

SUŠENÍ BIOMASY**Michaela Zárbynická**

VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Energetický ústav, Technická 2, Brno 616 69
email: zarybnicka@fme.vutbr.cz

Příspěvek se zabývá problematikou snižování vlhkosti biomasy sušením a jejím následným využitím jako biopaliva. Jsou navrženy různé varianty sušení. Konkrétně byla navržena pásová sušárna, kde jsou předpokládány různé druhy sušícího média.

Klíčová slova: sušení, spaliny, pásová suška

ÚVOD

Jedním z hlavních problémů při zpracování biomasy je míra její vlhkosti, která snižuje výhřevnost dané hmoty. Spalování velmi vlhkých paliv v podobě různých druhů biomasy je komplikované a má neblahý dopad nejen na celkovou účinnost spalovacího procesu, ale i na zvýšenou tvorbu škodlivých emisí. Klasické roštové spalovací kotle jsou citlivé na obsah vody v palivu, proto jako první je nutné palivo sušit. Je tudíž žádoucí využívat různé metody vedoucí ke snížení vlhkosti před dalším zpracováním a využíváním biomasy. Z běžných a vhodných druhů biopaliv pro přímé spalování je dřevní štěpka.

VLHKOST

Vlhkost, či obsah vody v biomase, kterou hodláme spalovat, je základním parametrem, podle kterého se řídíme při výběru spalovacího zdroje, protože právě vlhkost je významnou veličinou určující kvalitu spalovacího procesu. Snahou je získat palivo s co nejnižším obsahem vody. Vlhkost závisí především na tom, z jakých zdrojů biomasu získáváme.

Důležitým rozdílem ve vyjadřování vlhkosti je, zdali máme na mysli dřevozpracující průmysl, nebo energetickou praxi.

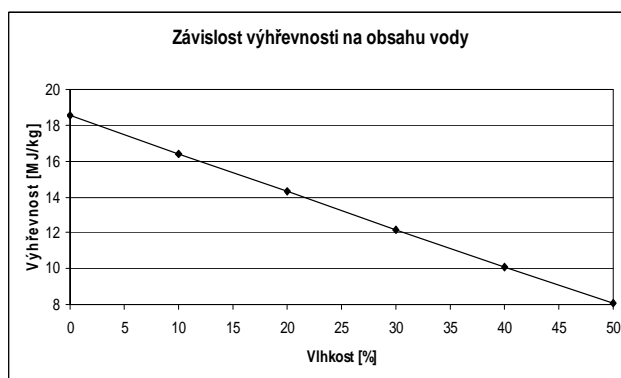
V dřevozpracujícím průmyslu se obsah vody vztahuje k suchému vzorku. Obecný vzorec pro výpočet vlhkosti:

$$w_d = \frac{m_p - m_o}{m_o} \cdot 100\%$$

kde m_p je počáteční váha vzorku a m_o je váha vzorku po vysušení.

V energetické praxi se však vztahuje obsah vody k původnímu vzorku. Obecný vzorec pro výpočet vlhkosti:

$$w_e = \frac{m_p - m_o}{m_p} \cdot 100\%$$



Obr. 1 Závislost výhřevnosti na obsahu vody [4].

Formy vody ve struktuře dřeva

Obsah vody se u dřevitých materiálů pohybuje v rozsahu 20 % u sušených až po 65 % v surovém stavu. Rostoucí strom potřebuje vodu ke svému životu, získává ji pomocí kořenů z půdy. Množství potřebné vody je obrovské. Po skácení stromu zůstává voda, pokud se nevypaří, ve dřevě. Vlhkostí dřeva tedy rozumíme vodu, která je v něm obsažena, obsah vlhkosti je však vždy různý. Rozlišujeme několik možností, jak může být voda ve dřevě vázána:

Volná (kapilární) voda, jedná se o vodu, která se nejdříve vypařuje z cév a buněčných dutin. Tato voda se vypařuje sama nebo ji lze ze dřeva odstranit mechanicky, například lisováním či odstředováním. Další je vázaná voda, ta se odstraňuje mnohem obtížněji ze dřeva. Tuto vodu nelze ze dřeva odstranit mechanicky, ale lze to za pomoci tepla, jedná se tedy o přeměnu kapalné vlhkosti na vodní páru. Voda vázaná je někdy nazývána vodou hygroskopickou. Vyplývá to z vlastnosti, že vodu vázanou může dřevo přijmout i ve formě vodní páry. Pokud mluvíme o chemicky vázané vodě, tak tu lze odstranit pouze spálením, proto se objevuje i při nulové absolutní vlhkosti. Zjišťuje se při chemických analýzách paliva a její celkové množství představuje 1 – 2 % sušiny.

