

ODBORNÝ ČASOPIS PRE PODNIKATELOV, ORGANIZÁCIE, OBCE, ŠTÁTNU SPRÁVU A OBČANOV

1. MINIMALIZÁCIA, ZHODNOCOVANIE A ZNEŠKODŇOVANIE

- **ÚPRAVA ČISTIARENSKÉHO KALU PRÍDAVKOM ZEOLITU A VÁPNA Z HĽADISKA ZNÍŽENIA HYGIENICKÝCH RIZÍK APLIKÁCIE** MVDr. Nad'a Sasáková, PhD., doc. MVDr. Daniela Takáčová, PhD., MVDr. Gabriela Gregová, PhD., doc. MVDr. Ján Venglovský, PhD., MVDr. Rudolf Hromada, PhD., MVDr. Dušan Chvojka, prof. MVDr. Miloš Ondrašovič, CSc., MVDr. Ján Koščo
- **UPLATNIA SA APLIKÁCIE Z RECYKLOVANÝCH ZMESOVÝCH PLASTOV V PRAXI?** h. prof. Ing. František Máteľ, CSc.
- **TUHÉ A PLYNNÉ ODPADY Z HUTNÍCTVA ŽELEZA A OCELE** Tomáš Vindt, Katarína Blašková
- **ZHODNOCOVANIE ODPADOVÝCH ZLOŽIEK Z VINÁRSKEJ PRODUKCIE** Ing. PhDr. Martin Mellen, PhD., Ing. et Ing. Marián Sudzina, PhD., doc. Ing. Malgorzata Džugan, PhD.
- **Z KOMUNÁLNEHO ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA** Kolektív
- **ĎALŠÍ ROČNÍK NETRADIČNEJ RECYKLÁCIE V KOŠICIACH** PhDr. Angela Svíteková
- **VRANOV ZAMIELOL PROJEKT PREVÁDZKY NA SPRACOVANIE ELEKTROODPADU** Kolektív
- **NOVÉ CENTRUM V NITRE BUDE VYVÍJAŤ A VYRÁBAŤ BIODEGRADOVATEĽNÉ PLASTY Z OBNOVITEĽNÝCH MATERIÁLOV** Kolektív
- **JIHLAVSKÝ ZÁVOD NA ZPRACOVÁNÍ ELEKTRA MEZI NEJÚSPĚŠNĚJŠÍMI ČESKÝMI FIRMAMI** Šimon Slavík
- **NOVÉ A MODERNIZOVANÉ ČISTIARNE ODPADOVÝCH VÔD** Kolektív

2. PREDPISY, DOKUMENTY, KOMENTÁRE

- **JEDNOTNÉ OZNAČOVANIE NÁDOB NA TRIEDENÝ ZBER V EÚ** Jana Gemeranová
- **ŠKÓTSKA ŠTÚDIA ZAOBERAJÚCA SA VPLYVOM OBEHOVÉHO HOSPODÁRSTVA NA UHLÍKOVÚ STOPU** RNDr. Grgul'ová Alexandra
- **ENVIROZÁŤAŽE V PUKANCI (SKLÁDKA KALOV) A V HUMENNOM (RUŠNOVÉ DEPO) ODSTRÁNÍ MINISTERSTVO ŽP** Kolektív
- **RADA EÚ PRE POĽNOHOSPODÁRSTVO PRIJALA KOMPROMISNÝ NÁVRH NARIADENIA O EKOLOGICKOM POĽNOHOSPODÁRSTVE** Kolektív
- **FOND ASEKOL ROZDĚLIL JIŽ 19 MILIONŮ KORUN** Šimon Slavík
- **ZNEČISTENIE OVZDUŠIA V SR JE VYSOKÉ** Kolektív
- **PROBLÉMY ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA V MNÍŠKU NAD HNILCOM** PhDr. Angela Svíteková
- **NELEGÁLNE SKLÁDKY A „MŮJ PRÍBEH“ TRASH OUT** Mgr. Rudolf Pado
- **KAUZA „SKLÁDKA TOXICKÉHO ODPADU VO VRAKUNI“** Kolektív

3. SPEKTRUM

- **SVETOVÝ DEŇ ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA BOL PLNÝ ENVIROAKTIVÍT S ENVI-PAK** Jana Gemeranová
- **PROJEKT „KAŽDÚ SEKUNDU JEDNA KVAPKA“** Michal Stričík, Cyril Závadský
- **ENVIROSÚŤAŽE PRE DETI A MLÁDEŽ** Kolektív
- **DODÁVKY ELEKTRINY Z OBNOVITEĽNÝCH ZDROJOV SPŮSOBUJÚ PREPAD CIEN NA ENERGETICKÝCH BURZÁCH** Kolektív
- **ZNEHODNOCOVANIE A POŠKODZOVANIE POĽNOHOSPODÁRSKEJ PŮDY NA SLOVENSKU** Kolektív
- **ROZBORY ODPADOVÝCH VÔD SVEDČIA O VYSOKOM PODIELE UŽIVATEĽOV KOKAÍNU NA SLOVENSKU** Kolektív
- **DANUBE DAY - WWF SPÁJA ĽUDÍ NA DUNAJI** Helena Čarska
- **POZVÁNKA NA KONFERENCIU „ENVIROMANAGEMENT 2015: PRÍLEŽITOSTI A VÝZVY V ODPADOVOM HOSPODÁRSTVE“** Gabriela Stuchlá
- **EURÓPSKA KAMPAŇ „ZA ŽIVÉ RIEKY“ NA SLOVENSKU** Kolektív
- **NOVÁ EKOLOGICKÁ ENCYKLIKA PÁPEŽA FRANTIŠKA** Kolektív
- **ZAUJÍMAVOSTI ZO ZAHRANIČIA** Kolektív



