

Zníženie energetickej a environmentálnej zát'áže výroby železorudného aglomerátu náhradou fosilného paliva odpadnou biomasou

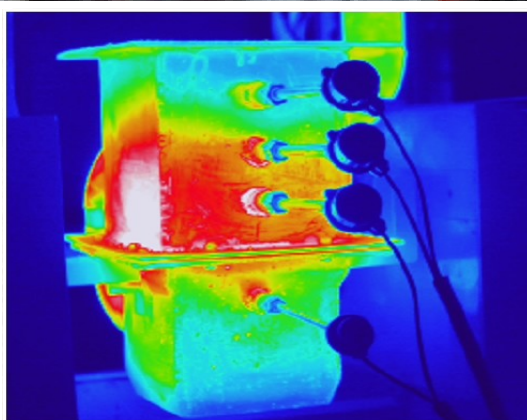


AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

Číslo projektu : APVV-16-0513

Doba riešenia: 1.7. 2017 – 30.06.2020

4. časť – r. 2020



Riešitelia:

prof. Ing. Mária Fröhlichová, CSc.
vedúca projektu,

prof. Ing. Jaroslav Legemza, PhD.,
doc. Ing. Róbert Findorák, PhD.,
Ing. Martina Džupková, PhD.

Hlavné ciele projektu

- teoretické štúdium nových poznatkov použitia biomás v rámci aglomerácie vo svete,
- komplexná materiálová analýza nových druhov biomasy,
- optimalizácia podmienok zbaľovania a spekania s definovaným typom biomasy,
- zníženie energetickej a environmentálnej záťaže výroby železoruďného aglomerátu,
- návrh technického riešenia aplikácie potenciálnych druhov biomasy v podmienkach SR



v rámci výroby Fe aglomerátu



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

**Zníženie energetickej a environmentálnej záťaže výroby
železoruďného aglomerátu náhradou fosilného paliva
odpadnou biomasou APVV-16-0513**

UMET
ÚSTAV
METALURGIE

Závery teoretického štúdia nových poznatkov použitia biomasy v aglomeračnom procese – 1.časť (r. 2017)

- úplná náhrada prachového koksu v aglomerácii biomasou nie je možná



je možné nahradiť 10-40% prachového koksu, existuje potenciál pre zníženie emisií a zvýšenie produktivity

- potreba ďalšieho skúmania



vplyvu vlastností vstupných druhov biomasy na aglomeračný proces, štúdium termodynamiky a kinetiky spaľovania biomasy

- pre aglomeračný proces sa javí ako najvhodnejšia odpadná biomasa



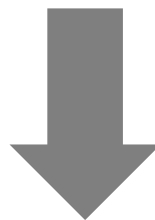
piliny z dendromasy, zvyšky z fytomasy, lignínové zložky



Závery z komplexnej materiálovej analýzy nového druhu biomasy

2.časť (r. 2018)

- hydrolyzovaný lignin sa javí ako vhodná čiastočná náhrada koksu v aglomeračnom procese

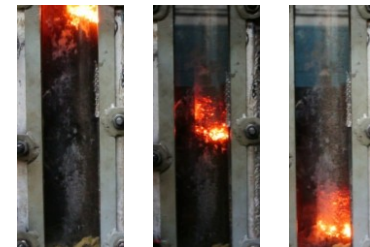
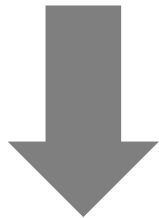


lignin má nižšiu výhrevnosť ako prachový koks, ale vyššiu ako drevné piliny
má výrazne nižší obsah popola – s nižšou teplotou tavenia
má nižší obsah dusíka a síry



Závery z horenia nového druhu biomasy – 2.časť (r. 2018)

- z testovaní horenia ligninu v podmienkach simulácie aglomeračnej vrstvy možno vyvodit' nasledujúce poznatky

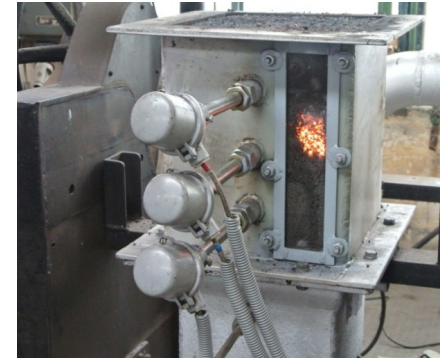
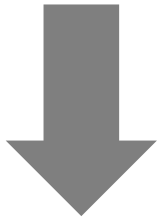


- rýchlosť horenia ligninu narastá so zvyšovaním podtlaku
- granulometria ligninu ovplyvňuje celkovú priedušnosť zmesi a podmienky prívodu oxidačného činidla na reakčný povrch ligninu
- testovaná biomasa (lignin) horí intenzívnejšie v celom rozsahu použiteľnej zrnitosti v porovnaní s aglomeračným koksom



Závery z laboratórnych experimentov – 3.časť (r. 2019)

- z výsledkov laboratórnych spekaní je možné vyvodit' nasledujúce poznatky:



- boli vytvorené nové termodynamické modely horenia biomasy a softvérová aplikácia materiálovo – tepelnej bilancie výroby aglomerátu za použitia biomasy
- spekania s modelovými vsádzkami s rôznou substitučnou náhradou vykazovali rozdielne technologické ukazovatele
- použitie ligninu až do 50 % náhrady koksu sa neprejavilo výraznou negatívnou zmenou výsledných fyzikálno – chemických vlastností aglomerátu, túto výšku substitúcie je možné považovať za prijateľnú



Štruktúra 4. časti projektu (r. 2020)

- optimalizácia podmienok spekania s definovaným typom biomasy – **lignin** a **konopné pazderie**
- efektívnejšie využitie tepelnej energie z odpadnej biomasy a zníženie celkovej ekologickej záťaže výroby železorudného aglomerátu na životné prostredie
- návrh možností uplatnenia vybraných druhov odpadnej biomasy pre využitie v prevádzkových podmienkach



