

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

1. MINIMALIZÁCIA, ZHODNOCOVANIE A ZNEŠKODŇOVANIE

- **AKO VYUŽIŤ 4. ROZMER SKLÁDKY?** Ing. Marek Hrabčák
- **TEPELNÁ ÚPRAVA TECHNOGÉNNYCH ODPADOV** Ján Spišák, Ján Mikula, Ján Gloček, Dušan Naščák
- **MOŽNOSTI RECYKLÁCIE LÁHKEJ FRAKCIE ZO ŠRÉDROVANIA VYRADENÝCH VOZIDIEL**
Simona Sobeková – Folťová, Tomáš Havlík
- **SLOVENSKO PLNÍ EURÓPSKE LIMITY LIKVIDÁCIE OPOTREBOVANÝCH VOZIDIEL** Ing. Štefan Kuča.
- **SKLÁDKA ODPADOV V TVRDOŠINE BUDE MONITOROVANÁ EŠTE DESIATKY ROKOV** Ing. Alena Kovaľová
- **VYUŽITIE DREVNEHO ODPADU NA „MULČOVANIE“** Ing. et Ing. Marián Sudzina, PhD., Ing. Katarína Rovná, PhD.
- **AKTUALITY Z BRATISLAVSKÉHO ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA** Kolektív
- **Z ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA SLOVENSKÝCH MIEST A OBCÍ** Kolektív
- **SÚČASNÝ SYSTÉM ZBERU A SPRACOVANIA OPOTREBOVANÝCH AKUMULÁTOROV A BATÉRIÍ JE FUNKČNÝ A UDRŽATEĽNÝ** Ing. Štefan Kuča

2. PREDPISY, DOKUMENTY, KOMENTÁRE

- **PREZIDENT NEPODPÍSAJ NOVELU ZÁKONA O ODPADOCH UMOŽŇUJÚCU VYRADIŤ NEEXISTUJÚCE VOZIDLO Z EVIDENCIE NA ZÁKLADE ČESTNÉHO PREHLÁSENIA** Kolektív
- **VLÁDA SCHVÁLILA LEGISLATÍVNY ZÁMER NOVÉHO ZÁKONA O ODPADOCH** Kolektív
- **PRÍPUSTNÁ MIERA OBŤAŽOVANIA ZÁPACHOM V NAVRHOVANEJ NOVELE ZÁKONA O OVZDUŠÍ** Kolektív
- **EÚ SPRÍSŤUJE NARIADENIE O PREPRAVE ODPADU A ROZŠIRUJE ZOZNAM RIZIKOVÝCH LÁTOK V SMERNICI O VODE** Kolektív
- **SIŽP OPĽ ROZHODUJE O PEZINSKEJ SKLÁDKKE ODPADOV** Kolektív
- **PRODUKCIA ODPADOV V SLOVENSKEJ REPUBLIKE** Michal Stríčk
- **INŠPEKTORI ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA VYKONALI V PRVOM POLROKU 1543 KONTROL** Kolektív
- **KONCEPCIA ROZVOJA VÝROBY ELEKTRINY Z MALÝCH OBNOVITEĽNÝCH ZDROJOV ENERGIE V SR - I. ETAPA** Kolektív

3. SPEKTRUM

- **HUDOBNÝ FESTIVAL BAŽANT POHODA BOL AJ O ŽIVOTNOM PROSTREDÍ** Mgr. Jana Gemeranová
- **POŽIAR SKLÁDKY V ZLATÝCH KLASOCH** Kolektív
- **MEDZINÁRODNÁ VEDECKÁ KONFERENCIA ODPADY – DRUHOTNÉ SUROVINY** Ing. Zita Takáčová
- **ZDRUŽENIE BIOMASA ZÍSKALO 1,3 MILIÓNA EUR NA PROJEKT PODPORUJÚCI VYUŽÍVANIE BIOMASY A SOLÁRNEJ ENERGIE** Kolektív
- **SPRÁVA O POUŽÍVANÍ BIOZLOŽIEK V MOTOROVÝCH PALIVÁCH ZA ROK 2012 V ZMYSLE NARIADENIA VLÁDY SR Č. 246/2006 Z.Z.** Kolektív
- **SNAHA REZORTU HOSPODÁRSTVA PRESADIŤ ROPOVOD CEZ „BRATISLAVSKÝ MESTSKÝ KORIDOR“ JE ZÁKERNÝ ÚRADNÍCKY TRK** Kolektív
- **VYHLÁSILI 3. ROČNÍK SÚŤAŽE „MISS KOMPOST“** Kolektív
- **PRESNEJŠÍ MONITORING CHRÁNENÝCH ŽIVOČÍCHOV** Kolektív
- **ENVIROPREČINY A TRESTNÉ ČINY** Kolektív
- **NA SKLÁDKKE ODPADU V SARAJEVE OBJAVILI POZOSTATKY OBETÍ Z ČIAS VOJNY** Kolektív