epos

ISSN 1335-7808



Tomáš Vindt, Katarína Blašková*

TUHÉ A PLYNNÉ ODPADY Z HUTNÍCTVA ŽELEZA A OCELE

ÚVOD

Výrobná činnosť hutníckeho priemyselného odvetvia môže potenciálne negatívne ovplyvniť životné prostredie znečistením ovzdušia, povrchových i spodných vôd, ako aj záberom poľnohospodárskej pôdy na skládkovanie nezužitkovaných vedľajších produktov hutníckej výroby.

Veľkým zásahom do krajiny je situovanie hutníckeho kombinátu. Hutnícka výroba je poznačená veľkým obsahom surovín a energií. Potenciálne znečisťuje nielen ovzdušie a vody, ale produkuje aj obrovské množstvo tuhých a plynných vedľajších produktov, hlavne v podobe hutníckych trosiek, úletov, plynov a pod. Tieto vedľajšie produkty sú odpadom, ktorý je však možné v ďalších procesoch využiť, respektíve upraviť, aby ich bolo možné určitým spôsobom opätovne zúžitkovať.

Troska obsahuje okrem oxidov vápna a mangánu tiež veľké množstvo železa, úlety predstavujú veľký potenciál neželezných kovov, napríklad zinku, a plyny sú nositeľmi nevyužitého tepla. Každý z vedľajších produktov výroby železa a ocele obsahuje zložku, ktorú je možné oddeliť od jalovej časti, samozrejme za prijateľných environmentálnych a ekonomických podmienok. S rozvíjajúcimi technológiami a klesajúcim množstvom niektorých primárnych surovín je dôležité hľadať možnosti, ako získavať suroviny aj v hutníckych odpadoch.

V platnej legislatíve a v novom zákone NR SR č. 79/2015 Z.z. o odpadoch, ktorý vstúpi do platnosti 1. 1. 2016, je odpad de-

finovaný ako hnutelná vec, ktorej sa jej držiteľ zbavuje, chce sa jej zbaviť alebo je v súlade s týmto zákonom a 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].

V súlade s vyhláškou MŽP SR [3], ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov, je odpad z výroby surového železa a ocele klasifikovaný podľa tab. 1.

Podľa World Steel Association (Svetovej oceliarskej spoločnosti – WSA), ktorá každoročne vydáva štatistickú ročenku pod názvom „Svetová produkcia ocele v číslach“, celková svetová produkcia surovej ocele dosiahla v minulom roku 1 637 mil. ton a produkcia surového železa predstavovala 1 180 mil. ton, pričom na Slovensku sa v roku 2014 vyprodukovalo 4,7 mil. ton ocele a 3,8 mil. ton surového železa. Na tonu surového železa sa vyprodukuje cca 230 až 400 kg vysokopecnej trosky a 20 až 30 kg vysokopecného úletu. Na tonu ocele sa vyprodukuje cca 150 kg oceliarskej trosky a 25 kg oceliarskeho úletu [4].

Tieto materiály sú principiálne odpadmi, ale vzhľadom na zloženie ich možno považovať za druhotnú surovinu. Pri uvedených množstvách vznikajúcich vedľajších produktov je nutné

Tab.1: Skupiny odpadov, do ktorých sa zaraďujú odpady z metalurgie železa a ocele

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.	

* Katedra neželezných kovov a spracovania odpadov, Hutnícka fakulta, Technická univerzita v Košiciach, Letná 9, 040 02 Košice, e-mail: tomas.vindt@tuke.sk

zameriť sa na maximálne využitie ich potenciálu a spracovávať ich.

1. VYSOKOPECNÁ TROSKA A VYSOKOPECNÝ PLYN

Pri výrobe surového železa vo vysokej peci vzniká ako vedľajší produkt vysokopecná troska a vysokopecný plyn.

Vysokopecná troska je zmes kovových oxidov, roztavenej hlušiny kovonosných materiálov, troskotvorných prísad a koksového prachu. Hlavným účelom trosky vo vysokopecnom procese je zachytávať nežiadúce zložky spracovávanej suroviny (vsádzky) a vytvárať z nich zlúčeniny, ktoré sa ďalej koncentrujú do jednotnej tekutej fázy. Týmto procesom sa dosiahne oddelenie nežiadúcich zložiek od vyrábaného kovu. Troska je odpichovaná z vysokej pece spolu so surovým železom pri teplote okolo 1536 °C [5,6].



Obr. 1: Vysokopecná troska [7]

Chemické zloženie **vysokopecnej trosky** (znázornenej na obr. 1) sa pohybuje podľa druhu vyrábaného surového Fe a môže byť nasledovné: 30 až 40 % SiO_2 , 7 až 18 % Al_2O_3 , 36 až 50 % CaO , 2 až 12 % MgO , 0,8 až 1,9 % CaS , 0,4 až 1,2 % FeO , pri zrkadlovine 5 až 20 % MnO , 1,5 až 2 % S .