Optimalizácia podmienok spekania s definovaným typom biomasy

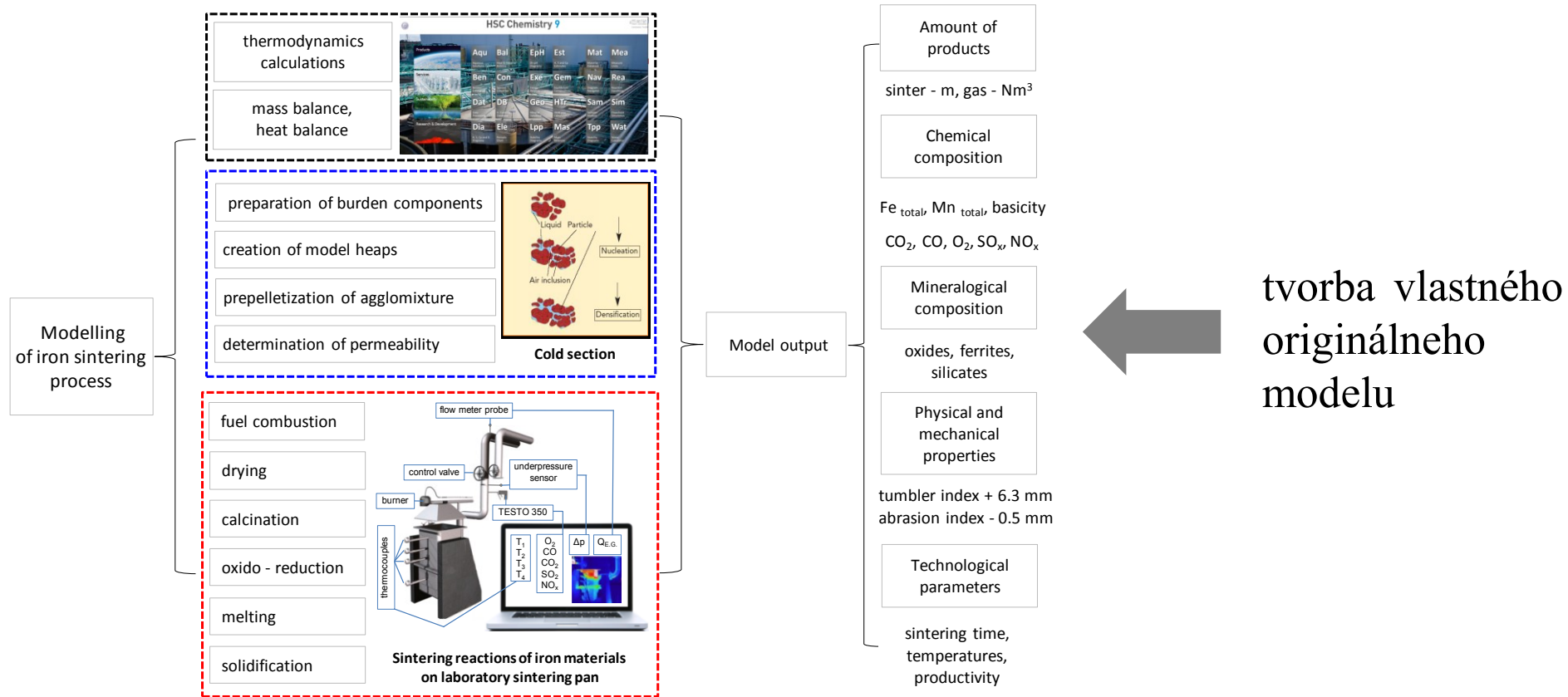


AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

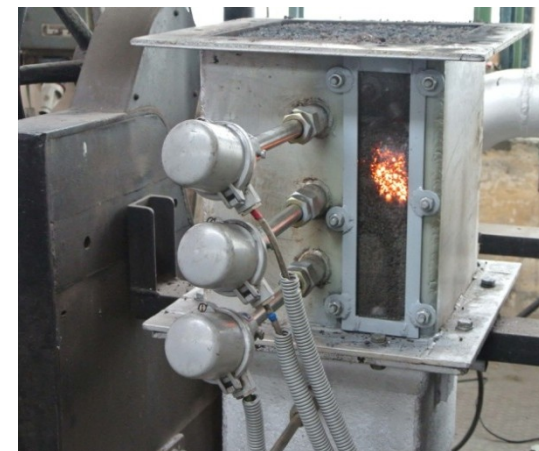
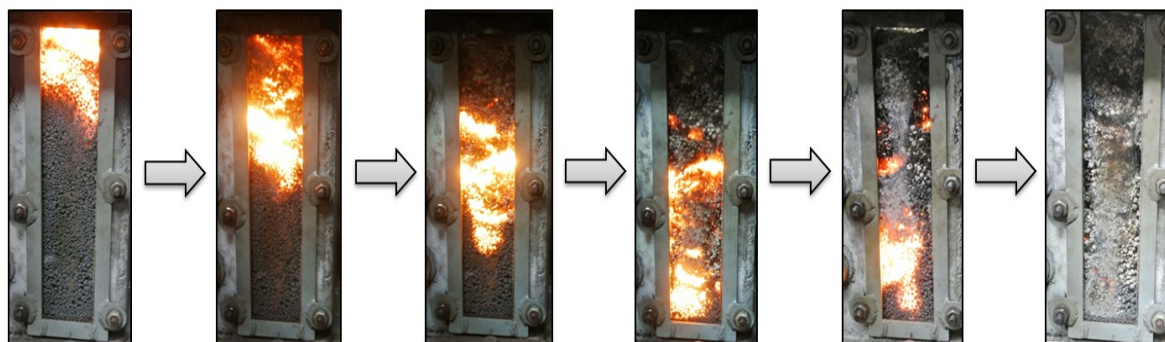
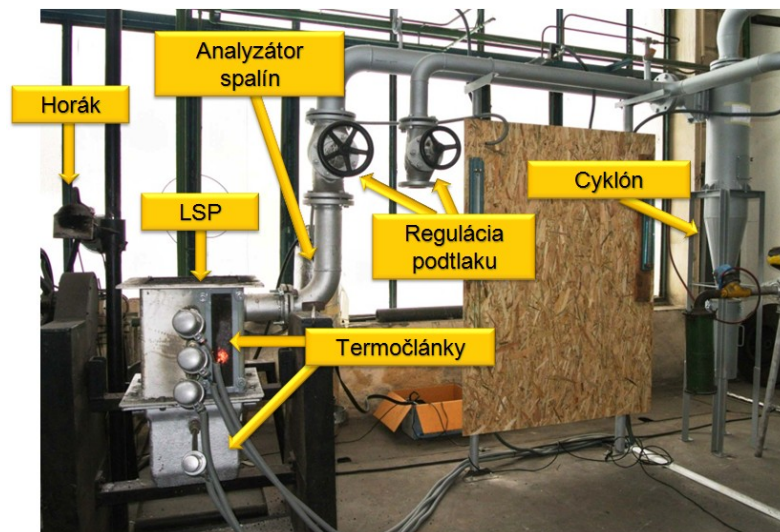
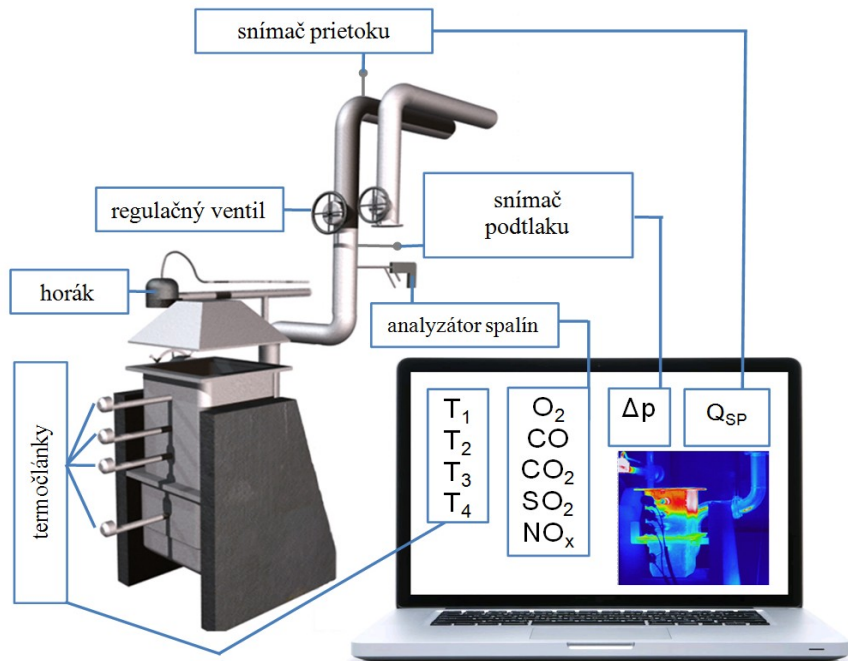
**Zníženie energetickej a environmentálnej záťaže výroby
železorudného aglomerátu náhradou fosilného paliva
odpadnou biomasou APVV-16-0513**

UMET
ÚSTAV
METALURGIE

Model spekania v laboratórnych podmienkach UMET určený na optimalizáciu vysokoteplotných spekaní



Laboratórna spekacia panvička na experimentálne štúdium biomasy v aglomeračnom procese



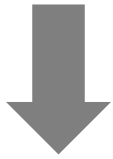
AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

Zníženie energetickej a environmentálnej záťaž výroby
železorudného aglomerátu náhradou fosilného paliva
odpadnou biomasou APVV-16-0513

UMET
ÚSTAV
METALURGIE

Sledované parametre vysokoteplotných spekaní

V rámci vysokoteplotných spekaní za použitia ligninu boli sledované, analyzované a vypočítané nasledujúce parametre:



- postup zóny horenia,
- teplotné profily v spekanej vrstve,
- teploty spalín,
- chemické zloženie spalín,
- fyzikálne, mechanické a chemicko – mineralogické vlastnosti aglomerátov.

