

1. MINIMALIZÁCIA, ZHODNOCOVANIE A ZNEŠKODŇOVANIE

- **VYUŽITIE BIOSORPCIE A BAKTERIÁLNYCH BIOSORBENTOV PRI ODSTRANOVANÍ KONTAMINANTOV Z ODPADOVÝCH VÔD** *Katarína Dercová, Hana Horváthová, Katarína Lászlová*
- **MOŽNOSTI PYROMETALURGICKÉHO SPRACOVANIA PRIEMYSELNÝCH ODPADOV S OBSAHOV ZINKU** *Ing. Tomáš Vindt, PhD., Bc. Denisa Kissová, Ing. Katarína Blašková*
- **TRIEDENÝ ZBER BUDE NA SLOVENSKU ZABEZPEČOVAŤ AUTORIZOVANÝCH ORGANIZÁCIÍ ZODPOVEDNOSTI VÝROBCOV** *Kolektív*
- **Z KOMUNÁLNEHO ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA** *Kolektív*
- **K ODKANALIZOVANIU SLOVENSKÝCH MIEST A OBCÍ** *Kolektív*
- **SPOLOČNOSŤ ASEKOL ZÍSKALA „STUHU CTI“ ZA INOVATÍVNY A EFEKTÍVNY SYSTÉM ZBERU A RECYKLÁCIE ELEKTROODPADU** *Mgr. Silvia Sekáčová*
- **ŠTUDENTSKÁ FIRMA MANSON DOSTALA OCENENIE ZA PROJEKT DOKOVACEJ STANICE Z RECYKLOVANÉHO MATERIÁLU** *Kolektív*

2. PREDPISY, DOKUMENTY, KOMENTÁRE

- **OHROZUJÚ RECYKLOVANÉ VÝROBKY A RECYKLÁCIA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE?** *h. prof. Ing. František Máteľ, CSc.*
- **POPLATOK ZA KOMUNÁLNE ODPADY NA STREDNOM SLOVENSKU - V BANSKOBYSTRICKOM KRAJI** *Ing. Martin Bosák, PhD.*
- **NÁVRH NA POSUNUTIE TERMÍNU SPUSTENIA SYSTÉMU ROZŠÍRENEJ ZODPOVEDNOSTI VÝROBCOV V ZÁKONE O ODPADOCH** *Kolektív*
- **ENVIRONMENTÁLNE (A ODPADÁRSKE) CIELE V PROGRAMOVOM VYHLÁSENÍ VLÁDY** *Kolektív*
- **EKOLOGICKÁ DAŇ AKO ALTERNATÍVA PRÍSPEVKU DO ROZPOČTU EÚ** *Kolektív*
- **ŠTÚDIA ZDROJOV ZNEČISTENIA OVZDUŠIA V RUŽOMBERKU** *Kolektív*
- **KAUZA SKLÁDKA VLČIE HORY: PREVÁDZKOVATEĽ SÍCE ROZHODNUTIE O ZÁKAZE SKLÁDKY NEPREVZAL, NO MEDZITÝM MU VYPRŠALO POVOLENIE NA NEBEZPEČNÝ ODPAD** *Kolektív*
- **ZARIADENIE NA VÝROBU GUMOVÉHO REGENERÁTU V BANOVCIACH NAD BEBRAVOU NEBUDE** *Kolektív*
- **RAKÚSKE PRIHRANIČNÉ OBCE SA ODPOJA OD ČISTIČKY ODPADOVÝCH VÔD V PETRŽALKE** *Kolektív*
- **ZUZANA ČAPUTOVÁ ZÍSKALA GOLDMANOVU CENU ZA BOJ PROTI PEZINSKEJ SKLÁDKE** *Kolektív*