Vysokopecný plyn vzniká v dôsledku teplotných reakcií medzi jednotlivými surovinami vsádzky v celom priestore vysokej pece a odsáva sa na čistenie a filtráciu tuhých častíc dvoma až štyrmi plynovými odvodmi, ktoré sú súmerne rozložené proti prúdu. Čistením plynu sa získava vysokopecný úlet (znázornený na obr. 2) [5,6].

Vysokopecný plyn: 23 až 30 % CO , 1 až 8 % H_2 , 10 až 20 % CO_2 , 55 až 57 % N_2 , 0,1 až 0,4 % CH_4 .

Vysokopecný úlet: 15 až 47 % C , 7 až 35 % Fe , 0,8 až 2,0 % Pb , 2 až 3 % Zn , 2,4 až 2,5 % S , 3,5 až 18 % MgO [5,6].



Obr. 2: Vysokopecný úlet [7]

Výroba surového železa je sprevádzaná vznikom vysokopecnej trosky a vysokopecného plynu. Ako vyplýva z chemického zloženia vysokopecnej trosky, kvôli nízkemu obsahu Fe nie je možné jej spätné využitie priamo v metalurgickom procese, avšak po následnom spracovaní sa využíva hlavne v stavebníctve a pri výrobe cementu.

Vysokopecný plyn postupuje na čistenie, kde sa z neho získava vysokopecný úlet. Z dôvodu ekonomicky zaujímavého obsahu Fe sa vysokopecný úlet vracia cez homogenizačnú skládku do vysokopecného procesu. Vyčistený vysokopecný plyn sa vzhľadom k svojej výhrevnosti môže využívať v niektorej z prevádzok metalurgického závodu.

2. OCELIARENSKÁ TROSKA A OCELIARENSKÝ PLYN

Oceliarska troska vzniká v procese výroby ocele v kyslíkovom konvertore (tavenie vsádzky pomocou fúkania kyslíka), resp. elektrickej oblúkovej pece (tavenie vsádzky elektrickým oblúkom pomocou grafitových elektród). Roztavená troska vytvára nad oceľou oxidačnú vrstvu, ktorá chráni vsádzku pred oxidáciou, čím sa zabezpečia podmienky pre výrobu ocele požadovaných vlastností [8].

Konvertorová troska: 25 až 45 % CaO , 8 % MgO , 15 až 20 % SiO_2 , 5 až 10 % MnO , 15 až 25 % FeO , 0,5 až 2,5 % P_2O_5 (niektoré druhy až 17 %)

EOP troska: 37,2 až 44,8 % FeO , 10,1 až 14,7 % SiO_2 , 24,2 až 29,5 % CaO , 5,7 až 7,2 % Al_2O_3 , 1,9 až 4,6 % MgO , 5,1 až 5,7 % MnO , 2,5 až 4,1 % Cr_2O_3

Pri výrobe ocele vzniká taktiež oceliarsky plyn, ktorý je špecifický vysokými teplotami. Tento plyn postupuje cez chladiace komory a filtre, kde sa separuje oceliarsky úlet od plynu [8].

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 , 5,14 až 21,48 % MnO .

Konvertorový plyn: 50 až 70 % CO , 10 až 18 % CO_2 , 1,5 až 2,5 % N_2 , 13 % H_2 [5].

Vo všeobecnosti možno konštatovať, že tuhé odpady z výroby ocele (oceliarska troska a oceliarsky úlet) obsahujú väč-

šie množstvá Fe a Zn ako vysokopecná troska a vysokopecný úlet, čo je potrebné zohľadniť pri ich ďalšom spracovaní.

Ako vyplýva z chemického zloženia oceliarskej trosky, z dôvodu vysokého obsahu oxidov Fe, sa po nevyhnutnom spracovaní vracia do jednotlivých etáp výrobného procesu v závislosti od obsahu Fe. Oceliarský úlet sa spracováva za účelom získania oxidov Zn a Fe. Vyčistený oceliarský plyn sa vzhľadom k vysokému obsahu CO pred ďalším využitím mieša so vzduchom.

3. MOŽNOSTI VYUŽITIA PLYNNÉHO ODPADU Z VÝROBY ŽELEZA A OCELE

3.1. VYUŽITIE VYSOKOPECNÉHO PLYNU

Vysokopecný plyn obsahuje strhnuté prachové podiely vsádzkových materiálov z vysokej pece, a preto sa čistí na obsah prachu $0,005 \text{ g.m}^{-3}$. Výhrevnosť vysokopecného plynu je $3,2$ až $3,9 \text{ MJ.m}^{-3}$ a po vyčistení sa využíva ako ohrievač vetra v narážacích peciach, resp. na aglomerácii, alebo v zmesi s koksárenským plynom v rozmrazovacích halách. Čistením tohto plynu sa získa vysokopecný úlet, ktorý sa najčastejšie spracováva v aglomerácii [8,9].

3.2. VYUŽITIE OCELIARENSKÉHO PLYNU

Pri výrobe ocele vzniká oceliarský plyn, ktorý je taktiež znečistený prachovými podielmi. Teplota plynu je okolo 1000 až $1400 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a jeho výhrevnosť $8,4 \text{ MJ.m}^{-3}$. Plyn sa mieša so vzduchom, nakoľko má vysoký obsah CO. Následne sa plyn sprchuje vodou z trysiek a prechádza do odparovača, v ktorom jeho teplota poklesne na $200 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Po ochladení na $70 - 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$, je plyn odvádzaný do komína, alebo sa zhromažďuje v plynojeme na ďalšie spracovanie. Niektoré oceliarske využívajú tepelný obsah plynov na ohrev spalínových kotlov na výrobu pary [8,9].

4. MOŽNOSTI VYUŽITIA TUHÉHO ODPADU Z VÝROBY ŽELEZA A OCELE

4.1. VYUŽITIE VYSOKOPECNEJ TROSKY

Vysokopecná troska predstavuje najväčší objem vedľajších produktov hutníckych procesov. Troska ako cenná druhotná surovina je vhodná na ďalšie spracovanie a je možné z nej vyrábať nasledovné produkty:

a) Granulovaná troska

Troskový granulát sa vyrába z tekutej trosky po odpichu z vysokej pece.

Do hydraulických žlabov, bazénov alebo bubnových zariadení, kde je umiestnená troska, sa prudko strieka voda a tým vzniká granulát. Po následnom odvodnení alebo ďalšom drvení a triedení sa vzniknutý granulát využíva na výrobu konštrukčných materiálov alebo troskovej pemzy.

Granulovaná troska sa dodáva do cementární, kde sa využíva pri výrobe cementu ako jedna zo základných surovín. Jej po-

užitie pozitívne ovplyvňuje ekonomiku výroby cementu a znamená aj úsporu spotrebovanej energie. Tento typ trosky má hydraulické vlastnosti a tvorí hlavnú zložku primiešavanú do portlandského cementu.

Na výrobu jednej tony portlandského cementu sa spotrebuje cca $1,5$ tony surovín (prevažne vápencov) a $3,53 \text{ GJ}$ energie, ale na tonu troskového cementu, ktorý obsahuje 65% trosky a 15% vlhkosti sa spotrebuje len cca $0,5$ tony (čo tvorí jednu tretinu) primárnych surovín a len polovica energie, a to $1,67 \text{ GJ}$.

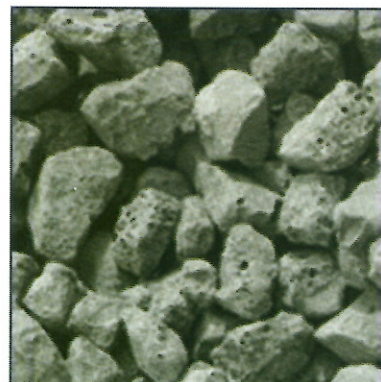
Mimo výroby cementu sa používa v malých vrstvách na cesty, diaľnice, chodníky, železničné nástupištia, parkoviská, základny budov, piliere, steny a pod [8, 10].

b) Vzduchom chladená troska

Vzniká liatím do troskovej jamy s kontrolovaným chladením, pričom v troske vzniká kryštalická štruktúra. Trosková jama sa konštruuje v blízkosti vysokej pece alebo môže byť na odľahlom mieste. V druhom prípade sa troska transportuje v panve.

Čas chladenia trosky v jame sa kontroluje vodnými tryskami a množstvom vody. Odporúčané množstvo postrekujejúcej vody je $0,2 - 0,4 \text{ m}^3$ na plochu trosky za hodinu.

Po finálnom stuhnutí a chladení sa troska vyťaží a následne a drví a triedi podľa rôznej veľkosti kameniva. Kamenivo (vysokopecný štrk) sa používa pri stavbe ciest a diaľnic (v malých vrstvách), v staviteľstve (ako prísada do betónu pri výstavbe žiaruvzdorných objektov), na konštrukcie železničných tratí, v oblasti rekultivácie, atď. [11].



Obr. 3: Troskové kamenivo [12]

c) Peletizovaná troska

Roztavená troska sa vylieva vo vrstve na uhlíkovú dosku nazývanú deflektor. Vrstva trosky sa rozbíja prúdom vody na kúsky a následne sa vrhá do vzduchu odstredivou silou pomocou rotujúceho bubna. Ide o dutý valec s pozdĺžnymi drážkami, ktoré vytvárajú lopatky, pomocou ktorých voda oteká radiálne. Pri lete vzduchom častice trosky dostávajú viac, alebo menej guľovitú formu a expandujú pod tlakom uzatvorených plynov, ktoré nemôžu uniknúť vzhľadom k stuhnutej povrchovej vrstve. Dráha letu jednotlivých častíc trosky je určená ich veľkosťou.

d) Expandovaná vysokopecná troska

Trosková tavenina sa leje do plytkej jamy (približne 30 cm hlbokaj), ktorá má na dne prúdové vodné trysky. Množstvo vody injektovanej do roztavenej trosky sa vyparuje, formujú sa bublinky a vzniká produkt nízkej hmotnosti. Stuhnutá troska sa potom vyťaží, drví a triedi.

Expandovaný troskový štrk je používaný pre výrobu ľahkých betónových dielcov. Takéto dielce ľahkých hmotností majú vysokú životnosť, vysokú pevnosť, vysokú odolnosť voči teplotným vplyvom (konštrukcie stien, priehrad, prístavov). Merná hmotnosť expandovanej trosky je 800 až 1000 kg.m⁻³.

e) Technická keramika

Vysoká cena technickej keramiky sa odvíja od drahého materiálu používaného pre jej výrobu. Niektoré typy sklo-keramiky môžu byť pripravené z vysokopecnej trosky.