Nové parametre:



- oblasti tvorby tekutej fázy - LPFA
- časy zotrvania na teplotách tavenia - DTMM

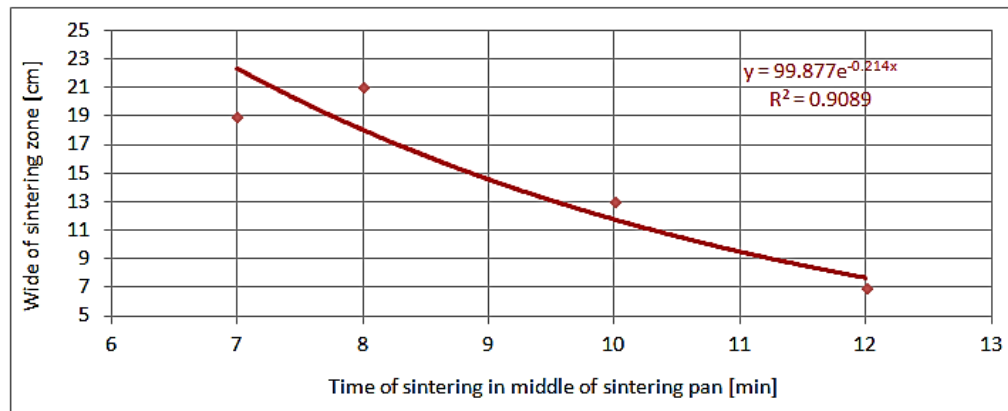
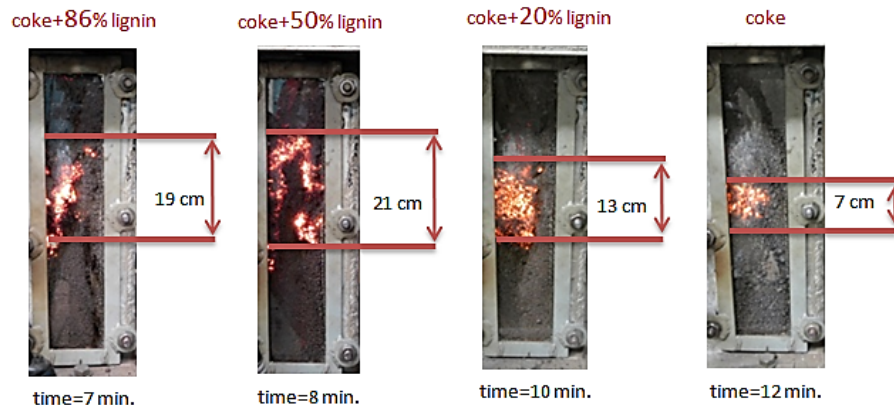


AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

Zníženie energetickej a environmentálnej záťaže výroby
železorudného aglomerátu náhradou fosilného paliva
odpadnou biomasou APVV-16-0513



Charakteristika zóny spekania pri výrobe aglomerátov za použitia ligninu



Lignin horí rýchlejšie ako koks a zóna horenia v spekanej vrstve je výrazne širšia pri vyššej substitúcii koksu ligninom v dôsledku jeho vyššej pórovitosti a reaktivity.

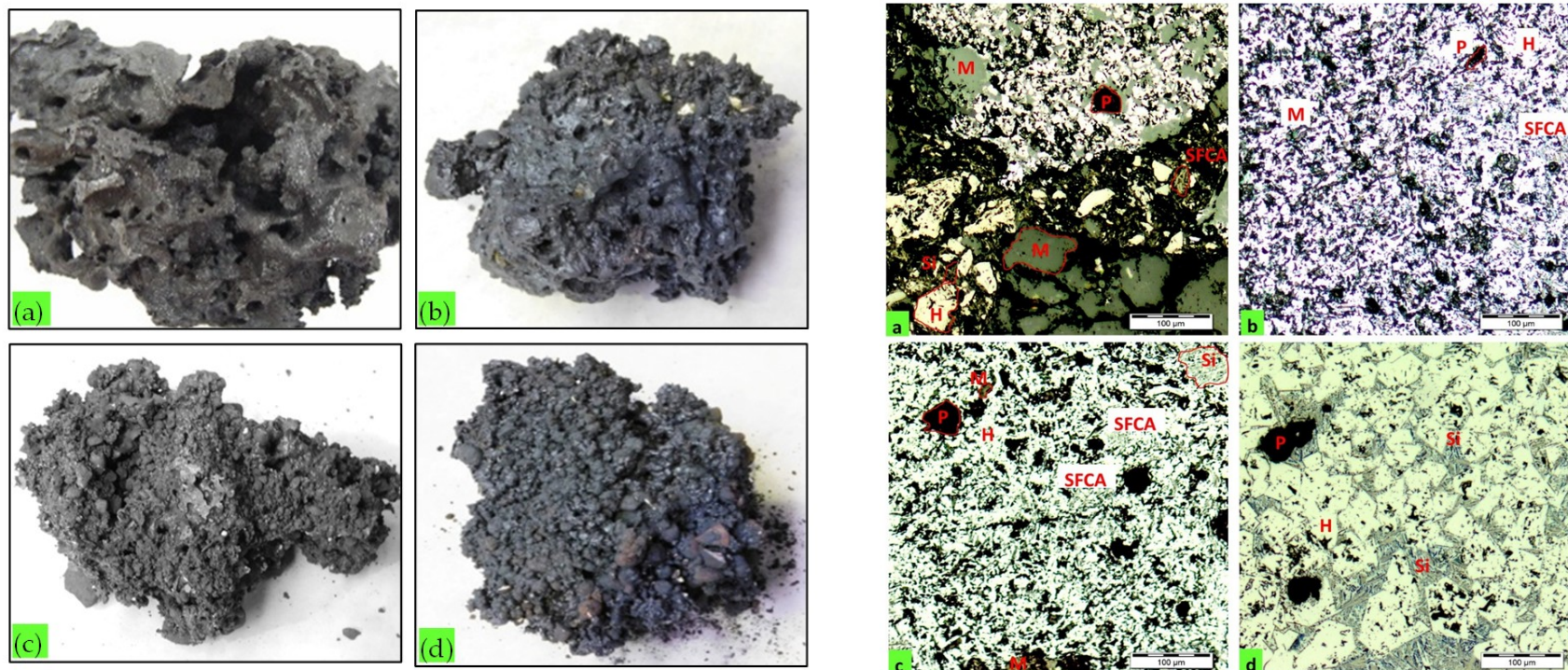


AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

Zníženie energetickej a environmentálnej záťaže výroby
železorudného aglomerátu náhradou fosilného paliva
odpadnou biomasou APVV-16-0513

UMET
ÚSTAV
METALURGIE

Makro a mikroštruktúra aglomerátov vyrobených s náhradou koksu ligninom



(a) 0 % náhrada, (b) 20 % náhrada, (c) 50 % náhrada, (d) 86 % náhrada

Pri aglomerátoch vyrobených so substitúciou koksu upravenými ligninovými peletami bola pozorovaná jemnozrnejšia a heterogénne pórovitá štruktúra, pričom so zväčšovaním substitučného stupňa sa zvyšovala pórovitosť aglomerátu.