METODY PRO SNÍŽENÍ OBSAHU VLNKOSTI

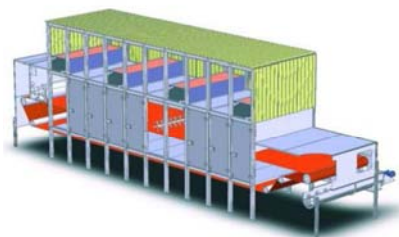
Sušení je běžný fyzikální proces odstraňování nežádoucí vody z příslušného paliva. Při samotném sušení vlhkých paliv probíhají vzájemně provázané procesy přenosu tepla a hmoty mezi palivem a sušícím médiem. Materiál lze sušit přirozeným nebo umělým způsobem. Oba tyto způsoby mají své výhody a nevýhody.

Pasivní sušení je nejstarší způsob odstraňování vlhkosti ze hmoty. Přirozeně lze sušit materiál pod přístřeškem nebo lze použít voděodolnou nebo polopropustnou pokrývku. Voda se na povrchu odpařuje a pára difunduje do okolního vzduchu. Aktivní sušení je velmi rozšířený proces a dnes se provádí za pomoci sušáren. Vzhledem ke značně rozmanitým požadavkům na sušený materiál existuje mnoho typů sušáren, liší se především způsobem, jakým se dodává energie potřebná k sušení, a způsobem dopravy materiálu sušárnou.

Sušící zařízení

Sušárny většinou pracují v blízkosti atmosférického tlaku, je to z důvodu minimalizace netěsnosti sušícího zařízení. Vzduch nebo spaliny jsou nejběžnějším použitým sušícím médiem. Přehřátou páru jako sušící médium je vhodné použít např. v teplárnách, kde je možno použít odběrovou páru.

Lopatková sušárna využívá dopravníkového pásu, který je opatřen lopatkami. Vlhký materiál je průběžně míchaný vyhřívanými otáčejícími břity, což má za následek vypařování vlhkosti a vysušování vlhkého materiálu na požadovanou suchost. Základním principem, který je využíván v sušárně s fluidní vrstvou je, že dřevěný vlhký materiál se profukuje horkým vzduchem nebo jiným plynem proudícím zezdola přes perforované dno pracovního prostoru aparátu. Často se využívají příčné proudy vzduchu, které umožňují přenos dřeva skrz sušárnu. Kontakt částic vlhkého materiálu s horkým sušícím médiem je dokonalý, což usnadňuje a urychluje přestup tepla a zvyšuje využití entalpie sušícího média k odpařování kapaliny tvořící vlhkost sušeného materiálu. Šneková sušárna opět využívá dopravníkového šneku, který je opatřen lopatkami. Šnekový dopravník zaručí nejen posun biomasy komorou, ale i její čechrání. V praxi je možné umístit až tři žlaby se šneky nad sebou, do horního je dopravována biomasa, která na konci šneku volně propadne do vany se šnekem pod sebou. Z posledního šneku je usušená biomasa dopravována pneumaticky nebo dopravníkem do zásobníku. Bubnová sušárna využívá spalin z kotle ochlazeného studeným vzduchem na teplotu 300–500 °C. Dávkování do bubnu je regulováno řídicím systémem tak, aby se výstupní teplota páry ze sušárny udržovala na konstantní teplotě. Buben sušárny je skloněn pod malým úhlem, z důvodu snazšího postupu sušeného materiálu, a je umístěn mezi kladkami, což umožňuje jeho otáčení kolem osy, které způsobuje přesypání štěpky uvnitř bubnu a zlepšuje tak prostupnost spalin, tudíž zvyšuje účinnost. U pásové sušárny je nejdůležitějším komponentem celého zařízení prodyšný sušící pás na pásovém dopravníku, na kterém se pomocí dávkovacích šnekových dopravníků vytváří sušená vrstva. Sušený materiál musí být zbaven větších kusů dřeva či kovových částí, které by mohly způsobit mechanické poškození pásu. Výhodou pásového sušení je nízká teplota a velký objem proudícího vzduchu. Díky tomu nedochází u pilin či dřevní štěpky k spálení či přesušení nebo jinému znehodnocení sušeného materiálu.



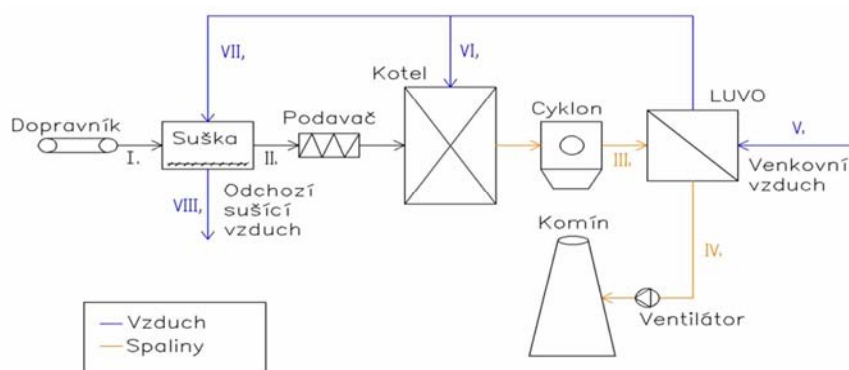
Obr. 2 Pásová sušárna [6].



Obr. 3 Bubnová sušárna [6].

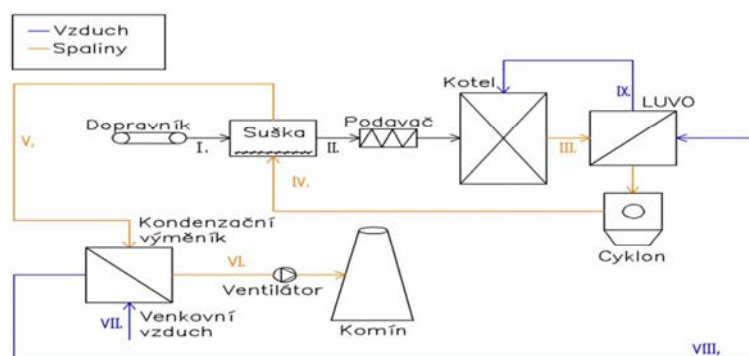
Systém sušení

Cílem práce bylo navržení systému využívající pásovou sušku sušící dřevní štěpku, pro spalování v kotli. Jako sušící médium se uvažovalo horký vzduch, spaliny, případně zbytková pára. Pokud bude do kotle dodávána mokrá štěpka o původní vlhkosti 50 %, tak pro požadovaný výkon kotle 50 MWt je nutné do kotle dopravovat 25 t/hod paliva. Výhřevnost takto mokré štěpky je 8,05 MJ/kg. Předpokládané množství sušeného materiálu bylo 50 000 m³/hod při počáteční vlhkosti 50 %, po vysušení bylo požadováno 30 %. Na Obr. 4 je systém sušení, kdy sušícím médiem je uvažován vlhký vzduch. Jak je vidět pro sušení je zde využít okolní vzduch, který je ohříván na požadovanou sušící teplotu 120 °C ve výměníku LUVO. Aby bylo dosaženo požadovaných hodnot, byla navržena pásová suška o délce a šířce 20 m, výška sušeného paliva byla 1 m. Rychlost posuvu pásu bylo stanoveno na 5 m/hod, celková doba sušení tedy činila 4 hod. Po odstranění vlhkosti z paliva, se výhřevnost paliva výrazně zvýšila na hodnotu 12,3 MJ/kg, což je požadovaný efekt. Množství paliva dodávané do kotle pro výkon 50 MWt je tedy nyní 17,87 t/hod.



Obr. 4 Schématický diagram zapojení se vzduchem.

Na Obr. 5 je obdobný návrh systému sušení se zapojením pásové sušky, ale v tomto případě jsou zde pro sušení využívány spaliny. Zapojení je o něco složitější a tedy i případné pořizovací náklady jsou vyšší, jedná se zde především o drahý kondenzační výměník spaliny-vzduch. Celý systém, tvoří takovou smyčku. Spaliny pro sušení jsou odváděny z kotle přes výměník a cyklon přímo na pásovou sušku, poté přes kondenzační výměník odchází do komína. Stejně jako u vzduchu po vysušení dochází ke snížení požadovaného množství paliva jdoucího do kotle v závislosti na výkonu kotle.



Obr. 5 Schématický diagram zapojení se spalinami.

Závěrem lze říci, že je pouze na rozhodnutí provozovatele kotle, zda bude spalovat mokrou štěpku a tím do budoucna možná zapříčiní případnou poruchovost kotle nebo se rozhodne investovat do sušené dřevní štěpky, ať už je to jakýmkoliv způsobem.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] HENRIK, H.: *Biofuel drying as a concept to improve the energy efficiency of an industrial chp plant*. Helsinky, 2007. 66 s. Dissertation. Helsinky University of Technology. ISBN 978-951-22-8648-5
- [2] JÍCHA, M.: *Přenos tepla a látky*. Vyd. 1. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2001. 160 s. ISBN 80-214-2029-4.
- [3] BALÁŠ, M.: *Kotle a výměníky tepla*. Vyd. 1. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2009. 109 s. ISBN 978-80-214-3955-9.
- [4] ČERNÝ, V.: *Parní kotle*. Praha : SNTL, 1983. 858 s.
- [5] WERTHANOVA, M.: *Atlas makrostruktury dřeva exotických dřevin* [online]. 2010 [cit.2011-04-23]. Stavba kmene. Dostupné z WWW: http://www.atlasdreva.hu.cz/makro_exoticke/teorie_charakteristika_drevin.html.
- [6] Tůma cz s.r.o. [online]. 2010 [cit. 2011-04-23]. Dostupné z WWW: <http://www.tumacz.cz/>.