Na premenu základnej trosky na kryštalicko – sklovitý materiál s potrebnými vlastnosťami je nutné použiť prídavok kremenného piesku s ďalšími materiálmi. Zmes pre tavenie obsahuje 50 až 65 % vysokopecnej trosky, 20 až 40 % kremenného piesku, 12 % hlíny (kaolínu, ílu), 4 až 6 % Na₂SO₄, 1 až 3 % C a 0,5 až 2 % nukleátorov.

Troskositaly sa používajú na výrobu obkladov v staviteľstve, v budovách priemyselných hál, obchodov, atď. Vyznačujú sa týmito vlastnosťami: vysoká pevnosť, odolnosť voči treniu, tepelná odolnosť do 900 °C, odolnosť voči kyslým a zásaditým podmienkam, príslušné vlastnosti v ťažkých klimatických podmienkach s náhlou zmenou teplôt [8, 10].

Okrem vyššie spomínaných produktov sa vysokopecná troska môže použiť ako prísada do priemyselných hnojív. Vysokozásadité trosky majú výborné uplatnenie pri neutralizácii kyslých a ťažkých pôd. Troska, ktorá sa nehodí na ďalšie spracovanie sa odsúva na odval [11].

4.2. VYUŽITIE OCELIARENskej TROSKY

V závode sa magnetickou separáciou voľného železa z vychladnutej oceliarenskej trosky odstráni kovové častice a troska sa vytriedi na rôzne frakcie. Jedným z produktov je demetalizovaná oceliarenská troska, ktorá sa používa na terénne úpravy, na úpravu lesných a poľných ciest, ako násypy, na zimnú údržbu ciest a na iné použitie v závislosti od jej technických parametrov [8, 10].

Oceliarenská troska sa po spracovaní podľa obsahu železa zadeľuje do kategórií:

- A: zliatky, obsah min. 85 % Fe → Oceliareň,
- B: obsah min. 60 % Fe → Vysoké pece,
- C: obsah min. 40 % Fe → Aglomerácia,
- D: tzv. DOT (demetalizovaná troska, obsah cca 20 % Fe) → predaj, halda,
- Suť → Halda

4.3. VYUŽITIE VYSOKOPECNÉHO ÚLETU

Čistením vysokopecného plynu v zariadeniach za sucha (prašníky, cyklóny, elektrostatické odľučovače za sucha, tkaninové filtre) sa získava vysokopecný úlet, ktorý sa pomocou krytých dopravníkov dopravuje na homogenizačnú skládku, kde sa spracúva aglomeráciou alebo peletizáciou, a môže sa vrátiť do vysokopecného procesu [5].

4.4. VYUŽITIE OCELIARENskÉHO ÚLETU

Úlet sa môže zachytávať z plynu buď mokrou, alebo suchou cestou. Suchou cestou sa úlet zachytáva prevažne tkaninovými filtermi a mokrou cestou pomocou vodných spích, keď vzniká kal. Vzhľadom na vysoký obsah Fe (nad 40 %), sa oceliarenský úlet používa hlavne v stavebníctve na výrobu cementu, ale aj ako farbivo do stavebných tvárnic. V hutníckej výrobe sa používa na výrobu brikiet a mikropeliet [8, 10, 12].

Oceliarenský úlet obsahuje zvýšené množstvo ťažkých neželezných kovov (najmä Zn). V snahe získať zinok sa tento odpad spracúva pyrometalurgickými, hydrometalurgickými prípadne ich kombinovanými metódami.

Pyrometalurgické procesy (ekonomická rentabilita nad 100 000 ton ročne) prebiehajú pôsobením vysokých teplôt v hutníckych peciach, kde je primárnym produktom ZnO a sekundárnym produktom materiál s vyšším obsahom Fe, ktorý môže byť pridávaný späť do aglomerátu, alebo použitý pri výstavbe ciest, prípadne výrobe cementu. Hydrometalurgické spracovanie (ekonomická rentabilita nad 12 000 ton ročne) predstavuje lúhovanie oceliarenského úletu v kyslom alebo zásaditom prostredí za účelom získania Zn do roztoku [13].

