

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

1. MINIMALIZÁCIA, ZHODNOCOVANIE A ZNEŠKODŇOVANIE

- **FAKTORY MOTIVÁCIE OBČANOV SLOVENSKA KU TRIEDENIU KOMUNÁLNEHO ODPADU**
Michal Stričík, Monika Bačová, Monika Čonková
- **SUPERZLIATINY A ICH RECYKLÁCIA** *Alexandra Kollová, Jarmila Trpčevská*
- **SPRAVODLIVÉ ODPADY: ANALÝZA VPLYVOV ZAVEDENIA MNOŽSTVOVÉHO ZBERU NA SLOVENSKU (NETECHNICKÉ ZHRNUTIE)** *Stella Slučiaková*
- **Z KOMUNÁLNEHO ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA** *Kolektív*
- **JESENNÉ UPRATOVANIE V SLOVENSKÝCH MESTÁCH A OBCIACH** *Kolektív*
- **NAVRHOVANÉ OPATRENIA V RÁMCI BOJA S PLASTOVÝM ODPADOM** *Kolektív*
- **VLÁDA VYČLENÍ 50 MILIÓNOV ROČNE NA FINANCOVANIE VÝSTAVBY A REKONŠTRUKCIE VODOVODOV A KANALIZÁCIÍ** *Kolektív*
- **ENVIROREZORT FINANČNE PODPORÍ ZHODNOCOVANIE ROZLOŽITEĽNÉHO ODPADU A ENVIROFOND OCHRANU BIODIVERZITY** *Kolektív*

2. PREDPISY, DOKUMENTY, KOMENTÁRE

- **ZVYŠOVANIE POPLATKOV ZA VÝVOZ A LIKVIDÁCIU ODPADU V SLOVENSKÝCH MESTÁCH** *Kolektív*
- **ELEKTRICKÝ POHON DOSTÁVA POSTUPNE ZELENÚ: POROVNANIE FINANČNÝCH NÁKLADOV NÁKUPU A PREVÁDZKY ELEKTROMOBILOV S AUTAMI NA KONVENČNÝ POHON** *Martin Haluš, Marek Engel*
- **VYHLÁŠKA MINISTERSTVA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SLOVENSKEJ REPUBLIKY Č. 347/2019 Z.Z. ZO 14. OKTÓBRA 2019, KTOROU SA VYKONÁVAJÚ NIEKOTRÉ USTANOVENIA ZÁKONA O ZÁLOHOVANÍ JEDNORAZOVÝCH OBALOV NA NÁPOJE**
- **RECYKLOVANÉ HLINÍKOVÉ PLECHOVKY AKO EKOLOGICKEJŠIA ALTERNATÍVA ZA PET Fľaše** *Kolektív*
- **EKOLOGICKÉ VYKUROVANIE DOMÁCNOSTÍ MÔŽE VÝRAZNE ZNÍŽIť ZNEČIŠŤOVANIE OVZDUŠIA** *Kolektív*
- **PROJEKT XPRESS UČAŇČÍ ZAVÁDZANIE OBNOVITEĽNÝCH ZDROJOV ENERGIE NA SLOVENSKU** *Kolektív*
- **ŠTRNÁSTY OKTÓBER - MEDZINÁRODNÝ DEŇ ELEKTROODPADU** *Kolektív*
- **VÝVOJ V KAUCHE VASSAL EKO - NELEGÁLNA SKLÁDKA ODPADU V PODUNAJSKÝCH BISKUPICIACH** *Kolektív*