**epos**

ISSN 1335-7808



66

MINIMALIZÁCIA, ZHODNOCOVANIE A ZNEŠKODŇOVANIE

efektívnejšie. Pre analýzu a návrh procesu sušenia v rýchloohrievacej peci bol vytvorený matematický model. Bola overená adekvátnosť modelu simulovanému procesu. Funkčnosť modelu bola overená simuláciami. Kalibrácia bola uskutočnená na experimentálnej rýchloohrievacej peci. Porovnaním výsledkov simulácií sa dospelo k záveru, že digitálny model je adekvátny k reálnemu procesu. Model umožňuje optimalizovať proces v etape navrhovania aj v etape prevádzky. Počas overenia technológie sušením jemnozrnných pieskov bola dosiahnutá merná spotreba zemného plynu $5.02 \text{ Nm}^3 \cdot \text{t}^{-1}$, čo predstavuje náklady na zemný plyn 1.82 € na 1 t vysušenej rudy. Oproti štandardným sušiarňam bola dosiahnutá merná spotreba o 45 % nižšia.

Pomocou kalibrovaného matematického modelu bola navrhnutá mikrofluidná pec. Tá je vhodná pre prachové a jemnozrnné materiály. Je predmetom výskumu a vývoja, bude potrebné na nej vykonať ďalšie experimenty zamerané na tepelné spracovanie odpadov s určením ich efektivity. Hydromechanická fluidizácia v mikrofluidnej peci sa javí ako prevádzkovo technicky výhodné riešenie.

Podakovanie:

„Táto práca/publikácia bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. SUSPP-0005-09“

„Táto publikácia/článok, bola vytvorená/ vytvorený realizáciou projektu Centrum excelentného výskumu získavania a spracovania zemských zdrojov – 2. etapa, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.“ (Kód ITMS: 26220120038)

Použitá literatúra

- [1] Košťál, D. Naščák, J. Mikula: *Keramický zpravodaj*, Vol. 5, No. 1, 2013.

- [2] J. Spišák, I. Košťál, J. Mikula, D. Naščák: *Waste Forum* 2012, 2012, p. 210 – 215.
- [3] J. Mikula et al.: *Acta Metallurgica Slovaca*, Vol. 15, No. 1, 2009, p. 197 – 204.
- [4] I. Kostial, J. Spisak, J. Mikula, J. Glocek, P. Nemcovsky, J. Terpak: *Advanced process manipulation of magnesia sintering*, In: *Proceedings of the 17th World Congress, The International Federation of Automatic Control*. Seoul, Korea, July 6 – 11, 2008, p. 718 – 723.
- [5] M. Zelko, D. Dorčák, M. Husarová, A. Oljář: *The proposal of new technology within the concept of „invisible mine“*, In: *14th Conference on Environment and Mineral Processing: Part 2: 3.5.6.2010, VŠB-TU, Ostrava, Czech Republic*, 2010, p. 197 – 203
- [6] I. Košťál et al.: *Tepelné spracovanie jemnozrnných odpadov zo spracovania magnezitu*, In: *Odpadové fórum 2012: 7. ročník česko – slovenského symposia*, Kouty nad Desnou, 2012.
- [7] A. Babjaková, R. Repiský, D. Dorčák: *Balance sheet optimizing model of the magnesite process modification in SMZ, a.s. Jelšava*, In: *14th Conference on Environment and Mineral Processing: Part 2 : 3. – 5.6.2010, VŠB – TU, Ostrava, Czech Republic*, 2010, p. 213 – 219.
- [8] I. Košťál, J. Terpak, J. Mikula: *Behavioural modelling of complex thermal systems*, In: *6th International Carpathian Control Conference*, Miskolc – Lillafüred, University of Miskolc, Hungary, 2005, p. 297 – 302.
- [9] B. Lyčková, P. Fečko, R. Kučerová: *Multimediální učební texty zaměřené na problematiku zpracování kalů*, *Vysoká škola baňská, Technická univerzita Ostrava*, [online]. Dostupné na <<http://homen.vsb.cz/hgf/546/Materialy/Bara/info.html>>.