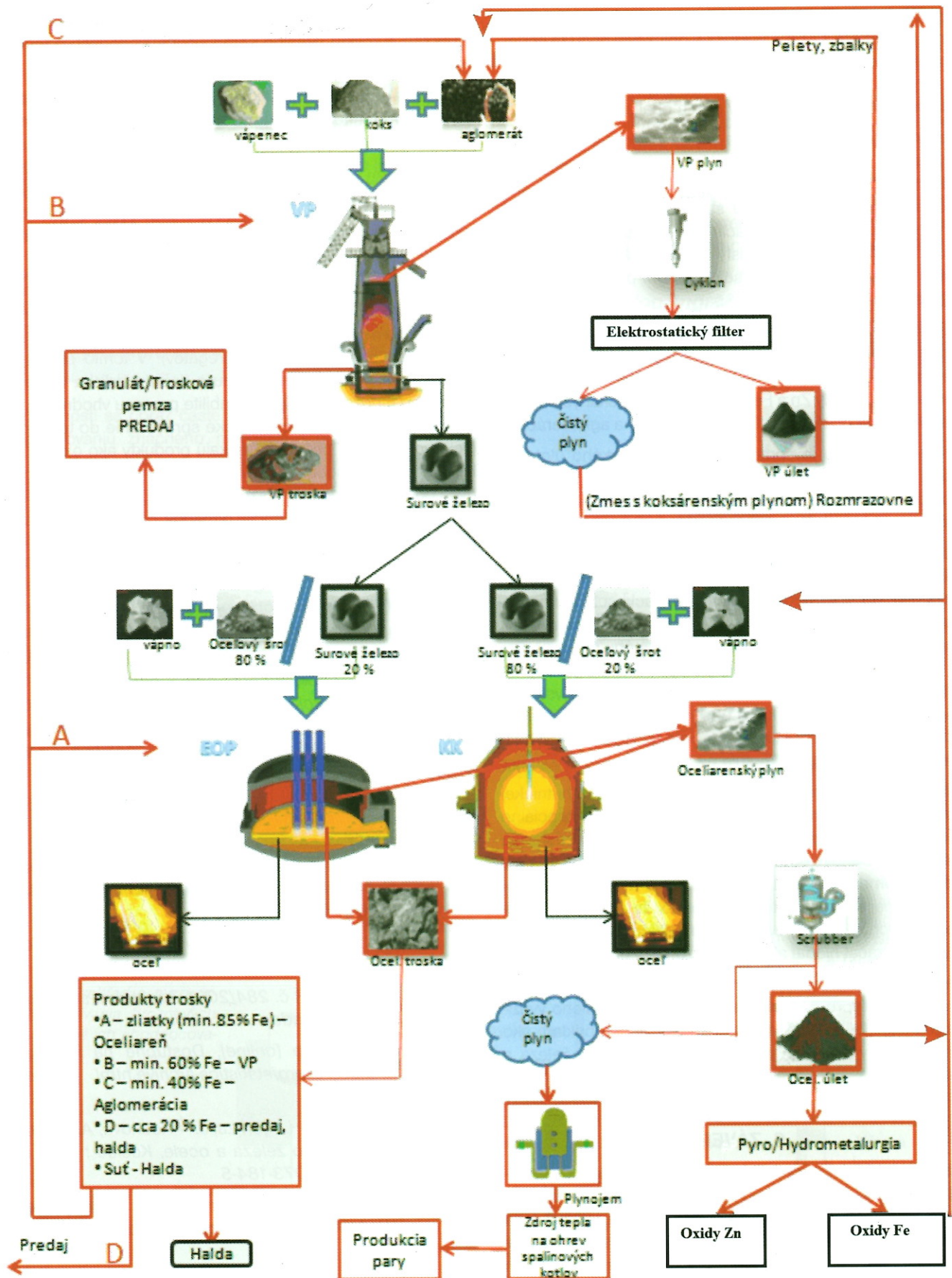
5. IDEÁLNY CYKLUS SPRACOVANIA ODPADOV Z VÝROBY ŽELEZA A OCELE

Na základe poznatkov uvedených v predchádzajúcom texte sa navrhla schéma komplexného cyklu spracovania odpadov z výroby železa a ocele s cieľom zaistiť čo najväčšie spätné využitie v metalurgickom priemysle.

Vsádzku do výroby surového železa tvoria suroviny ako aglomerát, koks a troskotvorné prísady. Výstupom z procesu je železo ako hlavný produkt, ako vedľajší produkt vzniká vysokopecný plyn a troska.

Vysokopecný plyn postupuje na suché čistenie do cyklónu pre separáciu tuhých a plyných častíc (odstredivou silou). Následne prechádza cez elektrostatický filter, kde sa zachytáva prach. Vyčistený vysokopecný plyn s výhrevnosťou 3,2 MJ sa zmiešava s koksárenským plynom a využíva sa v rozmrazovacích halách na rozmrazovanie surovín.

Vysokopecný úlet odseparovaný v cyklóne obsahuje vysoký podiel železa, a preto postupuje späť na homogenizačnú skládku, kde prechádza procesom aglomerácie alebo peletizácie a následne sa ako aglomerát vracia do procesu výroby železa vo vysokej peci. Vysokopecná troska sa ochladzuje, drví a následne spracúva na produkty ako trosková pemza, granulovaná troska, trosková drvina a iné.



Obr. 4 Schéma ideálneho cyklu spracovania odpadov z výroby železa a ocele

Surové železo tvorí vstupnú surovinu pre výrobu ocele v kyslíkovom konvertore alebo v elektrickej oblúkovej peci (za prídavku oceľového šrotu a troskotvorných prísad). Hlavným produktom z týchto agregátov je surová oceľ a vedľajšími produktmi (teda odpadmi) sú oceliarský plyn a oceliarska troska.

Oceliarský plyn postupuje na mokré čistenie do zariadenia nazývaného „Venturiho scrubber“ na odseparovanie tuhých a plyných častíc. Vyčistený plyn putuje do plynojemu, kde sa ochladzuje a udržiava pod stabilným tlakom a teplotou. Plynojem slúži na homogenizáciu plynu a zabezpečenie jeho čistoty pre ďalšie použitie. Čistý oceliarský plyn s výhrevnosťou 8,4 MJ sa mieša s vysokopecným plynom a zmes je spaľovaná pri produkcii horúcej pary.

Odseparovaný tuhý oceliarský úlet obsahuje zaujímavé množstvá zinku a železa, a preto postupuje na ďalšie spracovanie (pyrometalurgické alebo hydrometalurgické), kde sa z neho získavajú oxidy Zn a Fe. Približne 10 % získaných oxidov Fe sa vracia na oceliareň a 90 % postupuje na aglomeráciu.

Ďalšou alternatívou je spracovanie oceliarskeho úletu do brikiet, ktoré následne postupujú na oceliareň do konvertora alebo do vysokej pece, kde je však dôležité sledovať obsah Zn (z dôvodu nepriaznivého vplyvu na výmurovku agregátu).