3. SPEKTRUM

- **STROMY „STÁLI V CESTE“ BUDÚCEJ CYKLOTRASY, PRETO ICH SPIŠIACI VYRÚBALI** *PhDr. Angela Sviteková*
- **MINISTERSTVO PÔDOHOSPODÁRSTVA POZASTAVILO VÝRUB STROMOV NA OSTROVE SIHOŤ, AKTIVISTI POŽADUJÚ ZRIADENIE REZERVÁCIE** *Kolektív*
- **ENVIROSÚŤAŽE A PODUJATIA PRE DETI A MLÁDEŽ** *Kolektív*
- **V SÚŤAŽI EURÓPSKY STROM ROKA SKONČILA HRUŠKA RUŽOVÁ Z BOŠÁCE TRETIA** *Kolektív*
- **V PRIEVIDZJ VYVRCHOLIL 13. ROČNÍK EKOROKU S NESTLÉ S NÁZVOM „VITALITA ŠKOLSKÝCH ZÁHRAD“** *Ing. Štefan Kuča*
- **ÚSPEŠNÁ REALIZÁCIA PROGRAMU NA PODPORU OBNOVITELNÝCH ZDROJOV ENERGIE „ZELENÁ DOMÁCNOSTIAM“** *Kolektív*
- **ZAUJÍMAVOSTI ZO ZAHRANIČIA** *Kolektív*
- **POZVÁNKA NA MEDZINÁRODNÚ KONFERENCIU TECHNIKA OCHRANY PROSTREDIA - TOP 2016** *Miroslav Horváth*



ISSN 1335-7808



9 771335 780004

Ing. Tomáš Vindt, PhD.*, Bc. Denisa Kissová**, Ing. Katarína Blašková*

MOŽNOSTI PYROMETALURGICKÉHO SPRACOVANIA PRIEMYSELNÝCH ODPADOV S OBSAHOM ZINKU

ÚVOD

Každá výrobná činnosť v rámci priemyselného odvetvia potenciálne negatívne ovplyvňuje životné prostredie možným znečistením ovzdušia, povrchových i spodných vôd, ale tiež aj záberom poľnohospodárskej pôdy na skládkovanie nezužitkovaného odpadu vznikajúceho pri danom výrobnom procese. Medzi takéto priemyselné odvetvia patrí aj hutnícka výroba. Proces výroby železa a ocele (ako hlavných výrobných produktov) sa vyznačuje veľkou spotrebou surovín a energií. Rovnako však produkuje aj obrovské množstvo tuhých a plyných odpadných látok, hlavne v podobe hutníckych trosiek, úletov, kalov, plynov a pod. Spomínané látky sú odpadom, ktorý je však možné v iných procesoch využiť, respektíve upraviť, aby ho bolo možné určitým spôsobom opätovne zúžitkovať. Vysokopečné a oceliarské úlety a kaly predstavujú surovinový potenciál železa a tiež neželezných kovov, najmä zinku. S pribúdajúcimi technológiami a so znižujúcim sa množstvom primárnych surovín zinku je dôležité hľadať možnosti získavania tohto kovu aj v odpadoch z hutníctva železa a ocele, samozrejme za prijateľných environmentálnych a ekonomických podmienok.

V zákone NR SR č. 79/2015 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov je odpad definovaný ako hnu-

teľná vec alebo látka, ktorej sa jej držiteľ zbavuje, chce sa jej zbaviť alebo je v súlade s týmto zákonom alebo osobitnými predpismi povinný sa jej zbaviť [1]. Zjednodušene možno odpad definovať ako produkt ľudskej spoločnosti a jej činnosti v prvovýrobe, druhovýrobe a terciálnej sfére, ktorý spoločnosť v ďalšej činnosti buď vôbec nevyužíva, alebo využíva len čiastočne a je nútená ho zneškodňovať, aby sa nezhoršovala kvalita životného prostredia [2].

Smernica Európskeho parlamentu a Rady č. 2008/98/ES udáva nasledujúcu hierarchiu odpadového hospodárstva [3]:

- a) predchádzanie vzniku odpadov,
- b) príprava na opätovné použitie,
- c) recyklácia,
- d) iné zhodnocovanie (napr. energetické),
- e) zneškodňovanie.

Toto záväzne poradie priorit je nutné dodržiavať aj pri nakladaní s priemyselnými odpadmi.

V súlade s vyhláškou MŽP SR č. 365/2015 [4], ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov je odpad z výroby surového železa a ocele klasifikovaný podľa tab. 1.