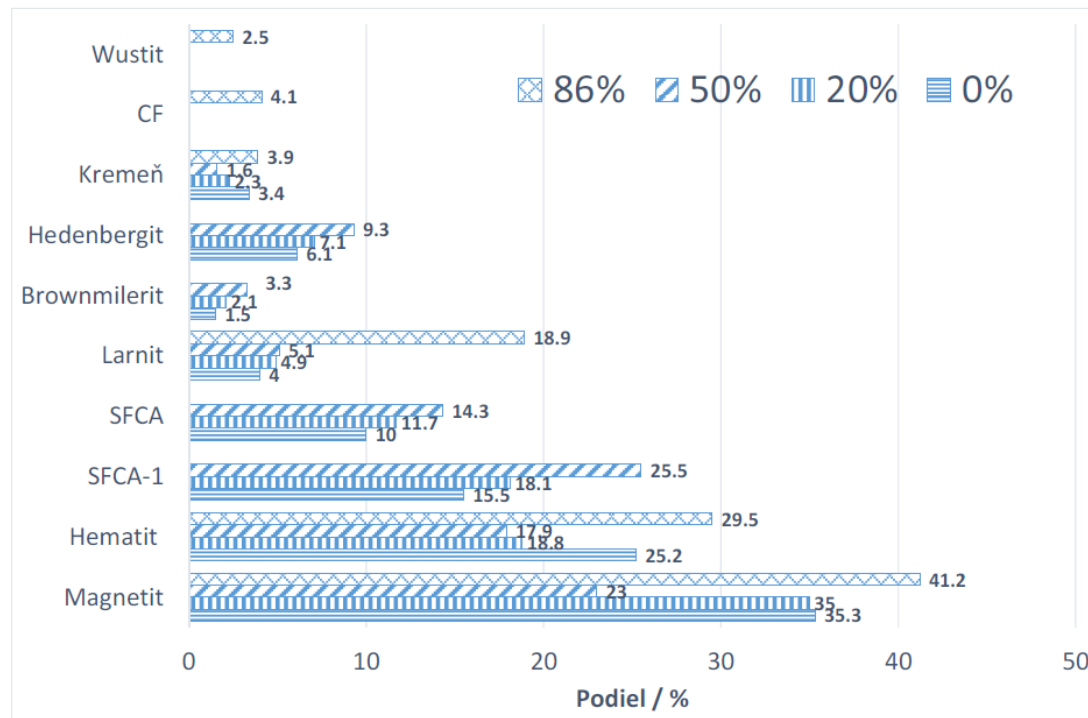


AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

Zníženie energetickej a environmentálnej záťaže výroby
železorudného aglomerátu náhradou fosilného paliva
odpadnou biomasou APVV-16-0513

UMET
ÚSTAV
METALURGIE

Mineralogické (fázové) zloženie aglomerátov pri substitúcii koksu ligninom



Pri 20% a 50% substitúciách koksu ligninom nedošlo k zmene fázového zloženia, t.j. vzniku nových fáz. Významná zmena nastala v **podieli** jednotlivých fáz. Pri 20 a 50% náhrade dochádza k poklesu majoritných oxidických fáz (magnetit, hematit), k zvýšeniu väzbových fáz zastúpených silikoferitmi (SFCA - 1 a SFCA) a silikátmi (larnit, hedenbergit).



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

Zníženie energetickej a environmentálnej záťaže výroby
železorudného aglomerátu náhradou fosilného paliva
odpadnou biomasou APVV-16-0513



Zníženie celkovej ekologickej zát'aže výroby železoruďného aglomerátu na životné prostredie

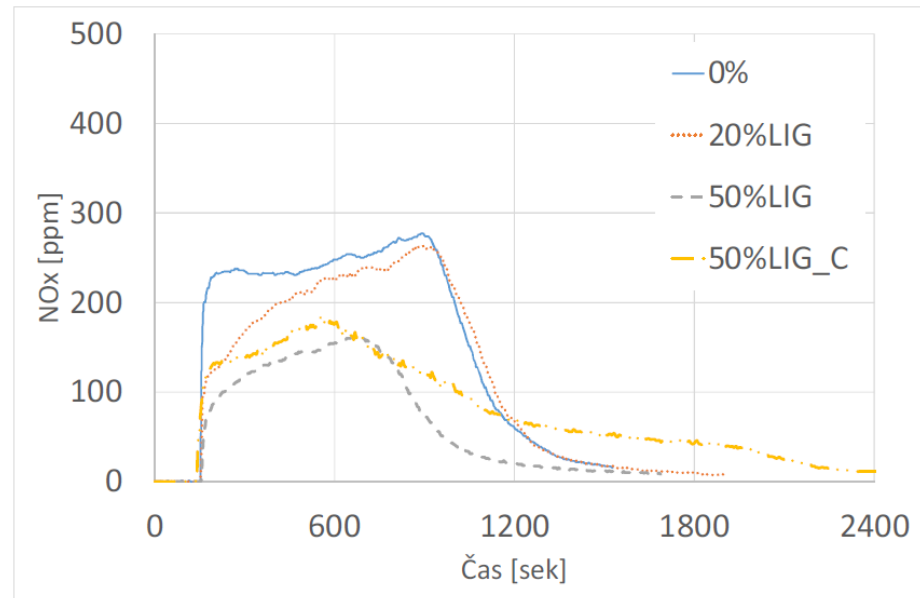
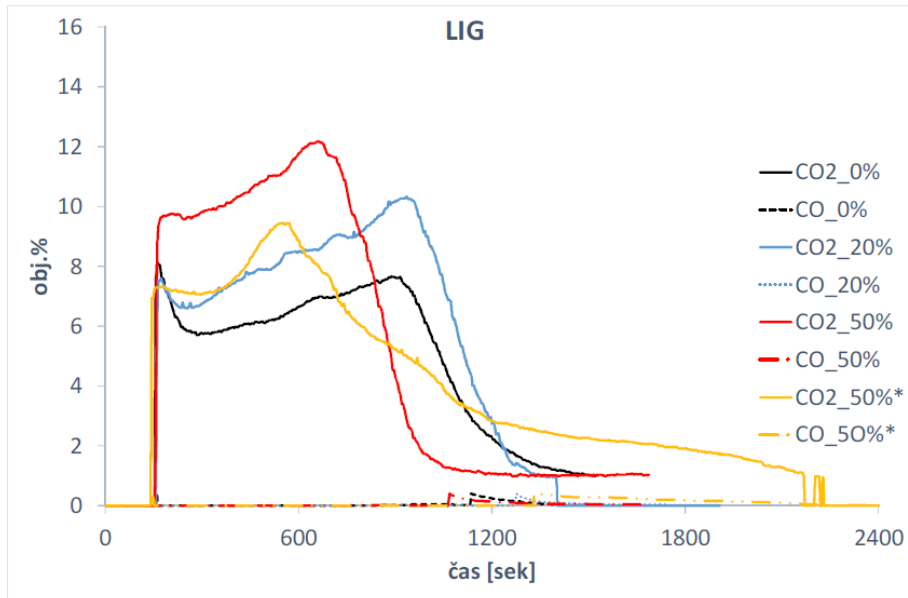


AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

**Zníženie energetickej a environmentálnej zát'aže výroby
železoruďného aglomerátu náhradou fosilného paliva
odpadnou biomasou APVV-16-0513**

UMET
ÚSTAV
METALURGIE

Emisné profily pri výrobe aglomerátov za použitia biomasy - ligninu



Na základe laboratórneho výskumu ligninu je možné pre technológiu výroby aglomerátu v reálnej prevádzke predikovať až **50 % náhradu** prachového koksu týmto druhom biomasy, pričom je možné pre výrobu aglomerátu predikovať jeho štandardné vlastnosti (chemické a mineralogické zloženie, fyzikálne a mechanické vlastnosti) a zlepšenie niektorých technologických a ekologických parametrov (napr. zvýšenie výrobnosti a zníženie oxidov síry a dusíka).