3. SPEKTRUM

- **GENETICKÉ ZNEČISTENIE - NOVÁ HROZBA PRE ŽIVOTNÉ PROSTREDIE A ZDRAVIE ĽUDÍ?**
Doc. RNDr. Peter Pristaš, CSc., RNDr. Jana Kisková, PhD., RNDr. Lenka Maliničová, PhD., Bc. Adam Juhás, Bc. Soňa Galušková, Prof. RNDr. Jana Sedláková - Kaduková, PhD.,
- **LAUREÁTOM SÚŤAŽE ENVIROMESTO 2019 SA STAL KEŽMAROK** *Kolektív*
- **ENVIRO SÚŤAŽE, AKCIE A PROJEKTY PRE DETI A MLÁDEŽ** *Kolektív*
- **ROZVOJ BICKESHARINGU A E-MOTOSHARINGU** *Kolektív*
- **BARABÁŠOV TIEN JAGUÁRA ZBIERA CENY NA EKOLOGICKY ZAMERANÝCH FILMOVÝCH FESTIVALOCH** *Kolektív*
- **KARPATSKÉ BUKOVÉ PRALESY DOSTALI JASNÉ A REÁLNE HRANICE** *Kolektív*
- **ZAÚJÍMAVOSTI ZO ZAHRANIČIA** *Kolektív*



epos

ISSN 1335-7806



9 771335 780004

40

1. MINIMALIZÁCIA, ZHODNOCOVANIE A ZNEŠKODŇOVANIE

| | |
|---|----|
| • FAKTORY MOTIVÁCIE OBČANOV SLOVENSKA KU TRIEDENIU KOMUNÁLNEHO ODPADU | 5 |
| <i>Michal Stričík, Monika Bačová, Monika Čonková</i> | |
| • SUPERZLIATINY A ICH RECYKLÁCIA | 13 |
| <i>Alexandra Kollová, Jarmila Trpčevská</i> | |
| • SPRAVODLIVÉ ODPADY: ANALÝZA VPLYVOV ZAVEDENIA MNOŽSTVOVÉHO ZBERU NA SLOVENSKU (NETECHNICKÉ ZHRNUTIE) | 17 |
| <i>Stella Slučiaková</i> | |
| • Z KOMUNÁLNEHO ODPADOVÉHO HOSPODÁRSTVA | 19 |
| <i>Kolektív</i> | |
| • JESENNÉ UPRATOVANIE V SLOVENSKÝCH MESTÁCH A OBCIACH | 21 |
| <i>Kolektív</i> | |
| • NAVRHOVANÉ OPATRENIA V RÁMCI BOJA S PLASTOVÝM ODPADOM | 23 |
| <i>Kolektív</i> | |
| • VLÁDA VYČLENÍ 50 MILIÓNOV ROČNE NA FINANCOVANIE VÝSTAVBY A REKONŠTRUKCIE VODOVODOV A KANALIZÁCIÍ | 24 |
| <i>Kolektív</i> | |
| • ENVIROREZORT FINANČNE PODPORÍ ZHODNOCOVANIE ROZLOŽITELNÉHO ODPADU A ENVIROFOND OCHRANU BIODIVERZITY | 25 |
| <i>Kolektív</i> | |