Tab.1: Klasifikácia odpadov z metalurgie železa a ocele podľa Katalógu odpadov

| Číslo skupiny, podskupiny a druhu odpadu | Názov skupiny, podskupiny a druhu odpadu | Kategória odpadu |
|--|--|------------------|
| 10 | ODPADY Z TEPELNÝCH PROCESOV | |
| 10 02 | ODPADY ZO ŽELEZIARSKÉHO A OCELIARSKÉHO PRIEMYSLU | |
| 10 02 01 | odpad zo spracovania trosky | O |
| 10 02 02 | nespracovaná troska | O |
| 10 02 07 | tuhé odpady z čistenia plynu obsahujúce nebezpečné látky | N |
| 10 02 08 | tuhé odpady z čistenia plynu iné ako uvedené v 10 02 07 | O |
| 10 02 10 | okuje z valcovania | O |
| 10 02 11 | odpady z úpravy chladiacej vody obsahujúce olej | N |
| 10 02 12 | odpady z úpravy chladiacej vody iné ako uvedené v 10 02 11 | O |
| 10 02 13 | kaly a filtračné koláče z čistenia plynu obsahujúce nebezpečné látky | N |
| 10 02 14 | kaly a filtračné koláče z čistenia plynov iné ako uvedené v 10 02 13 | O |
| 10 02 15 | iné kaly a filtračné koláče | O |
| 10 02 99 | odpady inak nešpecifikované. | |

* Ústav recyklačných technológií, Hutnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 040 02 Košice, e-mail: tomas.vindt@tuke.sk

** Ekoinvent, s.r.o. Košická 3, 045 01 Moldava nad Bodvou

Podľa štatistík World Steel Association – Svetovej oceliarskej spoločnosti (WSA), celková svetová produkcia surovej ocele dosiahla v minulom roku 1 599 mil. ton a produkcia surového železa predstavovala 1 153 mil. ton, pričom na Slovensku sa v roku 2015 vyprodukovalo 4,56 mil. ton ocele a 3,74 mil. ton surového železa. Pritom na tonu surového železa sa vyprodukuje 20 až 30 kg vysokopecného úletu a na tonu ocele približne 25 kg oceliarskeho úletu [5]. Vysokopecné a oceliarské úlety a kaly sú principiálne odpadmi, ale vzhľadom na ich zloženie ich možno považovať za druhotnú surovinu. Vzhľadom na uvedené množstvá je nutné zamerať sa na surovinový potenciál vznikajúcich vedľajších produktov a spracovávať ich.

1. ZÁKLADNÁ CHARAKTERISTIKA ZINKU

Zinok patrí medzi ťažké neželezné kovy, je namodrало-šedej farby, na lome kryštalický a lesklý. Na vzduchu stráca lesk, pozvoľna oxiduje, matnie. Je reaktívny, mäkký a tvárny [6]. Základné vlastnosti zinku sú uvedené v tab. 2.

Tab. 2: Vlastnosti zinku [6]

| | |
|---------------------|---------------------------|
| Atómová hmotnosť | 65,38 g.mol ⁻¹ |
| Hustota (25 °C) | 7,133 g.cm ⁻³ |
| Teplota tavenia | 420 °C |
| Teplota vyparovania | 906 °C |
| Št. potenciál | -0,763 V |

Charakteristickou vlastnosťou zinku je jeho dobrá zlievateľnosť. V rudách sa vyskytuje spoločne s olovom. V prírode sú najrozšírenejšími rudami zinku sfalerit (ZnS) a smithsonit (ZnCO₃). Ročná svetová produkcia zinku predstavuje približne 13 mil. ton, z toho sa 25 % vyrába pyrometalurgicky, a to

redukciou vypražených zinkových koncentrátov alebo redukciou Pb-Zn aglomerátu v šachtovej peci (ISP proces). Väčšina zinku sa v súčasnosti vyrába hydrometalurgickými procesmi, ktorých základom je lúhovanie praženca v prostredí kyseliny sírovej (H₂SO₄), ukončené veľkoplošnou elektrolyzou.

Zinok sa používa hlavne na povrchovú ochranu kovových materiálov (pozinkovanie plechov, drôtov a pod.) a na výrobu zliatin (napr. zliatina Zn-Al-Cu na tvárnenie). Zlúčeniny zinku sa používajú v priemysle farbív (výroba ZnO – zinková beloba), v gumárskom priemysle, v chemickom priemysle, v kozmetike a tiež pri výrobe zinok-uhlíkových a alkalických batérií, objímok žiaroviek a pod [6]. Na obr. 1 je znázornené použitie zinku, pričom najväčší podiel (až 58 %) tvorí zinkovanie.



Obr. 1: Použitie Zn v celosvetovom meradle

Závažným problémom súvisiacim s neustálym nárastom dopytu po zinku je znižovanie zásob primárnych surovín tohto kovu. Kvalifikované odhady (pri súčasných otvorených náleziskách) hovoria o celosvetových zásobách zinku na približne 20 rokov [7].