Zdroj: Medzinárodná vedecká konferencia „Odpady – druhotné suroviny“ konaná 4.6. až 7.6.2013 v Liptovskom Jáne.

Simona Sobeková – Folťová, Tomáš Havlík*

MOŽNOSTI RECYKLÁCIE ĽAHKEJ FRAKCIE ZO ŠTRÉDOVANIA VYRADENÝCH VOZIDIEL

ABSTRAKT

Ľahká frakcia po štrédovaní starých vozidiel (Auto Shredder Residue – ASR) je odpadným produktom získaným po magnetickej separácii a sitovaní alebo vzduchovom triedení, pre ktorý zatiaľ neexistuje komplexný spôsob recyklácie. Tento odpad je zmesou tuhých a penových plastov, gúmy, skla, dreva, papiera, kože, koženky, textilu, piesku a kovov v nulmocnej alebo oxidickej forme. V práci sa skúmala možnosť jednoduchej koncentrácie kovových zložiek

ľahkej frakcie na báze granulometrickej separácie. Pre túto sa použila sústava sít, pomocou ktorej sa vzorka ľahkej frakcie rozšitovala na frakcie +50 mm, -50 +25 mm, -25 +15 mm, -15 + 10 mm, -10 +0 mm. Frakcia -10 mm sa ďalej rozomlela na trecom mlyne a ďalej sa rozšitovala na frakcie +0.5 mm, - 0.5 +0.315 mm, - 0.315 +0 mm. Získané frakcie sa podrobili chemickej analýze na obsah Fe, Zn, Cu, Ni a Cr a navrhol sa spôsob spracovania jednotlivých podielov ľahkej frakcie so štrédovania starých vozidiel.

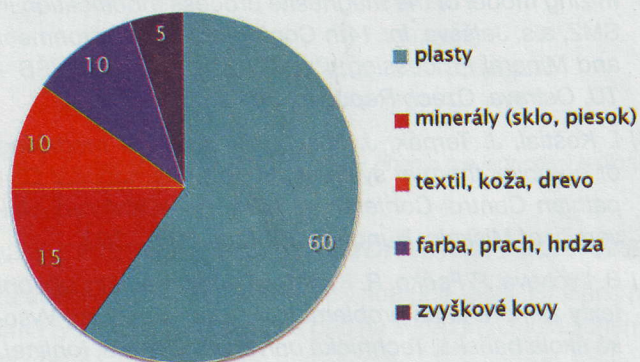
* Technická univerzita v Košiciach, Hutnícka fakulta, Katedra neželezných kovov a spracovania odpadov, 042 00 Košice, Slovensko
e – mail: s.sobekova@gmail.com

Kľúčové slová: staré vozidlo, ľahká frakcia, ASR, sitovanie, nekovový materiál, separácia

1. ÚVOD

Nekovové zložky tvoria približne štvrtinu celkovej hmotnosti osobného automobilu, čo predstavuje značné množstvo materiálu v porovnaní so zvyšujúcim sa počtom ročne vyradených vozidiel. Triezvy odhad hovorí o 10 000 tonách tohto materiálu, ktorý vzniká ročne na Slovensku, pričom sa však vo väčšine krajín a teda ani na Slovensku ďalej nespracováva a skládkuje sa.

Nariadenie vlády SR č.153/2004 Z.z. [1], (vyplývajúce so Smernice Európskeho parlamentu a Rady 2000/53/ES [2]), ktorým sa ustanovujú záväzné limity a termíny pre rozsah opätovného použitia častí starých vozidiel, zhodnocovania odpadov zo spracovania starých vozidiel a ich recyklácie určuje po roku 2006 zhodnotiť 85 % a po roku 2015 až 95 % starého vozidla. Vzhľadom na množstvá ľahkej frakcie sa teda jej spracovanie stáva čoraz páľčivejšou a strategickou úlohou.