2. PREDPISY, DOKUMENTY, KOMENTÁRE

| | |
|---|----|
| • ZVYŠOVANIE POPLATKOV ZA VÝVOZ A LIKVIDÁCIU ODPADU V SLOVENSKÝCH MESTÁCH | 26 |
| <i>Kolektív</i> | |
| • ELEKTRICKÝ POHON DOSTÁVA POSTUPNE ZELENÚ: POROVNANIE FINANČNÝCH NÁKLADOV NÁKUPU A PREVÁDZKY ELEKTROMOBILOV S AUTAMI NA KONVENČNÝ POHON | 28 |
| <i>Martin Haluš, Marek Engel</i> | |
| • VYHLÁŠKA MINISTERSTVA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA SLOVENSKEJ REPUBLIKY Č. 347/2019 Z.Z. ZO 14. OKTÓBRA 2019, KTOROU SA VYKONÁVAJÚ NIEKTORÉ USTANOVENIA ZÁKONA O ZÁLOHOVANÍ JEDNORAZOVÝCH OBALOV NA NÁPOJE | 32 |
| <i>Kolektív</i> | |
| • RECYKLOVANÉ HLINÍKOVÉ PLECHOVKY AKO EKOLOGICKEJŠIA ALTERNATÍVA ZA PET FLAŠE | 33 |
| <i>Kolektív</i> | |
| • EKOLOGICKÉ VYKUROVANIE DOMÁCNOSTÍ MÔŽE VÝRAZNE ZNÍŽIŤ ZNEČIŠŤOVANIE OVZDUŠIA | 34 |
| <i>Kolektív</i> | |
| • PROJEKT XPRESS ULAHČÍ ZAVÁDZANIE OBNOVITELNÝCH ZDROJOV ENERGIE NA SLOVENSKU | 35 |
| <i>Kolektív</i> | |
| • ŠTRNÁSTY OKTÓBER – MEDZINÁRODNÝ DEŇ ELEKTROODPADU | 35 |
| <i>Kolektív</i> | |
| • VÝVOJ V KAUZE VASSAL EKO – NELEGÁLNA SKLÁDKA ODPADU V PODUNAJSKÝCH BISKUPICIACH | 36 |
| <i>Kolektív</i> | |

3. SPEKTRUM

| | |
|--|----|
| • GENETICKÉ ZNEČISTENIE – NOVÁ HROZBA PRE ŽIVOTNÉ PROSTREDIE A ZDRAVIE ĽUDÍ? | 37 |
| <i>Doc. RNDr. Peter Pristaš, CSc., RNDr. Jana Kisková, PhD., RNDr. Lenka Maliničová, PhD., Bc. Adam Juhás, Bc. Soňa Galušková, Prof. RNDr. Jana Sedláková-Kaduková, PhD.</i> | |
| • LAUREÁTOM SÚŤAŽE ENVIROMESTO 2019 SA STAL KEŽMAROK | 41 |
| <i>Kolektív</i> | |
| • ENVIRO SÚŤAŽE, AKCIE A PROJEKTY PRE DETI A MLÁDEŽ | 42 |
| <i>Kolektív</i> | |
| • ROZVOJ BICKESHARINGU A E-MOTOSHARINGU | 44 |
| <i>Kolektív</i> | |
| • BARABÁŠOV TIEŇ JAGUÁRA ZBIERA CENY NA EKOLOGICKY ZAMERANÝCH FILMOVÝCH FESTIVALOCH | 46 |
| <i>Kolektív</i> | |
| • KARPATSKÉ BUKOVÉ PRALESY DOSTALI JASNÉ A REÁLNE HRANICE | 46 |
| <i>Kolektív</i> | |
| • ZAÚJÍMAVOSTI ZO ZAHRANIČIA | 47 |
| <i>Kolektív</i> | |