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

Zníženie energetickej a environmentálnej záťaže výroby
železorudného aglomerátu náhradou fosilného paliva
odpadnou biomasou APVV-16-0513



UMET
ÚSTAV
METALURGIE

Návrh možností uplatnenia vybraných druhov odpadnej biomasy pre využitie v prevádzkových podmienkach



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

**Zníženie energetickej a environmentálnej záťaže výroby
železorudného aglomerátu náhradou fosilného paliva
odpadnou biomasou APVV-16-0513**

UMET
ÚSTAV
METALURGIE

Návrh úpravy biomasy pre prevádzkové podmienky

P.č.	Druh biomasy	Uskladnenie	Úprava	Optimálny parameter	Metodika	Spôsob realizácie	Výhodnosť aplikácie *
1.	drevné uhlie	kryté sklady tuhého paliva (150 m ³)	granulometria	stredná zrornosť = 1.13 – 1.7 mm	drviace a mletie postupy	použitie dvojrotorového drviča na dezintegráciu ľahko drvitelných materiálov a nožový mlyn	1
2.	orechové škrupiny	kryté sklady (150 m ³)	granulometria	stredná zrornosť = 1.8 – 2.0 mm	drviace a mletie postupy	použitie vhodných nastavení kalibračných prítlakov čel'ust'ového drviča, prípadne kladivového drviča	2
3.	dubové piliny	silo so šnekovým vynášacím systémom (200 m ³)	vlhkosť	pod 10 % H ₂ O	sušenie	vzduch ohriaty odpadným teplom	3
			granulometria	stredná zrornosť = 2 – 3.5 mm	kompaktácia	mechanický lis na briketovanie (napr. veľkoobjemový briketovací stroj CF-Nielsen)	
4.	borovicové piliny	silo so šnekovým vynášacím systémom (200 m ³)	vlhkosť	pod 8 % H ₂ O	sušenie	vzduch ohriaty odpadným teplom	2
			granulometria	stredná zrornosť = 1.9 – 3.2 mm	kompaktácia	mechanický lis na briketovanie (napr. veľkoobjemový briketovací stroj CF-Nielsen)	
5.	konopné stebľa	smaltované silo (150 m ³)	granulometria	stredná zrornosť = 0.5 – 5.0 mm	je možné použiť v pôvodnom stave	-	1
6.	lignin	kryté sklady tuhého paliva (150 m ³)	granulometria	stredná zrornosť = 2.3 mm	drviace postupy	použitie dvojrotorového drviča na dezintegráciu ľahko drvitelných materiálov	1



Z vyhodnotenia upravárenských techník a predikcií pre prevádzkové podmienky vyplýva, že najvhodnejšie alternatívy z hľadiska upravárenských postupov predstavujú drevné uhlie, konopné stebľa a **lignin**. Menej vhodnejšie sú orechové škrupiny a borovicové piliny. Najmenej vhodné sú dubové piliny.

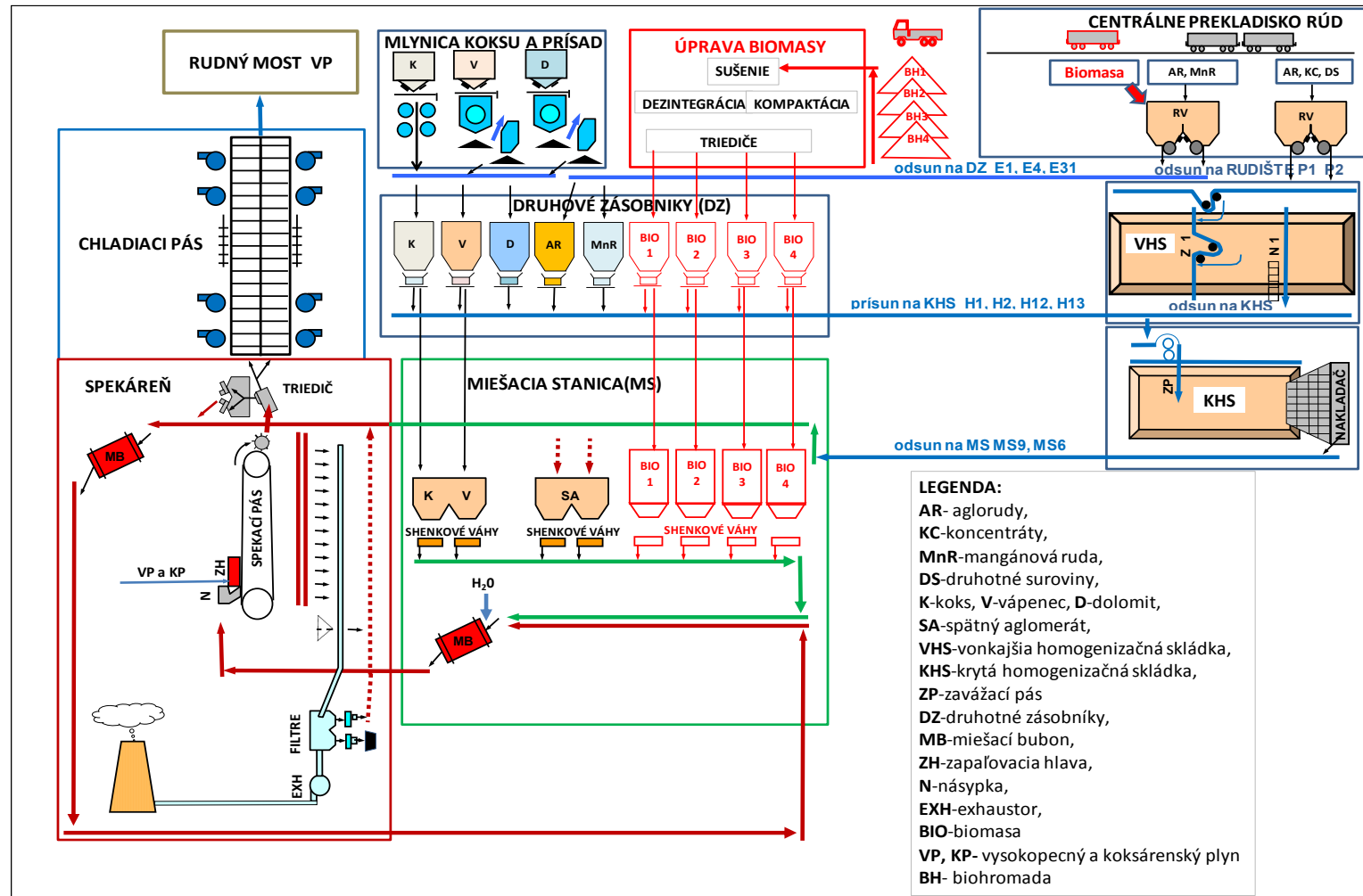


AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

Zníženie energetickej a environmentálnej záťaže výroby
železorudného aglomerátu náhradou fosilného paliva
odpadnou biomasou APVV-16-0513

UMET
ÚSTAV
METALURGIE

Návrh technologickej linky s možnosťou aplikácie biomasy v prevádzkových podmienkach



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

Zníženie energetickej a environmentálnej záťaž výroby
železorudného aglomerátu náhradou fosilného paliva
odpadnou biomasou APVV-16-0513

UMET
ÚSTAV
METALURGIE

Návrh aplikácie laboratórnych spekaní s použitím vybraných druhov biomasy pre využitie v prevádzkových podmienkach SR

- je potrebné pripraviť v prevádzke technologický a ekonomický model, na základe ktorých bude možné zvoliť optimálny druh biomasy
- bude potrebné pripraviť a realizovať metodiku na skladovanie resp. zabezpečenie dlhodobu spoľahlivej dodávky biomasy
- bude potrebné dovybaviť prevádzku úpravy, predpeletizácie a spekacieho pásu doplnkovou meracou a regulačnou technikou (váhy s vyššou citlivosťou, analyzátory vlhkosti, chemického zloženia, množstva a teploty spalín na viacerých miestach spalínovodu), on-line meranie základných technologických parametrov a sofistikovanejšie riadenie procesu spekania (pružnejšia zmena rýchlosti presávaného vzduchu a rýchlosti spekacieho pásu na základe analýzy chemického zloženia – CO, CO₂, SO₂ a NO_x spalín a teploty spalín)
- veľmi dôležité je aj dovybavenie prevádzky spekacieho pásu meracími modulmi na obsah uhlíkovodíkov a vodnej pary



Finalizácia a úprava dosiahnutých výsledkov
v rámci riešenia projektu APVV do obsahovej
náplne monografií a vydanie monografií



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

**Zníženie energetickej a environmentálnej záťaže výroby
železorudného aglomerátu náhradou fosilného paliva
odpadnou biomasou APVV-16-0513**

UMET
ÚSTAV
METALURGIE

R. FINDORÁK, M. FRÖHLICHOVÁ, J. LEGEMZA

Biomasa v aglomeračnom procese



Technická univerzita v Košiciach,
2020, počet strán 127

59

v tomto kroku determinovaná na 368°C. Horenie prchavých zložiek bolo v ďalšom sprevádzané dvoma malými pikmi do 420°C na DTG zázname. S nárastom teploty ohrevu vzorky LIG sa začína prejavovať exotermický efekt z horenia tuhého uhlíka s dvoma maximami, a to pri 701°C a 742°C. Proces horenia v týchto po sebe nadväzujúcich krokoch začína iniciálnou teplotou 666°C a končí pri 751°C. Maximálna reakčná rýchlosť bola pre túto oblasť horenia tuhého uhlíka stanovená na 4,3% min⁻¹ pri teplote 742°C. Pri porovnaní TGA záznamu biomasy a koksového prachu môžeme pozorovať rozdiely v teplotných intervaloch uvoľňovania ľahoty. Koks vykazoval intenzívny úbytok ľahoty v dôsledku horenia tuhého uhlíka, ktorý je tu zastúpený majoritne. Prítomné zložky prchavej horľaviny koksu boli uvoľňované pri vyšších teplotách oproti biomase v dôsledku toho, že pri výrobe koksu resp. karbonizácii uhoľnej vsádzky dochádza k uvoľňovaniu predovšetkým nízkoprchavých zložiek z jednotlivých typov zmesných uhlí. Rozdiely TG kriviek meraných vzoriek pri rovnakej rýchlosti ohrevu v oxidáčnej atmosfére potvrdzujú vyššiu reaktivnosť testovanej biomasy vzhľadom na jej štruktúrnu stavbu a zloženie. Zbytkové obsahy ľahoty korešpondujú z množstvom stanoveného obsahu popola, ktorý je do 1100°C pomerne stabilný.

C.2.5.2. Horenie vybranej biomasy v podmienkach HTF

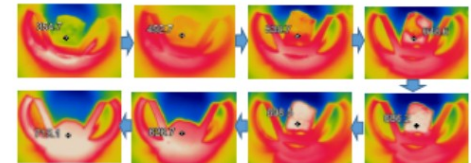
Pre účely štúdia horenia biomasy boli taktiež realizované experimenty termického namáhania s využitím termovízneho pozorovania vzorky. Laboratórne experimenty boli vykonané podľa nasledujúcej schémy zapojenia vyobrazenej na Obr.39 Vzorka lignínovej pelety (LIG) bola umiestnená v horizontálnej rúrovej peci (HTF-horizontál nibe furnace), ktorá bola predohriata na 600°C. Zmena teplotného profilu vzorky bola zaznamenávaná v reálnom čase pomocou termokamery ThermoIMAGER TIM 400 [146] a softwaru TIM Connect [147] pre online zobrazovanie a nahrávanie.



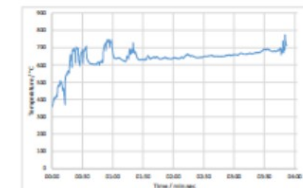
Obr.39. Schéma experimentálnej zariadenia

60

Detailný pohľad na zmenu teploty vzorky a jej degradáciu v čase vyjadrujú nasledujúce obrázky (Obr.40, 41). Bezprostredne po vložení vzorky do vyhriatej pece nastáva pôsobenie tepelného zdroja a počas pomerne krátkeho časového intervalu (do 30sec) bol zaznamenaný nárast teploty vzorky nad teplotu vyhriatej pece. Záznam z infračiaromernou pomíka zreteľne obraz jednotlivých teplotných polí na snímanej ploche, kde sa prejavuje jednak spôsob prenosu tepla, ako aj exotermický efekt z horenia ľahoty a jej degradácie resp. termickej stability. Pri experimentoch bol pozorovaný jav uvoľňovania vzniknutých plynných spodín horenia, ktoré, tak ako bolo detegované TGA analýzou, prebieha v širokom intervale. Detekcia iniciálnej teploty tu v tomto prípade nebola možná vzhľadom na metódu termického namáhania t.j. termické namáhanie v predom vyhriatej peci.



Obr.40. Analýza degradácie vzorky LIG v HTF peci pomocou TIM 400



Obr.41. Záznam z merania teploty povrchu vzorky pomocou TIM400

Metodika termovízneho monitoringu počas tepelného namáhania môže prispieť k objasneniu správania sa testovaných druhov biomasy za rôznych podmienok ohrevu (teplota, atmosféra, a pod.) vzhľadom na on-line monitoring, tak dodaných produktov pre spaľovací proces, ako aj synteticky pripravených zmesných palív s dôrazom na



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

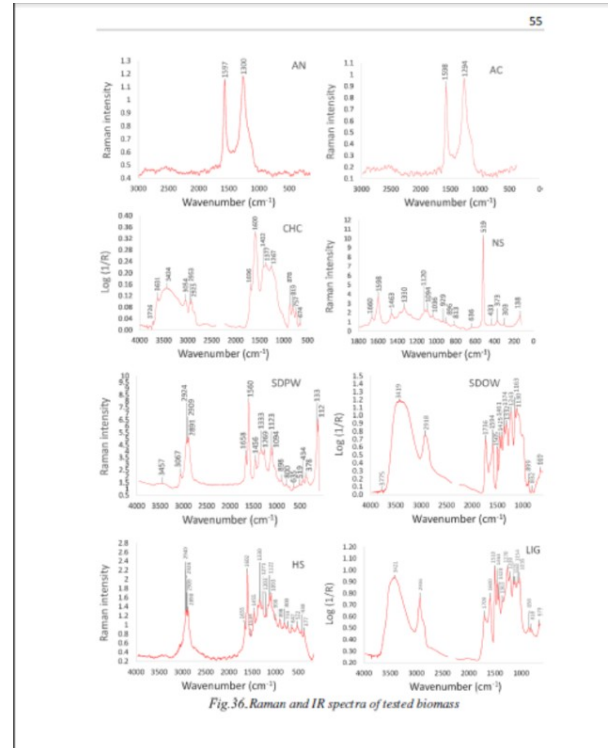
Zníženie energetickej a environmentálnej záťaž výroby
železorudného aglomerátu náhradou fosilného paliva
odpadnou biomasou APVV-16-0513