Oceliarska troska sa spracováva a následne sa separuje podľa obsahu železa do jednotlivých tried. Troska s obsahom železa min. 85 % (označená ako A), sa vracia späť na oceliareň. Troska s obsahom min. 60 % Fe (označená ako B), vstupuje priamo ako vsádzka do vysokopecného procesu. Pokiaľ troska obsahuje min 40 % Fe (označená ako C), vracia sa späť až na aglomeráciu a až následne vstupuje ako vsádzka do vysokej pece. Troska ktorá obsahuje okolo 20 % Fe (demetalizovaná troska) postupuje na predaj. Troska s minimálnym obsahom železa (suť) putuje na haldy.

Podľa vyššie uvedeného možno konštatovať, že v hutníckej výrobe vzniká veľké množstvo odpadov, ktoré sú potenciálne nebezpečné pre prostredie, ale na druhej strane predstavujú aj značný surovinový potenciál. V súčasnosti sa venuje stále väčšia pozornosť možnostiam spracovania a využitia odpadu ako druhotnej suroviny, a to hlavne preto, že existujúce zásoby primárnych surovín vo svete sú alarmujúco nízke, a preto je nevyhnutné začať hľadať alternatívne zdroje v oblasti odpadov.

Navrhnutá schéma môže byť prínosom pre hutnícke podniky, ktoré väčšinu vyprodukovaných odpadov bez ďalšieho využitia skládkuju. Taktiež môže schéma poslúžiť ako príklad, ako minimalizovať vyprodukované odpady pri výrobe železa a ocele.

6. ZÁVER

Po zohľadnení údajov štatistickej ročenky svetovej oceliarskej spoločnosti (WSA – World Steel Association) za rok 2014 možno konštatovať, že na Slovensku sa ročne vyprodukuje približne 1,15 mil. ton vysokopecnej trosky, 95 tis. ton vysokopecného úletu, 705 tis. ton oceliarskej trosky a 117 tis. ton oceliarskeho úletu – vedľajších produktov pri výrobe železa a ocele.

Vzhľadom na ich množstvo i zloženie predstavujú významnú druhotnú surovinu. Reálne spracovanie uvedených odpadov však zatiaľ nezodpovedá.

V prípade vysokopecnej trosky dopyt nezodpovedá vyprodukovanému množstvu tohto odpadu a značná časť sa musí skládkovať. Oceliarska troska sa kvôli vysokému obsahu Fe v maximálnej možnej miere po spracovaní vracia do výrobného procesu, ale aj v tomto prípade vzniká odpad (suť), ktorý sa halduje. Vysokopecný úlet sa cez homogenizačnú skládku a aglomeráciu vracia späť do vysokopecného procesu a nahrádza tak určitú časť vsádzky.

Oceliarský úlet aj napriek vysokému obsahu Fe nie je možné bez predchádzajúceho spracovania vrátiť do výrobného procesu hlavne kvôli vysokému obsahu Zn (z dôvodu nepriaznivého vplyvu na výmurovku agregátov). V tomto prípade z dôvodu materiálového potenciálu a tiež z hľadiska vyprodukovaného množstva je kvôli rentabilite procesu vhodné implementovať práve hydrometalurgické spracovanie do technologického postupu, pričom sa získajú produkty ako oxidy Zn a Fe. Takýmto spôsobom sa minimalizuje množstvo skládkovaných odpadov, a teda nepriaznivý vplyv na životné prostredie a využije sa materiálový potenciál odpadov, čím dôjde k šetreniu primárnych surovín.

Podakovanie:

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 TECHNICAL pre inovačné aplikácie s podporou znalostných technológií, kód ITMS: 26220220182, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Použitá literatúra

- [1] Zákon NR SR č. 484/2013 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] Vyhláška MŽP SR č. 284/2001 Z.z. ktorou sa ustanovuje katalóg odpadov
- [4] Statistics archive [online], Dostupné na internete: www.worldsteel.org/statistics-archive.html [citované 28. 01. 2015]
- [5] Frohlichová, M. – Legemza, J. – Kucková, A. – Majerčák, Š.: Hutníctvo železa a ocele, Košice : TU – HF, 2004 ISBN 80-8073-184-5
- [6] Demeter, P. a kol.: Zúžitkovanie trosiek z výroby železa a ocele, In Acta Metallurgica Slovaca, 12, 2006, pp 67 - 75
- [7] Dostupné na internete: <http://www.sk-pexim.sk/troska.php> [citované 28. 01. 2015]

- [8] Využitie nachádza nielen v stavebníctve [online], Dostupné na internete: <http://www.usske.sk/ov/2012/1219004s.html> [citované 02. 02. 2015]
- [9] Kizek, Ján: Druhy palív [online]. Dostupné na internete: <http://people.tuke.sk/jan.kizek/bezpe/druhy%20paliv.pdf> [citované 15. 06. 2014]
- [10] Vleck, J. a kol: Utilization of granulated blast – furnace slag to preparation of expaused masses, In Metal 2004, FMMI VŠB – TU Ostrava
- [11] Vedlejší produkty [online], Dostupné na internete: <http://ostrava.arcelormittal.com/produkty-a-sluzby/vedlejsi-produkty.aspx> [citované 02. 02. 2015]
- [12] USS Košice, Katalóg vedľajších výrobkov – hutnícka výroba [online]. Dostupné na internete: http://www.usske.sk/products/vedl_prod/dot.htm [citované 15. 06. 2014]
- [13] Sedláková, Z. – Havlík, T. : Výskyt neželezných kovov v hutníctve železa a ocele a ich možné spracovanie, Acta Metallurgica Slovaca, 12, 2006, 2 (209 - 218)

