovaný do technologickej linky na pevných základoch. Pred štiepkovacím agregátom je v linke prísunové a podávacie zariadenie. Za štiepkovacím agregátom je zariadenie na odsun štiepok (potrubie alebo dopravník). Na pohon štiepkovača slúži elektromotor. Upravený štiepkovací agregát stacionárnych štiepkovačov sa obyčajne používa aj do mobilných štiepkovačov.

2.Prevozné štiepkovače

Štiepkovací agregát nie je trvale zabudovaný na pevných základoch a nie je namontovaný na podvozkoch. Na pracovisko sa preváža iným prostriedkom.

3.Pojazdné štiepkovače

Štiepkovací agregát je namontovaný na podvozku, ktorý slúži na presun štiepkovača.

Podľa typu sekacieho orgánu rozdeľujeme štiepkovače:

Kotúčové štiepkovače

sú najrozšírenejším a najvýkonnejším zariadením na výrobu štiepok. Pôvodne boli riešené len ako stacionárne s priemerom disku od 1000 – 2000 mm, s počtom nožov od 2 – 16 s potrebným inštalovaným výkonom až 500 kW. Kotúčové štiepkovače boli riešené tak, že drevo šikmo sklzálo po žľabe ku rotoru sekačky. Výkonnosť štiepkovačov je veľmi vysoká 250-300 m³.h⁻¹, pri sekaní rovnaného dreva alebo krátených výrezov dĺžky 2 – 4 m.

Výhody kotúčových štiepkovačov:

- dobrá kvalita štiepok
- umožňujú štiepkovať veľké priemery dreva
- veľký zotrvačný moment umožňuje zabudovať spaľovací motor menšieho výkonu s tým, že sekanie sa robí prerušovaním podávania dovtedy, pokiaľ výkon motora nie je dostačujúci pre sekanie vzhľadom na hrúbku dreva
- kotúčové štiepkovače nevyžadujú zvláštny ventilátor, nakoľko samotný disk vybavený lopatkami má veľký vrhací a ventilačný účinok, ktorí zabezpečí dopravu štiepok do áut, prípadne pristavených kontajnerov.

Nevýhody kotúčových štiepkovačov:

- veľkosť vstupného otvoru je obmedzená polomerom sekacieho kotúča
- nevhodnosť použitia pre sekanie chaotického materiálu vzhľadom na obmedzenú veľkosť.

Bubnové štiepkovače:

- na rozdiel od diskových majú sekacie nože uložené na obvode rotujúceho valca. Sú konštruované pre menšie výkony a surovinu menších rozmerov. Používajú sa na spracovanie rôzneho odpadu – v lesníctve na sekanie chaotického materiálu.

Výhody bubnových štiepkovačov:

- Celé sekacie zariadenie má menšie rozmery a je možné konštrukčne lepšie riešiť celé rozloženie agregátov na podvozku. Horizontálne uloženie bubna umožňuje výhodnejšie riešiť celkový pohon, nie sú nároky na použitie kužeľovej prevodovky pre vyrovnanie uhlov sekacieho zariadenia a spaľovacieho motora
- Vzhľadom na sekanie pod osou sekacieho bubna a s prihliadnutím na polomer bubna je možné riešiť vstupný dopravník nižšie ako u diskových štiepkovačov

- Bubnové štiepkovače sú zvlášť vhodné na sekanie chaotického materiálu (vetvy) pre možnosti vytvorenia veľkého vstupného otvoru pri optimálnom polomere bubna a jeho dĺžky.