UMET
ÚSTAV
METALURGIE

Monografia „Biomass in Agglomeration Process“

R. FINDORÁK, M. FRÖHLICHOVÁ, J. LEGEMZA

Biomass in Agglomeration Process



56 |

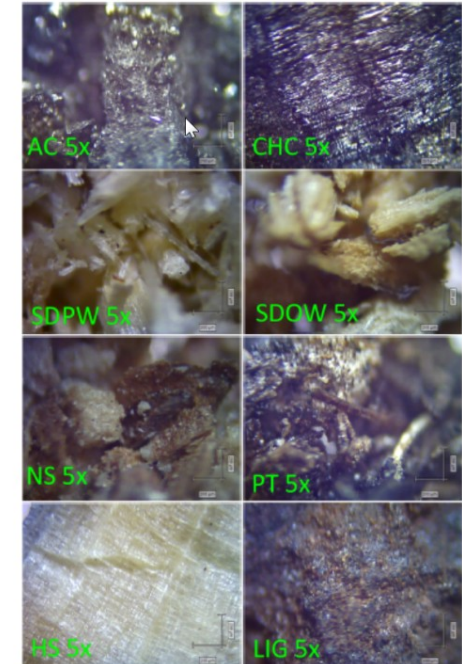


Fig.37. Microimages of sample surface structure

Akademické nakladatelství CERM, Brno,
2020, počet strán 131

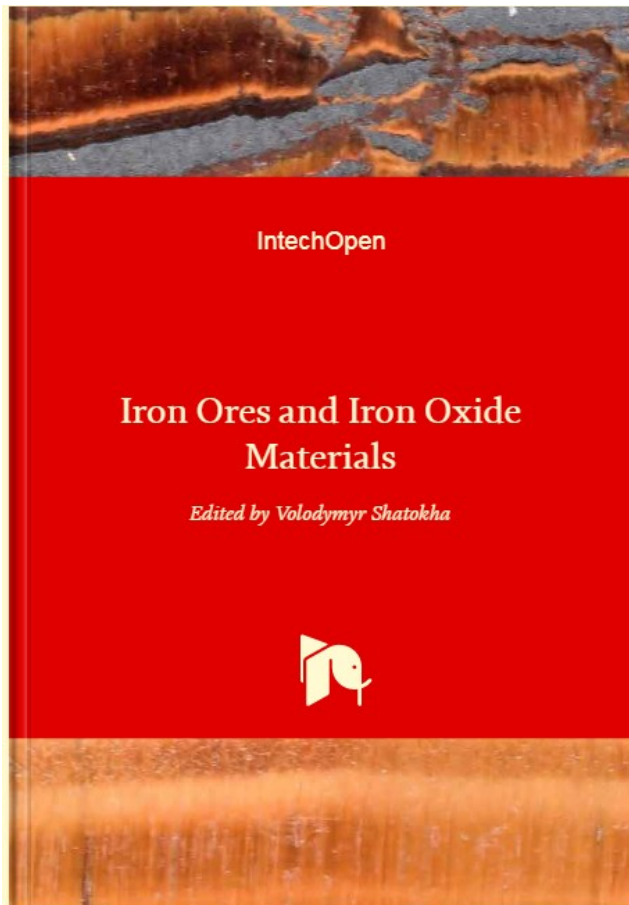
Zníženie energetickej a environmentálnej záťažej výroby
železorudného aglomerátu náhradou fosilného paliva
odpadnou biomasou APVV-16-0513



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

UMET
ÚSTAV
METALURGIE

Kapitola v monografii „Iron Ores“



Chapter

Advances in Sintering of Iron Ores and Concentrates

Jaroslav Legemza, Róbert Findorák, Mária Fröhlichová and Martina Džupková

Abstract

Chapter "Sintering of iron ores and concentrates" is focusing on the study of theoretical, thermodynamic and experimental results in the production of sinters from iron ores and concentrates. The authors of the chapter have long been interested with the production of sinter from iron ores and have recently also focused on the use of biomass as a substitute for a part of coke breeze in the production of iron sinter. Important characteristics of the chapter include the characteristics of iron ores and concentrates used to produce sinter including physico-chemical, mineralogical and metallurgical properties. Predicting the influence of the properties of iron ores and concentrates on the final quality of the sinter and on the production of pig iron is another part of the study. These properties are a key factor in achieving the highest possible agglomerate quality for pig iron production. The sintering process requires mathematical and physical modeling. For this reason, the authors created thermodynamic models of sintering including material-heat balance of sinter production. In the final part of chapter is the use of traditional and alternative carbonaceous fuels in the production of sinters, mainly in the context of replacement of coke breeze with biomass.

Keywords: iron ore, iron concentrate, sintering, coke, biomass, modeling

1. Introduction

Iron ores are very important not only in the production of pig iron in blast furnace, but it also in the production of sinter. These are mainly fine-grained iron ores and concentrates. The sinter is a basic input material for the production of pig iron in the blast furnace and plays an important role in the integrated metallurgical cycle. It is produced by high-temperature sintering of fine iron ore, iron ore concentrates and other ferrous materials (e.g. secondary materials from iron and steel production). The main criterion of the sintering process is the quality produced sinter while maintaining the ecological nature of the production.

1.1 Characteristics of iron ores and concentrates used to produce sinter

1.1.1 Physical, chemical, mineralogical and metallurgical properties

Iron ore is very important for iron and steel industries. It is therefore elementary for the production of pig iron in blast furnace. Almost all (98%) iron ore is used in

Advances in Sintering of Iron Ores and Concentrates
DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.94051>

Type of fuel	CS [%]	Photograph of sinter	Sintering zone	Sinter characteristic	Ecological aspects
Coke anodite	20			Standard qualitative parameters	Lower emissions of CO ₂ , SO ₂
Coke anodite	44			Low volume of melt, low compatible qualitative parameters	Lower emissions of SO ₂
Pine anodite	8			Standard qualitative parameters	Lower emissions of CO ₂ , SO ₂
Pine anodite	20			Low volume of melt, low compatible qualitative parameters	Lower emissions of CO ₂ , SO ₂
Nit shale	8			Standard qualitative parameters	Lower emissions of NO _x , SO ₂
Nit shale	20			Standard qualitative parameters	Lower emissions of NO _x , SO ₂
Nit shale	50			Higher homogeneity, standard qualitative parameters	Lower emissions of CO ₂ , NO _x , SO ₂
Lignite	20			Standard qualitative parameters	Lower emissions of NO _x , SO ₂
Lignite	50			Low volume of melt, worse qualitative parameters	Lower emissions of CO ₂ , NO _x , SO ₂
Lignite	86			Low volume of melt, low compatible qualitative parameters	Lower emissions of CO ₂ , SO ₂

Table 13.
Characteristic of sintering of iron materials with biomass.

Advances in Sintering of Iron Ores and Concentrates, IntechOpen London, 2020, počet strán 25



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

Zníženie energetickej a environmentálnej záťaže výroby
železorudného aglomerátu náhradou fosilného paliva
odpadnou biomasou APVV-16-0513



Skriptá „Uhlie, koks a biomasa – Tradične a ekologicky“

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
Fakulta materiálov metalurgie a recyklácie
ÚSTAV METALURGIE
Oddelenie hutníctva a zlievarenstva

UHLIE, KOKS A BIOMASA

Tradične a ekologicky

Martina Džupková
Mária Fröhlichová
Jaroslav Legemza
Róbert Findorák

Košice 2020

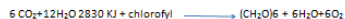
5. Biomasa v metalurgii

Termín biomasa (podľa smernice európskeho parlamentu a rady č. 2003/30/ES) je definovaný ako: Biomasa znamená biologicky rozložiteľné frakcie výrobkov, odpadu a zvyškov z poľnohospodárstva (vrátane rastlinných a živočíšnych látok), lesníctva a príbuzných odvetví, ako aj biologicky rozložiteľné frakcie priemyselného a komunálneho odpadu [12]. Biomasu považujeme za obnoviteľný zdroj energie, keďže na regeneráciu využitých zásob je potrebná pomerne krátka doba. Z biomasy je možné vyrábať teplo, elektrinu, kombinované teplo aj elektrinu a rôzne plynné a tekuté palivá pre dopravu a priemysel.

Vznik biomasy

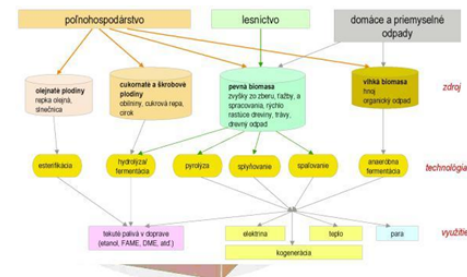
Rastliny využívajú na svoj rast oxid uhličitý z atmosféry a vodu zo zeme, ktoré vďaka fotosyntéze pretvárajú na uhľovodíky – stavebné články biomasy. Slnecná energia, ktorá je hybnou silou fotosyntézy, je v skutočnosti uskladnená v chemických väzbách tohto organického materiálu. Pri spaľovaní biomasy tak opätovne získame energiu v chemických väzbách. Kyslík zo vzduchu sa spája s uhlíkom v rastline, pričom vzniká oxid uhličitý a voda. Tento proces je cyklický uzatvorený, pretože vznikajúci oxid uhličitý je vstupnou látkou pre novú biomasu [12].

Chemický priebeh fotosyntézy je možné znázorniť rovnicou



Na obr. 7 je znázornená zjednodušená schéma konverzie rôznych typov biomasy na energiu [13].

53



Obr. 7. Schéma konverzie rôznych druhov biomasy [13]

Biomasa má najvyšší využiteľný potenciál zo všetkých obnoviteľných zdrojov energie pre metalurgické využitie.

5.1. Výzvy, ktorým čelí priemysel pri znižovaní emisií CO₂

Oceliarsky priemysel je významným prispievateľom emisií CO₂. Na základe údajov Svetovej oceliarskej asociácie z roku 2010 to predstavuje 6,7 % celkových emisií. Oceliarsky priemysel má veľkú snahu a motiváciu znížiť spotrebu elektrickej energie a tým znížiť náklady, ako aj zaťaženie životného prostredia. V záujme boja proti globálnemu otepľovaniu, medzinárodný oceliarsky priemysel prijal výzvu na zníženie emisií CO₂ a ďalších skleníkových plynov (GHG – Green house gases) o 50 % a viac. Tieto programy prebiehajú už niekoľko rokov po celom svete. Napríklad projekt Európskej únie s názvom ULCOS – *ultra nízke CO₂*, Japonsko pracuje s projektom COURSECO – *Konečné zníženie v procese výroby ocele inovatívnymi technológiami pre pokojnú planétu Zem*. Okrem uvedených majú tiež podobné programy aj ďalšie krajiny vo svete ako Južná Kórea, Severná Amerika či Austrália.

54

Technická univerzita v Košiciach,
2020, počet strán 67

Zníženie energetickej a environmentálnej záťaž výroby
železorudného aglomerátu náhradou fosilného paliva
odpadnou biomasou APVV-16-0513



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

UMET
ÚSTAV
METALURGIE

Softvérový produkt SINTERING_BALANCE



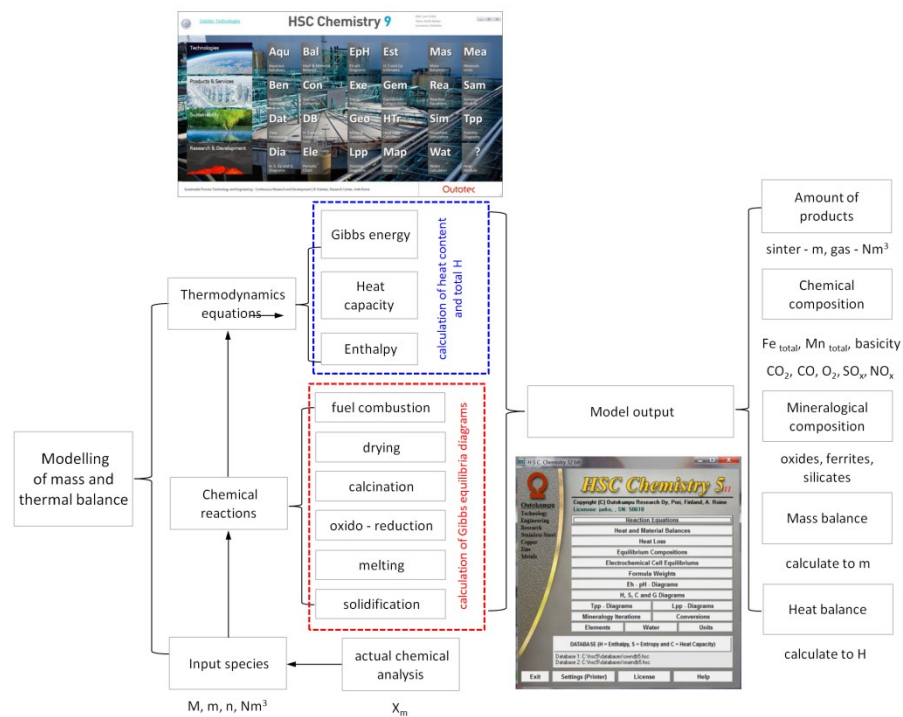
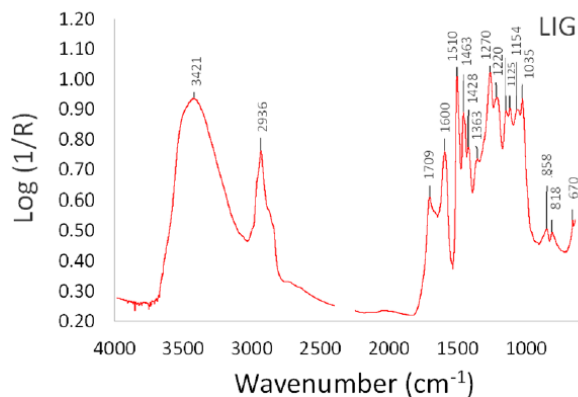
AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

**Zníženie energetickej a environmentálnej záťaže výroby
železorudného aglomerátu náhradou fosilného paliva
odpadnou biomasou APVV-16-0513**

UMET
ÚSTAV
METALURGIE

Softvérový produkt SINTERING_BALANCE

Bol optimalizovaný a doplnený softvérový produkt SINTERING_BALANCE na základe reálnych výstupov laboratórnych spekaní z posledného roku riešenia projektu, kedy sa použili aj nové testované druhy biomasy (lignin a konopné pazderie). Softvérový produkt bol doplnený o databázu Ramanových a IČ spektier testovanej biomasy.



Realizované úlohy v rámci riešenia projektu APVV - finálna charakteristika

- V rámci riešenia projektu boli vytvorené nové termodynamické modely horenia biomasy a nová softvérová aplikácia materiálovo–tepelnej bilancie výroby aglomerátu za použitia biomasy.
- Taktiež boli dosiahnuté úzke korelácie pri porovnaní parametrov horenia biomasy a spekania v rámci matematického modelovania a realizovaných laboratórných experimentov.
- Výsledky optimalizačných krokov boli získané po overovacích spekaniach na laboratórnej spekacej pánvičke a mali za cieľ návrh technického riešenia aplikácie potenciálnych druhov biomasy v podmienkach SR.
- Z riešenia projektu a vyplývajúcich záverov možno pre výrobu aglomerátu v podmienkach SR uvažovať s aplikáciou odpadnej dendromasy ako najreálnejšou biomasou, ktorá spĺňa všetky uvažované atribúty (dostupnosť, cena, možnosť triedenia, úpravy, atď.).
- Výsledky experimentálneho skúmania boli publikované v recenzovaných odborných časopisoch (11 x Current Contents), ako aj vo forme monografie (2 x monografie, 1 x kapitola v monografii, 1 x skriptá).



AGENTÚRA
NA PODPORU
VÝSKUMU A VÝVOJA

**Zníženie energetickej a environmentálnej záťaže výroby
železorudného aglomerátu náhradou fosilného paliva
odpadnou biomasou APVV-16-0513**