Obr. 1: Materiálové zloženie ľahkej frakcie

Súčasnú snahu o spracovanie ľahkej frakcie so štrédovania starých vozidiel sa vzhľadom na jej charakter uberajú dvoma smermi. Obr. 1 zobrazuje priemerné materiálové zloženie ľahkej frakcie, z ktorého vyplýva, že tento materiál v sebe ukrýva tak energetický potenciál, ako aj možnosť opätovného získania kovov. Zároveň však materiálové zloženie ľahkej frakcie určuje tento odpad ako nebezpečný.

V súčasnosti sú aplikované viaceré schodné technologické postupy pre separáciu zložiek kovového a nekovového podielu spracovávaných vozidiel. Časť materiálu je takto možné premeniť na využiteľné produkty, časť energeticky zhodnotiť. Množstvo v praxi používaných technológií, ktorými by sa recyklovala ľahká frakcia, nestačí pokrývať celosvetovú produkciu spracovávaných vozidiel na konci životnosti. Spracovávanie nebezpečného odpadu s nízkym obsahom kovov je neefektívne a jednoduchšie riešenie je zneškodňovanie ľahkej frakcie. Stále platí, že environmentálne poplatky sú výhodnejšie ako investície do nových recyklačných technológií. Hybnou silou zatiaľ v tomto smere zostávajú len veľké automobilky, ktoré chcú preukázať, že vedú environmentálnu politiku a zlepšujú si svoje kredity aj v tejto oblasti. Všeobecne ale spracovávanie

starých vozidiel beží v zabehnutých koľajach a tejto komodite sa ani zďaleka nevenuje dostatočná pozornosť.

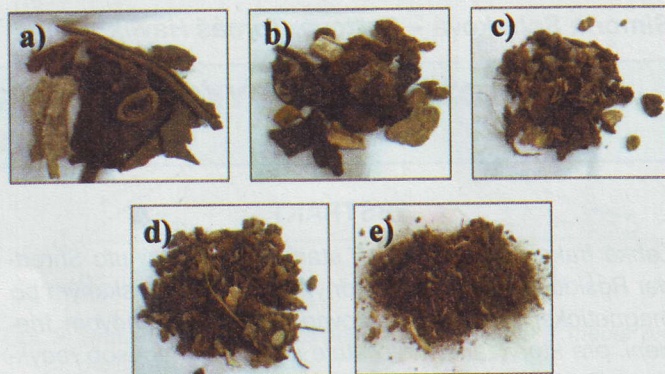
Cieľom tejto práce je poukázať na jednoduché a ekonomické riešenie pre separáciu ľahkej frakcie a jej následné efektívnejšie spracovanie cestou sofistikovanej granulometrickej separácie.

2. HYPOTÉZA

Ľahká frakcia zo štrédovania starých vozidiel je heterogénna zmes čo do zloženia aj veľkosti častíc. Obsahuje plasty, sklo a minerály, textilné vlákna, drevo, kožu, zvyšky laku, farby, oleja, čiastočky prachu, hrdze a malé množstvo kovonosného materiálu. Zloženie ľahkej frakcie je veľmi variabilné tak z hľadiska zrnitosti, ako aj z hľadiska chemického zloženia. Možno predpokladať, že jednotlivé látky nie sú v objeme rozmiestnené rovnomerne, čo vyvoláva potrebu kvantifikovať výskyt jednotlivých látok v jednotlivých zložkách. Z tohto hľadiska sa pozornosť zamerala na kovonosnú zložku ako potenciálne materiálovo recyklovateľný podiel (železo, meď, zinok, nikel, chróm, a pod.) a na zložku s vysokým energetickým potenciálom (plasty, drevo, papier, guma, a podobne). Celkové množstvo kovonosného materiálu je relatívne nízke, čo robí jeho recykláciu z celého podielu ľahkej frakcie neefektívnu – naopak, obsah kovov komplikuje energetické zhodnotenie ľahkej frakcie z environmentálneho hľadiska. Oddelením kovonosnej zložky od ostatného materiálu dôjde k jeho nakoncentrovaniu, čo zvýši šance na jeho efektívnejšiu materiálovú recykláciu a zvyšný materiál sa bude dať výhodnejšie energeticky zhodnotiť.

3. EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

K experimentom sa použila vzorka ľahkej frakcie zo štrédovania starých vozidiel (Scrapmet Slovakia, s.r.o., prevádzka Kendice), ktorá pôvodne obsahovala približne 3 % neželezných kovov. Táto sa po ochudobnení o neželezné kovy podrobila sitovaniu na sitách s veľkosťou ôk 50, 25, 15 a 10 mm. Pohľad na získané frakcie je zobrazený na obr. 2.



Obr. 2: Granulometrické frakcie a) +50 mm; b) -50 +25 mm; c) -25 +15 mm; d) -15 +10 mm; e) -10 +0 mm

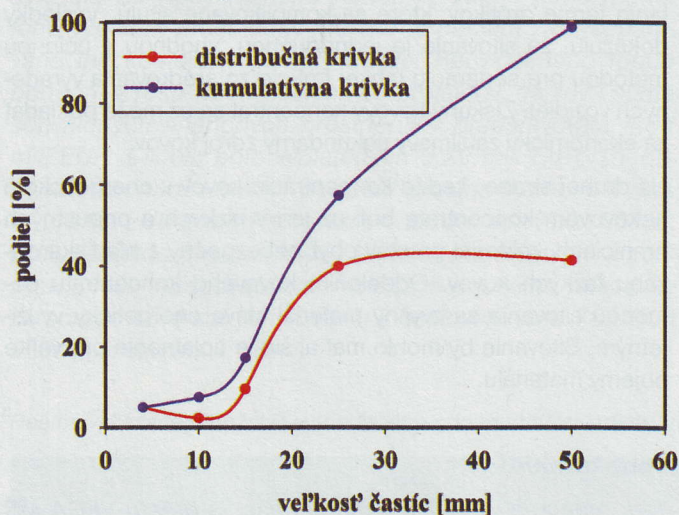
Aj z prostého pohľadu vidno, že hrubé častice sú tvorené prevažne nekovovými časťami ako plasty, drevotrieska, polyuretánova pena, guma, papier, drevo, textilné vlákna a pod. Z

každej frakcie sa odobrala vzorka na chemickú analýzu obsahu Fe, Zn, Cu, Ni, Cr, Pb a Mn. V jemnozrnejších frakciách sa objavovali aj kúsky káblov, drôtikov a kamienky (obr. 2c,d). Predpokladalo sa, že frakcia pod 10 mm by mala byť kovonosná a teda okrem prachových nečistôt by mala obsahovať aj kovy a ich zlúčeniny (obr. 2e).

Frakcia -10 +0 mm bola pomletá na laboratórnom trecom mlyne. Takto získaná vzorka sa ďalej rozštiepovala na podiely +0.5 mm, -0.5+0.315 mm a -0.315 +0 mm a vzorky týchto podielov sa podrobili chemickej analýze na obsah Fe, Zn, Cu, Ni, Cr, Pb a Mn. K chemickej analýze sa použila metóda absorpčnej atómovej spektrofotometrie na zariadení Varian Spektr AA 20+. Najjemnejšia frakcia sa podrobila rrtg difrakčnej fázovej kvalitatívnej analýze na zariadení PANanalytical Xpert Pro.

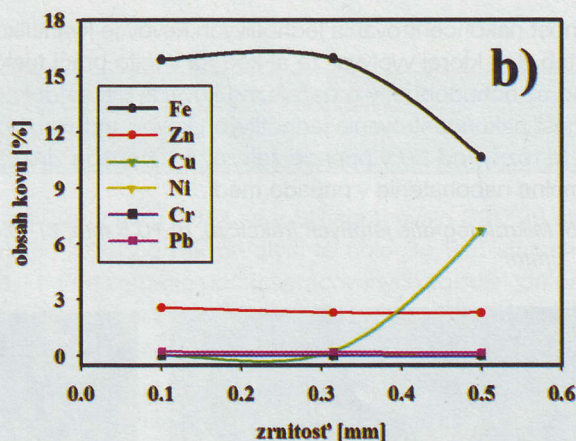
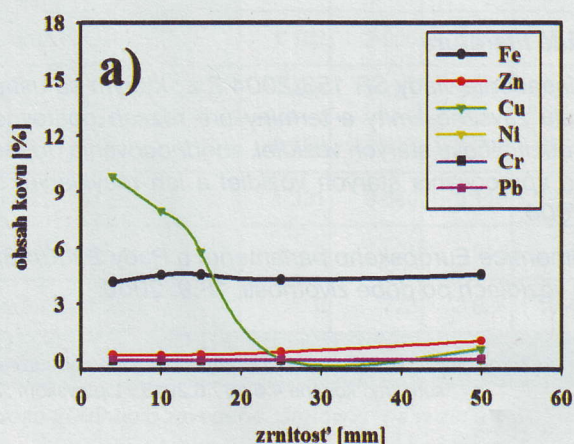
4. VÝSLEDKY A DISKUSIA