Nevýhody bubnových štiepkovačov:

- Vzhľadom na celkové konštrukčno-pevnostné riešenie sekacieho agregátu a jeho malý zotrvačný moment nie sú vhodné na sekanie väčších hrúbok dreva.
- Uhol rezu sa počas seku mení od max po min, Čo má veľký vplyv na kvalitu štiepok, ich hrúbka veľmi kolíše. Z toho dôvodu je ich použitie ako technických štiepok nevhodné
- Sekací bubon má veľmi malý ventilačný účinok a vrhací prakticky nulový, preto je potrebné montovať ventilátor pre dopravu štiepok z bubna do zásobníka alebo kontajnera

Závitovkové štiepkovače

sú jednoúčelové malé štiepkovače na štiepkovanie tenkých stromov a kmienkov na palivové štiepky. Sekací orgán je v tvare skrutkovnice so stúpajúcim priemerom. Skrutkovnica sa pri otáčaní postupne zarezáva do dreva a zároveň vtáhuje drevo k väčšiemu priemeru.

Drvenie

Všetky druhy materiálu sa nadržvia na kladivkovom drviči cez sito s veľkosťou o 2 mm menšou ako je veľkosť otvoru v matici. Pokiaľ sa používa matrica 6 mm, tak sito musí mať 4 mm. Jemné materiály, ako sú piliny, sa už nemusia drviť. Potom je nutné zaistiť vyhovujúcu vlhkosť materiálu v rozmedzí od 10 % do 19 % a to vždy podľa druhu materiálu. Agromateriály sa peletujú často priamo po zbere. Slama a seno 10 %, slama repková 5 %. Olejniny ako repka, slnečnica, makovina sú veľmi mastné a väčšinou sa dajú peletovať i pri nízkej vlhkosti. Papier sa nadržví a dá sa peletovať zmiešaním s mokrým drevom priamo od pily a to v pomere 50:50. Kónský trus, či králičí trus sa tiež dajú veľmi dobre peletovať, a to aj na účely kúrenia aj predaja hnojiva.



Obr.43 Miešacie zariadenie pre stabilizáciu vlhkosti drevených častíc

Lisovanie peliet

Lisovanie peliet sa vykonáva v peletovacom lise. Mierne vlhký materiál sa pri stlačení medzi valce a maticu tlačí do kónickej diery v matici a nastane uvoľnenie energie. Pri tlaku 80 – 150 MPa a teplote približne 120 ° C sa z biomasy uvoľňuje z bunkových štruktúr materiálu lignín. Tento pri dostatočnej „výdrži“ zlisovaného materiálu v stlačennom stave so súčasným pomalým ochladením, pôsobí ako spojivo. Výsledným produktom sú výlisky rôznych tvarov a rozmerov. Vo všeobecnosti môžeme klasifikovať biopalivá do priemeru 25 mm ako pelety. Keď je charakteristický rozmer väčší ako táto hodnota považujeme biopalivá za brikety. Technológia peletovania je charakteristická tým, že v jednom časovom okamihu vzniká niekoľko výliskov - peliet. Pelety sú po prechode lisovacej matrice a odrezaní veľmi zohriate a plastické. Až po vychladnutí získavajú tvrdosť a mechanickú odolnosť. Matrica peletizéra je vystavená značným abrazívnym účinkom od peletovaného materiálu. Tieto účinky je možné zmierniť pridaním výliskov z repky olejnej. Tento odpad z olejní znižuje spotrebu elektrickej energie pri výrobe, predlžuje dobu životnosti matrice peletizéra a zvyšuje kvalitu alternatívnych peliet. Proces je veľmi jednoduchý a rýchly. Nepridáva sa žiadne umelé spojivo. Pre skvalitnenie peliet z materiálov, ktoré majú nižšiu výhrevnosť /slama, plevy/, sa často používa primiešavanie materiálov s veľkou výhrevnosťou, ako je slnečnica, repka atď.

Výhrevnosť sa mení podľa druhu materiálu, z ktorého sú spracované.

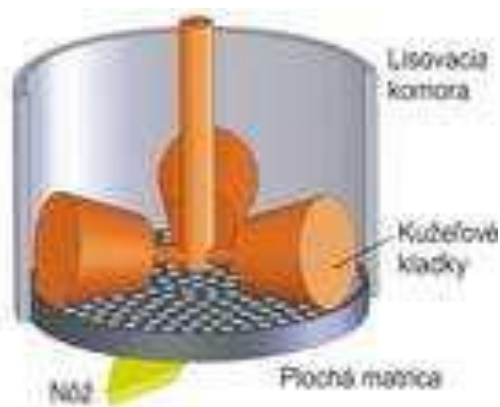
- drevené piliny 16,5-18,5 MJ.kg⁻¹
- slama 16,5-18,5 MJ.kg⁻¹
- kukurica 16,5-18,5 MJ.kg⁻¹
- slama z olejní 18,5-19,5 MJ.kg⁻¹



Obr.44 Pretláčacia hlava peletovacieho lisu

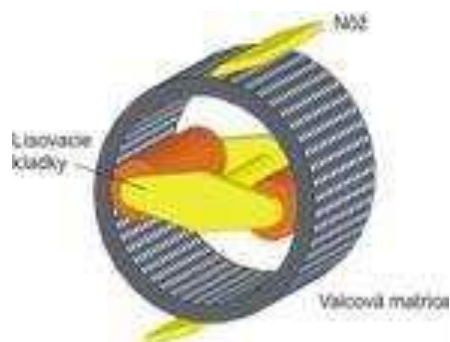
Najpoužívanejšie konštrukčné riešenia peletovacích lisov

1. vertikálny lis s tanierovou maticou



Obr.45 Vertikálny lis s tanierovou maticou Zdroj: ŠOOŠ, Ľ. 2007

2. horizontálny lis s valcovou maticou



Obr.46 Horizontálny lis s valcovou maticou Zdroj: ŠOOŠ, Ľ. 2007

3. lis s protibežnými maticami - Eco Tre System



Obr.47 Lis s protibežnými maticami Zdroj: ŠOOŠ, Ľ. 2007

Druhy peliet

1. Drevné pelety

Drevné pelety sa vyrábajú z čistých pilín a hoblín bez pridávania chemických látok. V poslednej dobe sa vyrábajú drevné pelety aj z cieľovo pestovaných rýchlorastúcich drevín. Za najkvalitnejšie drevné pelety sa považujú také, v ktorých je obsiahnuté iba minimum kôry.

2. Alternatívne pelety

Alternatívne pelety sú vyrobené zo slamy (pšenice, raže, sóje, jačmeňa, hrachu, repky...) a poľnohospodárskeho odpadu (organický odpad vznikajúci pri priemyselnom čistení a sušení poľnohospodárskych plodín). Požadovaná pevnosť a trvanlivosť alternatívnych peliet sa získava aj pridaním odpadu z repky alebo slnečnice (2 - 3 % z celkového objemu) k slame a ostatnému poľnohospodárskemu odpadu pri peletizovaní.

Kvalita peliet

Je už vo viacerých štátoch predpísaná normami. Pelety predávané v súčasnosti na trhu sa vyrábajú z čistých pilín a hoblín. Niektorí producenti pri výrobe peliet pridávajú do pilín obilný šrot, prípadne škrob. Úlohou tohto aditíva je znížiť trenie pri lisovaní, zvýšiť pevnosť peliet a zabezpečiť, aby vyrábané pelety boli čo najsvetlejšie. Pelety, vzhľadom na homogenitu a rovnomernú hustotu horia ustáleným a plynulým plameňom. Dĺžka horenia je asi len 10-20 minút, čo je spôsobené vysokým pomerom povrchu k objemu. Tento vysoký pomer má za následok aj vysoké opotrebenie funkčných častí peletovacích strojov. Pelety sú v porovnaní s briketami malé a majú niektoré vlastnosti voľne sypaných materiálov. Najväčšou výhodou peliet je, že ich môžeme bezproblémovo dopravovať pneumatically a v závitkových dopravníkoch relatívne malých priemerov. Tým sú predurčené pre dopravu pri automatizovanom riadení procesu spaľovania v relatívne malých domácich kotloch.