Alexandra Kollová, Jarmila Trpčevská

SUPERZLIATINY A ICH RECYKLÁCIA

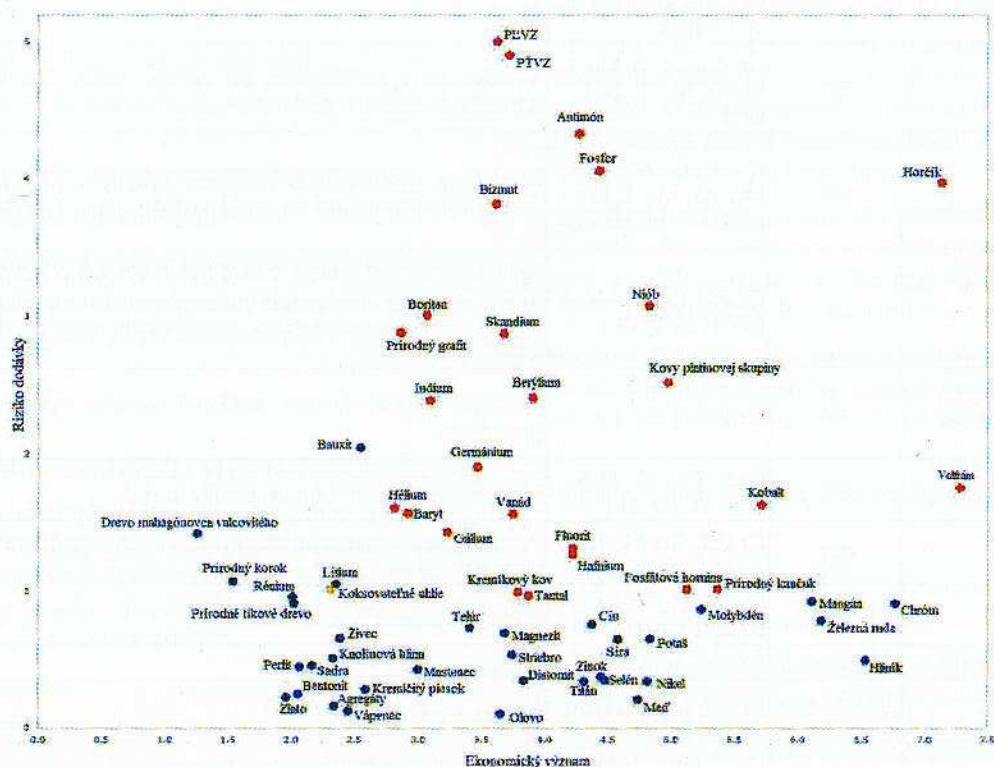
ÚVOD

Superzliatiny predstavujú skupinu komplexne legovaných vyztužiteľných zliatin so všestranným využitím [1]. Vyznačujú sa vysokou pevnosťou a vynikajúcou stabilitou povrchu aj pri zvýšených teplotách nad 650 °C [1]. Vďaka týmto vlastnostiam sú vhodné na výrobu vysokoteplotných zariadení, ako sú napr. letecké turbínové motory či spaľovacie turbíny [2].

Účinnosť takýchto zariadení rastie so zvyšujúcou sa teplotou spaľovania a súčasne aj prevádzkového tlaku [3]. Okrem

energetiky a leteckého priemyslu nachádzajú využitie aj v odvetviach, ako medicína, chemický, petrochemický a automobilový priemysel [4][5][6]. Oblasť použitia, ako aj vlastnosti superzliatin závisia od chemického zloženia. Tieto zliatiny obsahujú aj prvky, ktorých cena je vysoká a patria do Zoznamu kritických surovín pre Európsku úniu [7]. To je jeden z hlavných dôvodov, prečo je recyklácia superzliatin dôležitá.

Postavenie kritických surovín (znázornených červenou farbou) ako grafickú závislosť rizika dodávky od ekonomického významu zobrazuje obr. 1.



Obr. 1: Grafická závislost rizika dodávky od ekonomického významu [7]

Celková produkcia superzliatin v roku 2008 bola približne 55 000 ton [8]. Hodnota globálneho trhu so superzliatinami v roku 2016 bola odhadnutá na 3731 miliónov EUR a v roku 2023 pravdepodobne dosiahne hodnotu 6889 miliónov EUR [4]. Superzliatiny patria k drahším materiálom, ich cena sa pohybuje v rozmedzí 17 – 25,5 EUR/kg [9].

1. CHARAKTERIZÁCIA SUPERZLIATIN

Termín „superzliatina“ sa začal používať krátko po druhej svetovej vojne na opis skupiny zliatin určených na použitie v turbodúchadlách a leteckých turbínových motoroch, kde sa vyžadoval vysoký výkon pri zvýšených teplotách [2]. Okrem toho sa hodia aj ako konštrukčné materiály pre najvyššie tepelno-pevnostné podmienky [1].