Obr. 3 zobrazuje distributívnu a kumulatívnu funkciu hmotnosti jednotlivých zrnitostných podielov, z ktorých vyplýva, že väčšina materiálu je hrubozrnná a len približne 5 % hmotnosti je skoncentrované do podielu -10 +0 mm.



Obr. 3: Krivky rozsevu ľahkej frakcie

Distribúcia jednotlivých kovov do jednotlivých frakcií je zobrazená na obr. 4.



Obr. 4: Distribúcia kovov v jednotlivých zrnitostných podieloch: a) v hrubších podieloch -50 +4 mm, b) v jemnejších podieloch -0.5 +0 mm

Z grafických závislostí distribúcie kovov v jednotlivých podieloch vyplýva, že prakticky vo všetkých prípadoch došlo k nakoncentrovaniu kovov do jemnej frakcie. Podrobnejšie výsledky sú zachytené v tab. 1.

Výrazné nakoncentrovanie kovov však nastalo až do jemných frakcií, rádovo pod 0.5 mm (tab. 2).

Tab. 1: Chemická analýza zrnitostných podielov ľahkej frakcie

Kov	Fe	Zn	Cu	Ni	Cr	Pb
+50 mm	4.17	0.29	9.84	0.007	0.003	0.06
-50+25 mm	4.54	0.28	8.01	0.005	0.004	0.05
-25+15 mm	4.56	0.31	5.81	0.004	0.003	0.04
-15+10 mm	4.28	0.44	0.071	0.007	0.003	0.05
-10+4 mm	4.56	1.05	0.62	0.006	0.05	0.09

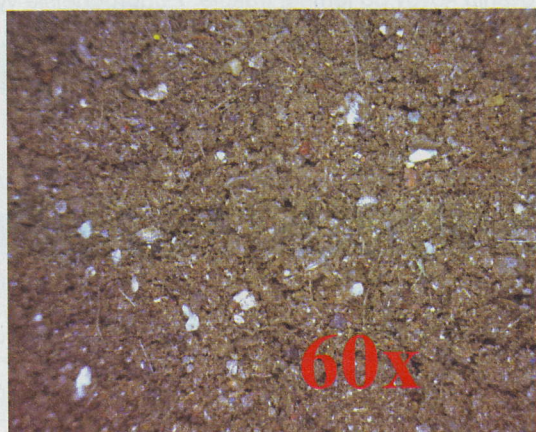
Tab. 2 Chemická analýza zrnitostných podielov jemnej frakcie

Kov	Fe	Zn	Cu	Ni	Cr	Pb
+0.5 mm	10.64	2.30	6.73	0.017	0.02	0.18
-0.5+0.315 mm	15.96	2.31	0.29	0.04	0.03	0.21
-0.315+0 mm	15.89	2.58	0.11	0.06	0.03	0.24

Dosiahnuté výsledky potvrdili hypotézu o tom, že je možné nakoncentrovať kovovosnú časť ľahkej frakcie zo šredrovania starých vozidiel do jemných podielov. Trochu mimo očakávania sa správala meď, ktorá sa skôr koncentrovala do relatívne hrubších podielov. Dôvod je vo forme jej prítomnosti, ako dokazuje obr. 5, z ktorého vyplýva, že meď je prítomná vo forme jemných drôtikov. Samozrejme, meď ako húževnatý kov odoláva procesom zdobňovania a forma drôťku neumožňuje jej oddelenie sitovou analýzou.

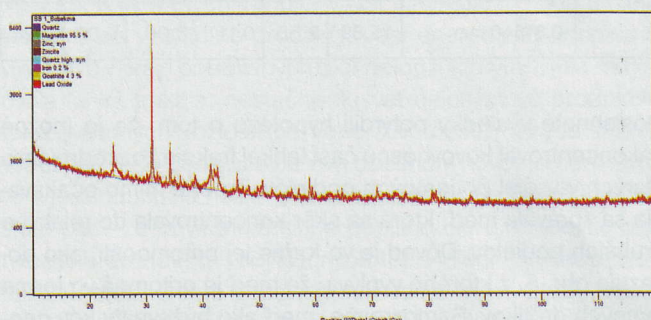
Účinnosť nakoncentrovania jednotlivých kovov je kvantifikovaná v tab 3, z ktorej vyplýva, že aj keď sa v tejto práci testoval odpad už ochudobnený o neželezné kovy, aj tak sa dokázala možnosť nakoncentrovania jednotlivých kovov. Index nabohatenia je rôzny, od 30 v prípade železa, 5 v prípade zinku, po minimálne nabohatenie v prípade medi.

Obr. 5: Mikrofotografie jemných frakcií: a), b) +0.5 mm; c) - 0.315 mm



Tab. 3: Nabohatenie jemnej frakcie kovmi

	Fe	Zn	Cu	Ni	Cr	Pb
+0.5 mm	3.82%	0.47%	1.8%	0.01%	0.01%	0.06%
-0.5 +0 mm	14.16%	2.4%	2.38%	0.04%	0.03%	0.21%
nabohatenie	30	5	0.3	4	3	3.5



Obr. 6: Difraktogram jemného podielu

Pomerne otáznou je forma prítomnosti kovov v nabohatenom koncentráte, resp. jeho materiálové zloženie. Z tohto dôvodu sa najjemnejšia frakcia (-0.315 +0 mm, obr. 5c) podrobila rtg difrakčnej fázovej kvalitatívnej analýze, ktorej výsledky sú zobrazené na obr. 6. Z analýzy vyplýva, že vo vzorke sa nachádza SiO_2 (čo je vlastne sklo), kovový zinok a ZnO (pôvodom z pozinkovaných materiálov ako karosérie, konštrukcie bielej techniky a pod.), železo v podobe oxidov (pravdepodobne z hrdze) a PbO .

5. ZÁVER

V tejto práci sa zisťovala a experimentálne overila možnosť nakoncentrovania kovov do kovového koncentrátu jednoduchým presitovaním. Ukázalo sa, že dôkladné odsitovanie do frakcií rádo pod 0.5 mm túto možnosť poskytuje. Kovy sa koncentrovali v jemnozrnnom podiele 3 až 30-násobne s výnimkou medi. Meď sa vyskytovala vo forme drôtikov, ktoré sa komplikovane situjú. Výsledky dokazujú, že sitovanie je jednoduchou, vhodnou a účinnou metódou pre separáciu ľahkej frakcie zo šredrovania vyradených vozidiel. Získaný kovový koncentrát sa už môže pokladať za ekonomicky zaujímavý sekundárny zdroj kovov.

Na druhej strane, keďže koncentrácie kovov v energetickom nekovovom koncentráte boli už len v nízkych a prípustných hraniciach, materiál prestáva byť nebezpečný z hľadiska obsahu ťažkých kovov. Oddelením kovového koncentrátu pomocou sitovania sa zvyšný materiál stáva energeticky využiteľným. Sitovanie by mohlo mať aj širšie uplatnenie pre veľké objemy materiálu.

Podakovanie

Táto práca sa vykonala v rámci riešenia grantu VEGA MŠ SR 1/0293/14 a za jeho finančnej podpory. Táto publikácia bola vytvorená realizáciou projektu Univerzitný vedecký park TECHNICOM pre inovačné aplikácie s podporou znalostných technológií financovaného zo štrukturálnych fondov Európskej únie. (Kód ITMS: 26220220182)

Použitá literatúra

- [1] Nariadenie vlády SR 153/2004 Z.z., ktorým sa ustanovujú záväzné limity a termíny pre rozsah opätovného použitia častí starých vozidiel, zhodnocovania odpadov zo spracovania starých vozidiel a ich recyklácie, 3.3. 2004.
- [2] Smernice Európskeho parlamentu a Rady 2000/53/ES o vozidlách po dobe životnosti, 18.9. 2000.

Zdroj: Medzinárodná vedecká konferencia „Odpady – druhotné suroviny“ konaná 4.6 až 7.6.2013 v Liptovskom Jáne.