Obr. 2: Alternatívne zdroje Zn

Na základe vyššie uvedeného je potrebné hľadať alternatívne zdroje zinku a tým šetriť primárne suroviny uvedeného kovu v maximálne možnej miere. Na obr. 2 je znázornené rozdelenie možných alternatívnych zdrojov zinku z komunálnej a priemyselnej sféry.

Kým zastúpenie zinku v primárnych surovinách je do 10 %, v spomínaných metalurgických odpadoch (úlety, kaly) sa obsah zinku pohybuje až do 30 %. To potvrdzuje oprávnenosť recyklácie týchto odpadov ako alternatívnych zdrojov zinku.

2. ODPADY Z VÝROBY ŽELEZA A OCELE – ÚLETY, KALY

Pri výrobe surového železa vo vysokej peci vzniká ako vedľajší produkt vysokopecná troska a vysokopecný plyn. Vysokopecný plyn vzniká v dôsledku teplotných reakcií medzi jednotlivými surovinami vsádzky v celom priestore vysokej pece a odšáva sa na čistenie a filtráciu tuhých častíc dvoma až štyrmi plynovými odvodmi, ktoré sú súmerne rozložené proti prúdu. Čistením plynu v zariadeniach za sucha (prašníky, cyklóny, elektrostatické odlučovače za sucha, tkaninové filtre) sa získava vysokopecný úlet.

– **Vysokopecný úlet:** 15 až 47 % C, 7 až 35 % Fe, 0,8 až 2 % Pb, 2 až 3 % Zn, 2,4 až 2,5 % S, 3,5 až 18 % MgO [8].

Ako vyplýva z chemického zloženia vysokopecného úletu, z dôvodu ekonomicky zaujímavého obsahu Fe sa tento úlet pomocou krytých dopravníkov dopravuje na homogenizačnú skládku, kde sa spracováva aglomeráciou alebo peletizáciou, a môže sa vrátiť do vysokopecného procesu.

V procese výroby ocele v kyslíkovom konvertore (tavenie vsádzky pomocou fúkania kyslíka), resp. elektrickej oblúkovej peci (tavenie vsádzky elektrickým oblúkom pomocou grafitových elektród) vzniká ako vedľajší produkt oceliarská troska a oceliarský plyn. Tento plyn, špecifický vysokými teplotami, postupuje cez chladiace komory a filtre, kde sa separuje oceliarský úlet od plynu.

– **Konvertorový úlet:** 57,47 % Fe, 30 až 45 % FeO, 5,68 % CaO, 4,63 % MgO, 0,28 % Pb, 2 až 4 % Zn, 0,61 % C.

– **EOP úlet:** 32,09 % Fe, 8 až 35 % Zn, 2,05 % Pb, 2,5 % Si, 3,42 % Ca, 0,3 % Cu, 5 až 21 % MnO [8].

Úlet sa môže zachytávať z plynu buď mokrou, alebo suchou cestou. Suchou cestou sa úlet zachytáva prevažne tkaninovými filtrami a mokrou cestou pomocou vodných sprích, keď vzniká kal. Vzhľadom k chemickému zloženiu sa oceliarský úlet spracováva za účelom získania oxidov Fe a Zn. V snahe získať práve zinok, možno tento odpad spracovať pyrometalurgicky, hydrometalurgicky, prípadne ich kombinovanými metódami.

3. NÁVRH MODELU ZARIADENIA NA SPRACOVANIE ŽELEZONOSNÝCH DRUHOTNÝCH SUROVÍN S OBSAHOM ZN

Pre efektívne využitie odpadov ako druhotných surovín je dôležité získať poznatky z odborných vedeckých štúdií a z

laboratórných skúšok správne nakonfigurovať a zrealizovať v praxi. Na takéto účely sú vhodné poloprevádzkové experimenty na modeloch príslušných zariadení.

Na základe teoretických štúdií sa v spolupráci so spoločnosťou ECO-GLOBAL, spol. s r.o. Moldava nad Bodvou naplánovala séria poloprevádzkových experimentov so zameraním sa na spracovanie jemnozrnných železonosných druhotných surovín na vysokopecnú peletu, s garantovaným znížením obsahu Zn min. o 80 % a znížením Pb min. o 90 %.