Chladenie peliet

Pri peletovaní vzniká značné teplo (okolo 120 °C) uvoľňujúce a zmäkčujúce lignín, ktorý obsahuje surovina. Teplom sa lignín dostáva do plastického stavu a po vychladnutí pôsobí ako spojivo. Chladenie peliet po výstupe z matrice je preto nevyhnutnosťou, pretože až po vychladnutí získava peleta požadovanú pevnosť a trvanlivosť. Chladenie bude prebiehať v protiprúdnom chladiči, kde sa zníži teplota peliet na 30-35°C.

Balenie peliet

- **balenie do 15 kg vriec je** najpoužívanejšie u nás. Jedna osoba relatívne ľahko vysype jeho obsah do zásobníka. Je určené hlavne pre majiteľov izbových krbov na pelety, kde nie je možné (esteticky rozumné) umiestniť zásobník na peletky. U nás je najpoužívanejšie preto, lebo väčšina majiteľov kotlov na pelety nebola už ochotná investovať do ich zásobníka a tak vytvoriť zmysluplný celok moderného a pohodlného vykurovania.
- **Big bag 1000-1200 kg.** Toto balenie nie je určené konečnému spotrebiteľovi. Je to technologický obal vo výrobe, ktorý slúži na prepravu a uloženie suroviny pred jej ďalším spracovaním. Manipulácia je možné iba s vysokozdvížnym vozíkom,

žeriavom, či hydraulickým ramenom. Pre jeho váhu a rozmery je manipulácia v domácnosti rozporuplná.

- **Cisterna.** Na Slovensku zatiaľ nie veľmi rozšírený spôsob dodávok, čo sa ale rastom spotrebiteľov rýchlo zmení. Podobným vývojom prešla aj západná Európa pred vyše desiatimi rokmi. Dnes tam už má zásobník na peletky každý a domácnosti sa zásobujú iba cisternami. Z cisterny sa pelety pomocou vzduchu a transportnej hadice nafúkajú do zásobníka. Je to rýchly veľmi komfortný spôsob. Cisterna je vybavená špeciálnou váhou, kde sa presnosťou na kg určí, aký objem bol dodaný. Toto je trend, ktorý i na Slovensku bude samozrejmosťou.



Obr.48 Pelety balené v 15 kg vreciach

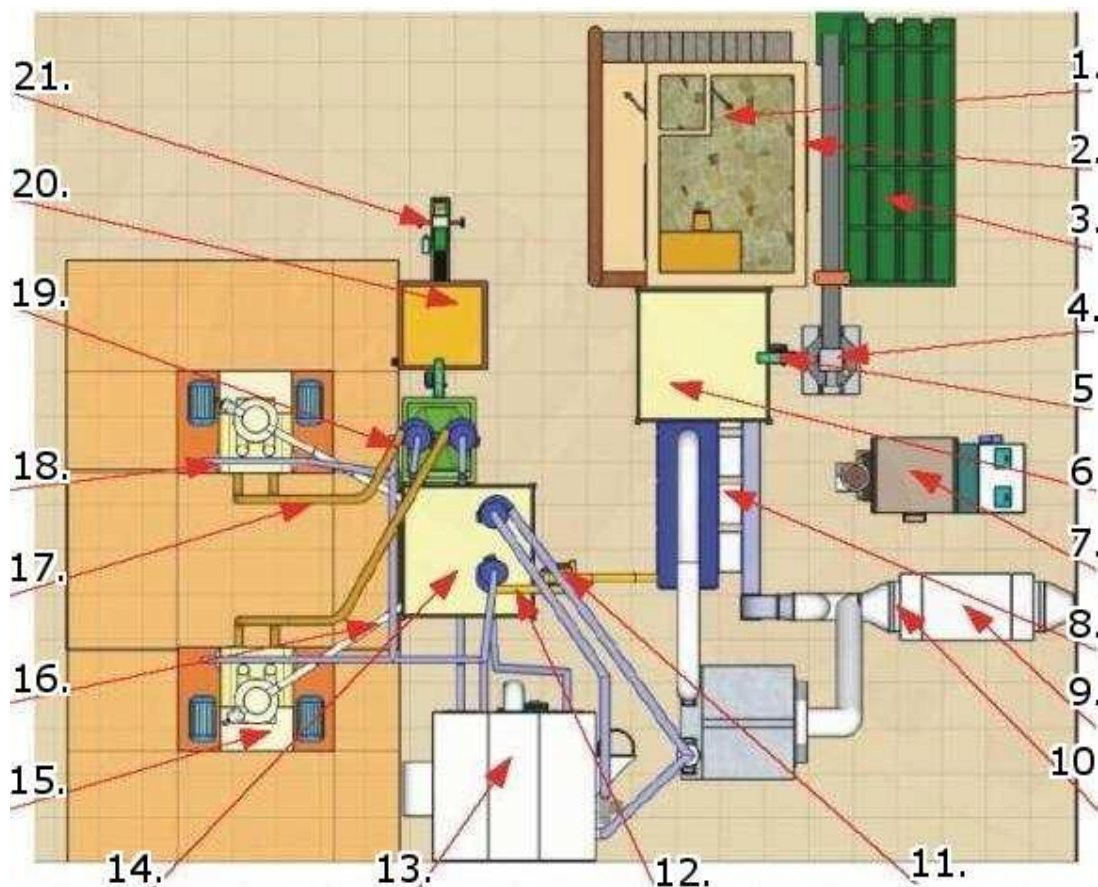
Obr.49 Pelety uskladnené v Big bag-och



Obr.50 Voľne sypané pelety v cisterne

Vzorové peletovacie linky

Peletovacia linka s produkciou 2 t.h⁻¹



Obr.51 Peletovacia linka s produkciou 2 t.h⁻¹

1.velín, 2.elektrozvodňa, 3.silo s posuvnou podlahou, 4.kladivkový drvič, 5.korčekový vynášač, 6.silo mokrej suroviny, 7.kotol sušičky, 8.sušička 9.rekuperátor, 10.výmenník tepla, 11. kladivkový drvič, 12.transport pilín z drviča do sila, 13.filter, 14.silo suchej suroviny, 15.peletizér ETS P600/2/S, 16.transport pilín zo sila do lisu, 17.odsávanie peletiek od lisu, 18.odsávanie odrolu a prachu, 19.chladič, 20.silo na peletky + balička, 21.váha

Popis činnosti linky:

Naskladnenie suroviny do sila s posuvnou podlahou. Doprava do kladivkového drviča. Tu sa upraví surovina na frakciu vhodnú na sušenie. Korčekovým vynášačom sa dostane surovina do sila mokrej suroviny. Nasleduje vlastné sušenie v sušičke s výkonom 500 kW. Závitkovým dopravníkom postupuje vysušená surovina do ďalšieho kladivkového drviča. Podrveným dosiahneme surovinu vhodnú na peletovanie, ktorá sa sústreďuje v sile suchej suroviny. Zo sila dopravujú surovinu do peletizérov dva závitkové dopravníky. V linke pracujú paralelne dva peletovacie lisy ETS P600/2/S, každý s výkonom 1 t.h⁻¹. Nasleduje pneumatický transport hotových peliet do chladiča. Tu sa pelety ochladia, vytriedia a

prebytočný prach a odrol sa pneumatically dopraví do filtra, kde sa oddelia. Vychladené pelety sa z chladiča korčekomým vynášačom presunú do sila hotových peliet. Podľa požiadaviek odberateľa sa peletky balia do vriec, big-bagov.

Peletovacia linka MGL 400



Obr.52 Peletovacia linka MGL 400

1.elektromotor, 2.peletizér, 3. protiprúdový chladič, 4.medzizásobník, 5.závitovkový dopravník (transport odrolu do medzizásobníka), 6.potubie na odsávanie prachu, 7.závitovkový dopravník (doprava suroviny z medzizásobníka), 8.dávkovač, 9.závitovkový dopravník (doprava suroviny zo zásobníka).

Základné údaje

Príkon celej linky: 19 kW

Hmotnosť linky: 580 kg

Výkonnosť linky:

drevené pelety: 80 - 250 kg.h⁻¹

alternatívne pelety: 80 - 280 kg.h⁻¹