Ing. PhDr. Martin Mellen, PhD., Ing. et Ing. Marián Sudzina, PhD.¹⁾, doc. Ing. Malgorzata Džugan, PhD.²⁾

ZHODNOCOVANIE ODPADOVÝCH ZLOŽIEK Z VINÁRSKEJ PRODUKcie

V súčasnosti sa čoraz častejšie pristupuje k efektívnejšiemu zhodnocovaniu značného množstva i biologického odpadu vyprodukovaného vo vinárskom priemysle (pestovateľmi i spracovateľmi hrozna a výrobcami vín). Odpadové zložky z vinárskej výroby môžu predstavovať cenné druhotné suroviny.

Možnosti využitia hroznových výliskov determinuje druh (odroda) a kvalita viniča hroznorodého i spôsoby zberu a spracovania hrozna, najmä technológia jeho lisovania. Zo 6 ton hrozna vznikajú 2 tony výliskov, ktoré obsahujú šupky bobúľ, strapinu, semená a zvyšky dužiny. V hroznových výliskoch (s mernou hmotnosťou až 420 kg.m⁻³) sú zastúpené aj cenné látky (kyseliny, cukry, organické a anorganické látky, ale i vápnik, draslík a fosfor).

V regiónoch Európskej Únie s tradičnou vinohradníckou výrobou sa v poslednom období presadzuje kompostovanie odpadov z výroby vína, pričom sa vinári museli vysporiadať:

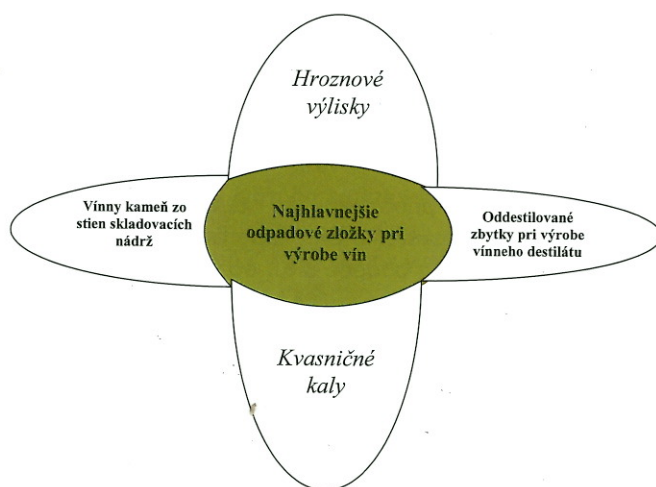
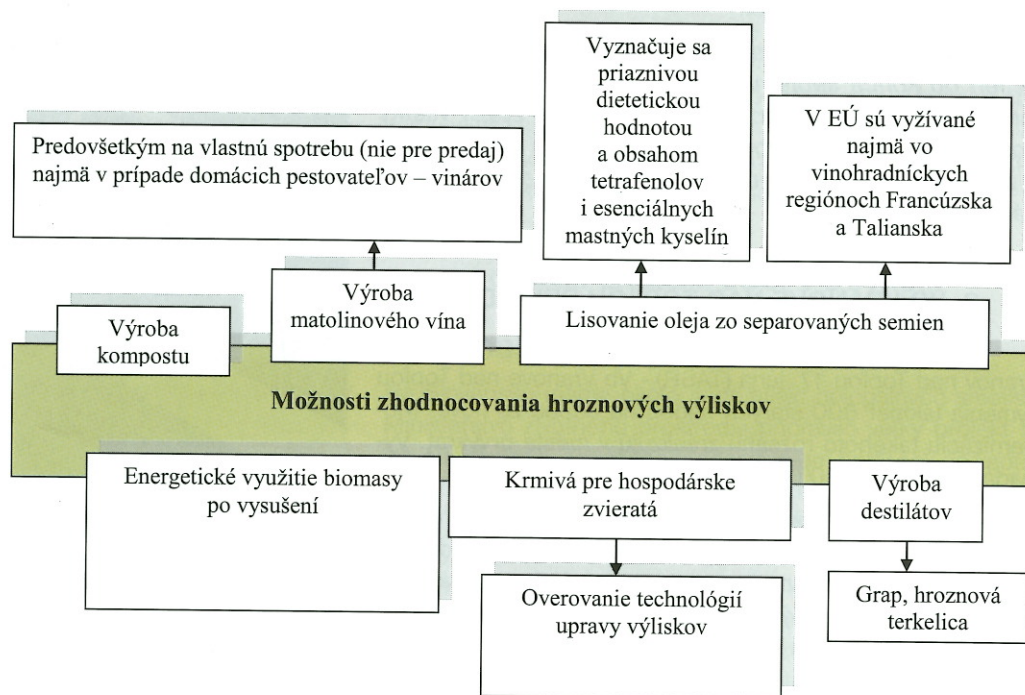


Schéma: Hlavné odpadové zložky pri výrobe vína

Schéma: Prehľad o možnostiach využívania hroznových výliskov pre ich zhodnocovanie



¹⁾ SPU v Nitre

²⁾ Univerzita Rzeszów, Poľsko