V laboratórných podmienkach tieto experimenty už prebehli a ukázali vyššie spomenuté možnosti spracovania.

Model poloprevádzkového zariadenia slúži na:

- overenie receptúr vsádzok kombináciou rôznych jemnozrnných kovonosných surovín, odpadov, ako aj ďalších druhov materiálov s palivom podľa podmienok dodávateľov,
- odskúšanie a odstránenie nežiaducich prvkov pri použití redukčných činidiel, ako aj stanovenie ich množstva vo vsádzke v závislosti od množstva, teploty, času výpalu, obsahu CO a O₂, počtu otáčok v technologickej linke a pod.,
- výrobu vysokopecných peliet a odzinkovanie rôznych kovonosných surovín s obsahom Fe, Zn, Pb a iných prvkov v redukčnej atmosfére,
- stanovenie účinnosti zachytávania rôznych úletov,
- získanie a zachytenie zinkových úletov vhodných na ďalšie spracovanie buď do kovovej formy, alebo do formy komerčne predajnej zliučiny,
- odskúšanie rôznych typov výmuroviek,
- získanie a overenie dôležitých údajov pre projektové úpravy modelu technologickej linky.

Technologický postup výroby peliet redukčným spôsobom zahŕňa viacero prevádzkových uzlov, ktoré na seba bezprostredne nadväzujú. Na nasledujúcom obr. 3 je znázornená schéma technologického postupu spracovania železonosných druhotných surovín s obsahom Zn na vysokopecnú peletu.

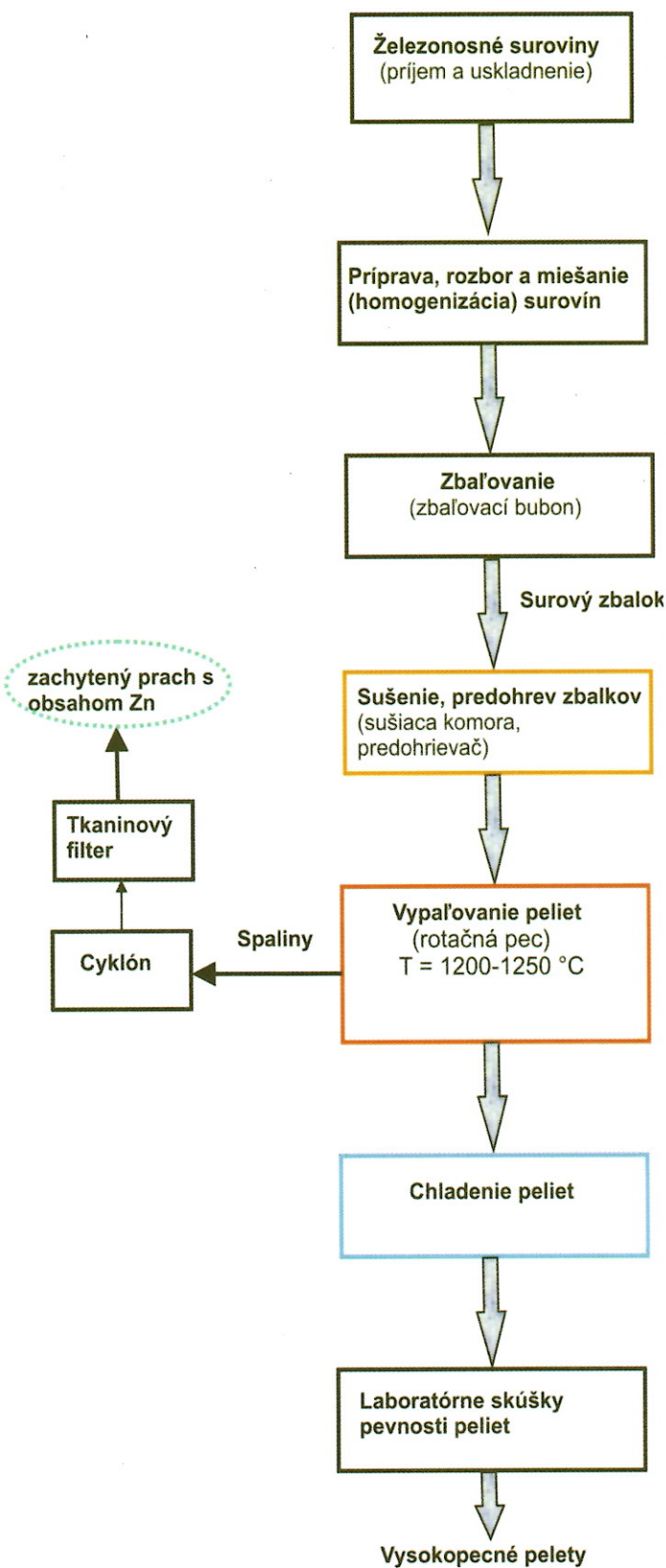
Vsádzka do modelu poloprevádzkovej linky sa môže skladať z nasledovných surovín s obsahom Zn:

- vysokopecné úlety a kaly,
- oceliarské úlety a kaly,
- popolček (napr. zo spaľovania uhlia),
- okoviny,
- iné jemné železonosné materiály.

3.1. POSTUP PRÍPRAVY VSÁDZKY

Železonosné suroviny sa najskôr haldujú po vrstvách za účelom vyrovnania vlhkosti tak, aby ich bolo možné v homogemizátoroch čo najlepšie zhomogenizovať s odpadmi s poživými a redukčnými vlastnosťami. Materiály s granulometriou nevhodnou na zbaľovanie je potrebné pomlieť v mlynoch na požadovanú veľkosť zŕn tak, aby v zbaľovacích bubnoch mohli

byť zbalené do surových zbalkov. Pojivá a redukčné činidlá sa dávajú do homogenizačných zariadení, ako aj do zbalovacích bubnov.



Obr. 3: Schéma spracovania železonosných surovín

3.2. ZBAĽOVANIE

Zbaľovanie je proces, spájania zrní jemnozrnných materiálov na definované zhluky – zbalky. Pre dokonalý proces zbaľovania sú dôležité vlastnosti surovín (granulometrické zloženie, tvar a povrchové vlastnosti zrn, chemicko-mineralogické zloženie) a tiež vhodné podmienky zbaľovania v zbaľovacom bubne. Do zbaľovacieho bubna možno okrem homogenizovaných vstupných surovín pridávať hlavne pojivá a redukčné činidlá, ako sú oleje, dechty prípadne vápenné mlieko. Na dovlhčenie vstupnej zmesi je možné použiť odpadovú vodu. Zbalky vypádajúce zo zbaľovacieho bubna postupujú na dopravný pás, z ktorého padajú na valčekový triedič.

3.3. TERMICKÉ SPRACOVANIE SUROVÝCH ZBALKOV

Surové zbalky po vytriedení (triedič veľkostí surových zbalkov) postupujú na sušenie a predhrievanie (pre dosiahnutie požadovanej pevnosti pre výdrž výpalu v rotačnej peci) do sušiackej komory a predohrievača. Na sušenie a predohrev surových zbalkov sa využíva teplo z externého zdroja – vedľajšieho horáka.

Samotné vypaľovanie zbalkov prebieha v rotačnej peci v redukčnej atmosfére pri teplote 1200 – 1250 °C. Príslušenstvo pevného agregátu tvoria:

- riadiaca jednotka modelu poloprevádzky,
- ventilátory (ventilátor primárneho vzduchu horáka, koncové ventilátory),
- horáky (štartovací a hlavný horák),
- termočlánky na meranie teploty v jednotlivých častiach pece (meranie teploty na vstupe a výstupe agregátu, meranie teploty odsávaných spalín),
- automatická monitorovacia jednotka na kontinuálne meranie obsahu CO a O₂,
- zásobníky plynu LPG s plynovými rozvodmi a s meračmi prietoku, tlaku a teploty plynu a tiež
- kompresory tlakového vzduchu s príslušnými rozvodmi.

Počas procesu výpalu dochádza k odzinkovaniu peliet a odťahu spalín cez výmenníky tepla do filtračnej sústavy. Spaliny sú tvorené predovšetkým N₂, CO, CO₂ a prachom, ktorý obsahuje najmä ZnO, PbO, FeO, CaO a iné. Zachytené prachy s obsahom Zn možno následne transportovať na ďalšie spracovanie.

V procese výpalu vysušených a predhriatych surových zbalkov v rotačnej peci sa dosiahla hranica odzinkovania min. 80 %. Vypálené pelety (zobrazené na obr. 4) sa následne chladia v chladiči.