Základ superzliatin tvoria prvky VIII.B skupiny [2]. Superzliatiny väčšinou pozostávajú z rôznych kombinácií chrómu, kobaltu, železa a niklu s prídavkom menšieho množstva hliníka, molybdénu, nióbu, tantalu, titánu a volfrámu [2].

2. ROZDELENIE SUPERZLIATIN

Superzliatiny sa rozdeľujú podľa hlavného prvku na 3 základné skupiny:

- superzliatiny na báze niklu,
- superzliatiny na báze kobaltu,
- superzliatiny na báze železa [2].

3. SUPERZLIATINY NA BÁZE NIKLU

Niklové superzliatiny sú spomedzi uvedených druhov najpoužívanejšie [4]. Pre mnohých metalurgov sú najzaujímavejšie zo všetkých superzliatin [10]. V tab. 1 sú uvedené obchodné názvy, chemické zloženie a použitie vybraných superzliatin na báze niklu.

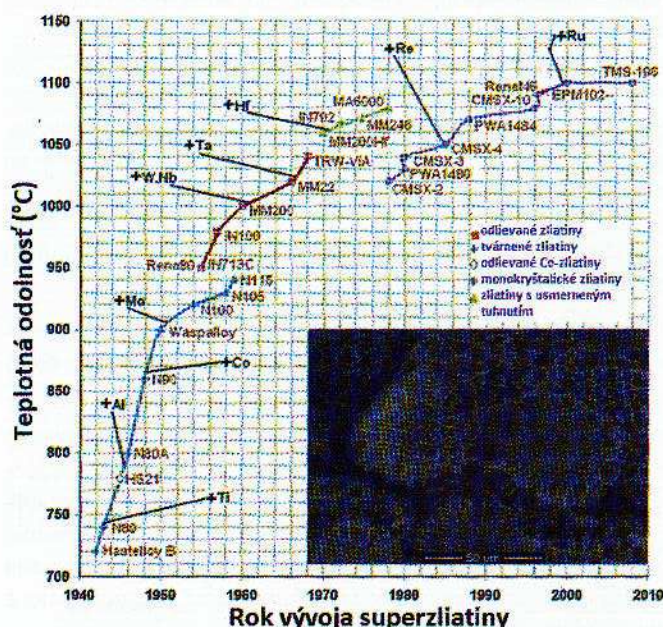
Zvyčajné zloženie niklových superzliatin je nasledovné: 10 – 20 % Cr, do 8 % Al a Ti, 5 – 10 % Co a malé množstvo B, Zr a C [6]. Hlavné legujúce prísady v niklových superzliatinách sú teda chróm, hliník, titán, kobalt, molybdén a volfrám.

Tab. 1: Vybrané superzliatiny, ich zloženie a hlavné použitie [2]

| Názov superzliatiny | Podiel niklu (hm. %) | Podiel ostatných prvkov (hm. %) | Použitie |
|---|----------------------|--|--|
| Astroloy (prášok) | 55 | Cr 15, Co 17, Mo 5, Al 4, Ti 4, Zr 4 | Vysokotlakové turbínové disky a držiaky lopatiek. |
| CMSX2-10 (monokryštalové zliatiny) | 67 | Cr 8, Co 5, Mo 1, Al 6, Ti 1, W 8, Ta 6 | Lopatky turbín. |
| FT750DC | 67 | Cr 20, Al 2, Ti 2, W 4, B stopové množstvo | Odolné voči tečeniu, aplikácie elektrární. |
| Inconel 718 | 53 | Cr 19, Co 1, Mo 3, Ti 1, Nb 4 | Prúdové motory, plynové turbíny. |
| Hastelloy G-50 | 50 | Cr 20, Co 3, Cu 1, Mo 9, Mn 1, Si 1, W 1 | Používa sa v aplikáciách pri výrobe oleja. Odoláva prirodzenej korózii pôsobením kyslého plynu. |
| Hastelloy S | 62 | Cr 16, Co 2, Mo 15, Mn 1, W stopové množstvo | