

Výroba sorbentů teplotní degradací odpadní biomasy

L. Finstrlová*, J. Buchmann**, T. Fejt***
Gymnázium Brno-Řečkovice*, Wichterlovo gymnázium**,
Gymnázium Mikulášské náměstí 23***
xfins@gyrec.cz

Abstrakt

Cílem miniprojektu je příprava a průběh pyrolýzy odpadní biomasy, následná aktivace a vyhodnocení kvality vzniklého sorbentu z hlediska velikosti jeho povrchu. Povrch získaného sorbentu bude porovnán s komerčně dostupným vzorkem aktivního uhlí. Kromě charakterizace sorbentu bude provedena analýza plyných látek pomocí plynové chromatografie.

1 Úvod

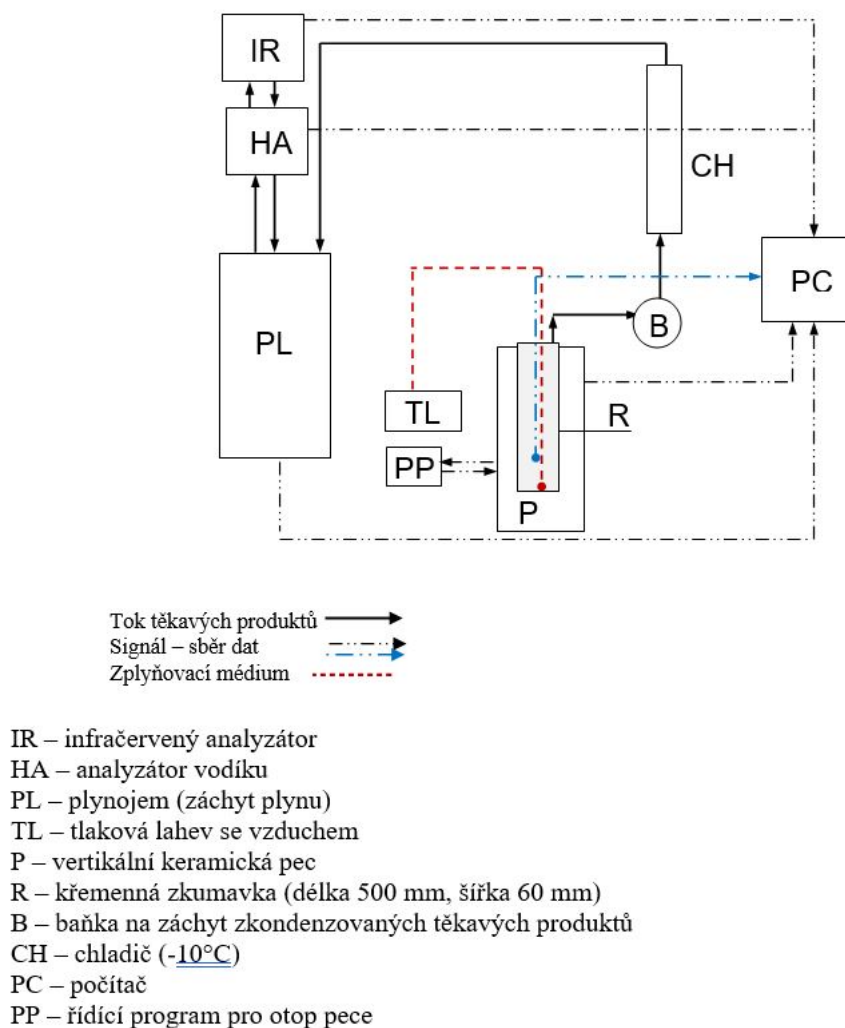
Výroba aktivního uhlí z biomasy se skládá ze dvou částí. První část se nazývá pyrolýza, což je tepelný rozklad bez přístupu kyslíku. V jejím průběhu se ze vstupního materiálu uvolňují těkavé látky, z nichž část po ochlazení kondenzuje. Chemické složení a struktura produktů závisí na složení vstupního materiálu a podmínkách procesu. Druhou částí je zplyňování, kdy do systému vpustíme zplyňovací médium (vodní pára, oxid uhličitý nebo vzduch). Hlavními plynými produkty jsou CO , CO_2 , H_2 , CH_4 , N_2 . Kapalné produkty lze charakterizovat pomocí elementární analýzy. Základní charakteristikou pevných sorbentů je velikost povrchu a distribuce pórů. Póry se dělí na mikro-, mezo- a makropóry. Běžně se na výrobu aktivního uhlí používá černé uhlí. Perspektivní náhradou za černé uhlí jsou např. odpadní materiály z biomasy, které představují snadno dostupný a obnovitelný zdroj. Aktivní uhlí má širokou škálu využití např. v lékařství, vodárenství, armádě, spalovnách odpadu a domácnostech[1].

2 Experimentální část

Jako vstupní materiál byly použity namleté skořápky vlašských ořechů velikosti 1–3 mm. Skořápky byly nasypány do křemenné zkumavky (délka 500 mm, průměr 60 mm) spolu s keramickou kapsou pro vložení dvou termočlánků, křemenné trubičky pro přívod zplyňovacího média a trubičky pro odvod těkavých látek. Zkumavka byla následně zatmelena. Takto připravený vzorek byl vložen do vertikální vsádkové pece (Obr. 1). Dále se v programu na počítači nastavila cílová teplota ($800\text{ }^\circ\text{C}$) a časový přírůstek teploty ($10\text{ }^\circ\text{C}/\text{min}$). Spuštěním programu začal proces, který se skládá nejprve z pyrolýzy, během které došlo k odplynění vzorku. Průběžně se zaznamenával aktuální stav – teplota pece, teplota uvnitř vzorku, celkový objem plynu v plynojemu a koncentrace vniklých plynů. V průběhu pyrolýzy se uvolňovaly těkavé látky ve formě plynů. Některé látky po ochlazení v chladiči

(-10°C) zkondenzovaly v baňce a ostatní byly odsáty do plynojem. Ve chvíli, kdy vstupní materiál dosáhl cílové teploty 800°C bylo dovnitř vpuštěno zplyňovací médium (vzduch) o průtoku $7,67\text{ dm}^3/\text{h}$, a tím začalo zplyňování. Po ukončení procesu a vychladnutí pece byla vyjmuta zkumavka a odstraněn tmel. Vzniklý sorbent byl zvážen a odeslán na analýzu velikosti povrchu a distribuce pórů.

Kromě charakterizace sorbentu byly analyzovány i plynné produkty.



Obrázek 1: Vertikální vsádková pec

3 Výsledky a diskuze

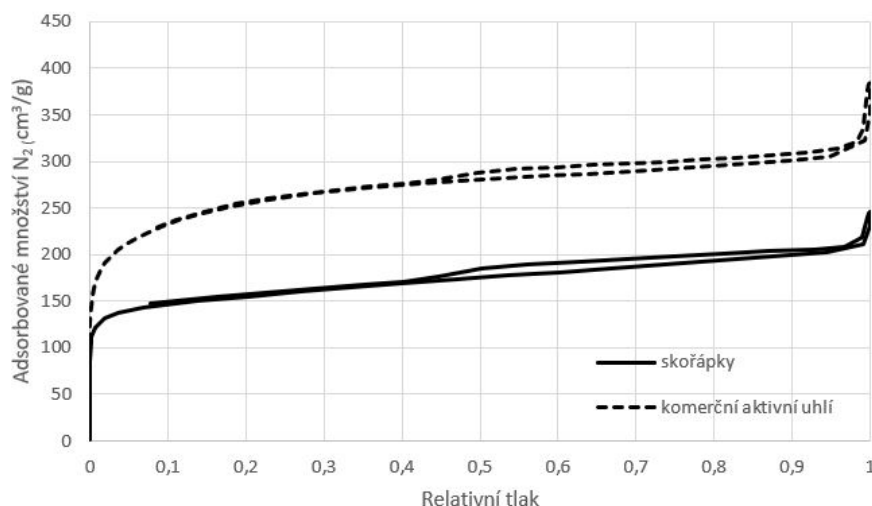
Ze 100 % vstupního materiálu jsme získali 17,3 hm. % tuhého produktu (sorbentu), 41 hm. % kapalného produktu (vody a dehtu), 33,7 hm. % plynného produktu. Ztráty činily 7,9 hm. %. V grafu na obrázku č. 2 je porovnání sorpčních isoterem vzorku a komerčního aktivního uhlí. Je z něj zřejmé, že sorbent je převážně mikroporézní s malým podílem mezopórů. V porovnání s komerčním aktivním uhlím má výsledný sorbent méně pórů, to znamená, že má mírně zhoršené sorpční vlastnosti, což potvrzuje i velikost povrchu (S_{BET}): aktivní uhlí – $944\text{ m}^2/\text{g}$, sorbent – $510\text{ m}^2/\text{g}$. Velikost povrchu námi získaného sorbentu ze

skořápek vlašských ořechů je srovnatelná s velikostí povrchu sorbentu z kávových zrn získaného M. Staf a spol., která činí $537 \text{ m}^2/\text{g}$. [2]

V tabulce 1 je uvedeno složení vzniklého plynu zjištěné na plynovém chromatografu. Výhřevnost tohoto plynu je nízká ($6,995 \text{ MJ}/\text{m}^3$), neboť je zředěn vzdušným dusíkem.

Sloučenina	O ₂	N ₂	CH ₄	sum C ₂ -C ₅	CO	CO ₂	H ₂	CH ₃ SH	Ar
Obj. %	3,09	45,33	6,87	0,75	19,59	15,05	9,23	0,01	0,07

Tabulka 1: Složení vzniklého plynu



Obrázek 2: Porovnání sorpčních isoterem vzorku a komerčního aktivního uhlí

4 Závěr

Zplyněním skořápek vlašských ořechů při teplotě $800 \text{ }^\circ\text{C}$ vzduchem jsme získali $17,3 \text{ hm. \%}$ sorbentu o velikosti povrchu $510 \text{ m}^2/\text{g}$. Údaj sorbentu je srovnatelný s hodnotou uvedenou v literatuře.

Poděkování

Děkujeme paní Olze Bičákové a Martině Švábové za naše vedení v miniprojektu v rámci Týdne vědy na Jaderce.

Reference

- [1] Wikipedie: Aktivní uhlí <https://cs.wikipedia.org/wiki/Aktivn> (staženo dne 21. 6. 2022)
- [2] M. STAF, K. ZÁLEŠÁKOVÁ, V. KYSELOVÁ, B. MIKLOVÁ A S. SKOBLJA *Zařízení na přípravu a aktivaci biocharu*. Chem. Listy 113, 48–52 (2019).