Na základe získaných poznatkov a z výsledkov poloprevádzkových experimentov možno konštatovať, že železonosné odpady z výroby železa a ocele (vysokopecné a oceliarske úlety) je možné zhodnotiť a využiť ich surovinový potenciál (najmä Fe a Zn). Termickou redukciou vhodne upraveného materiálu možno získať nasledovné produkty:

- vypálené pelety zbavené Zn s obsahom Fe nad 55 % vhodné ako vsádzka do vysokopecného procesu a

– zachytené prachy s obsahom Zn, vhodné na ďalšie spracovanie.



Obr. 4: Vypálené pelety

4. ZÁVER

Po zohľadnení údajov štatistickej ročenky svetovej oceľiarskej spoločnosti (WSA – World Steel Association) za rok 2015 možno konštatovať, že na Slovensku sa ročne vyprodukuje približne 95 tis. ton vysokopečného úletu a 117 tis. ton oceľiarskeho úletu ako vedľajších produktov pri výrobe železa a ocele. Tento jemnozrnný materiál je zachytávaný buď suchou cestou ako prachový úlet, alebo mokrou cestou ako kal.

Na Slovensku sú tieto odpady podľa vyhlášky MŽP SR č. 365/2015 Z.z. (Katalóg odpadov) zaradené medzi nebezpečné odpady. Na druhej strane vysoké obsahy niektorých kovov predurčujú tento priemyselný odpad k využitiu ako perspektívnej druhotnej suroviny pre získavanie kovov, ako sú železo a zinok, buď v kovovej forme alebo vo forme komerčne predajnej zliučiny.

Z výsledkov prezentovaného poloprevádzkového procesu vyplýva možnosť spracovať tento železonosný materiál (vysokopečné a oceľiarské úlety) vypaľovaním v redukčnej atmosfére, pričom ako produkty sa získajú vysokopečné pelety s obsahom Fe nad 55 % a prachy s obsahom Zn vhodné na ďalšie spracovanie.

Hlavným prínosom tohto projektu je možnosť ekonomicky a ekologicky zhodnotiť domáce železonosné druhotné suroviny a využitie surovinového potenciálu obsiahnutého v spomínanom materiáli.

Z ekonomického hľadiska získané produkty predstavujú:

- lacnejšiu vstupnú surovinu pre výrobu železa vo vysokej peci (vypálené pelety),

- znižovanie nákladov na dopravu a na skladovanie vsádzky do výrobného procesu Fe,
- významnú druhotnú surovinu zinku.

Z ekologického hľadiska je to

- znižovanie množstva vyprodukovaných priemyselných odpadov z výroby železa a ocele,
- minimalizovanie ich skládkovania a následné
- znižovanie ich nepriaznivého vplyvu na životné prostredie a
- šetrenie primárnych surovín získaných kovov.

PodĎakovanie:

Táto práca vznikla v rámci riešenia grantu VEGA MŠ SR 1/0293/14 a za jeho finančnej podpory. Tento príspevok vznikol vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj, pre projekt: Univerzitný vedecký park TECHNICOM pre inovačné aplikácie s podporou znalostných technológií, kód ITMS: 26220220182, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja. Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-14-0591.

Použitá literatúra:

- [1] Zákon NR SR č. 79/2015 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- [2] Havlík, T. – Spracovanie a detoxikácia odpadov, Košice: TU – HF, 1996
- [3] Smernica Európskeho parlamentu a Rady č. 2008/98/ES z 19. novembra 2008 o odpade a o zrušení určitých smerníc
- [4] Vyhláška MŽP SR č. 365/2015 Z.z. ktorou sa ustanovuje katalóg odpadov
- [5] Statistics archive [online], Dostupné na internete: www.worldsteel.org/statistics-archive.html [citované 28. 01. 2016]
- [6] Štofko M., Štofková M.: Neželezné kovy, prvé vydanie, 2000, Košice, Emilena, s. 304, ISBN 80-7099-527-0
- [7] Havlík T., Miškuřová A.: Priemyselné odpady – alternatíva surovinovej základne pre budúcnosť, In: Odborná konferencia ŽP VVC 2015: Zborník príspevkov: 21. – 23. 9. 2015, Hotel Stupka, Tále, Horná Lehota, str. 139 – 146. ISBN 978-80-972091-4-8
- [8] Vindt T., Blašková K.: Tuhé a plynné odpady z hutníctva železa a ocele, In ODPADY 2015, č. 7, str. 11 – 17, ISSN 1335-7808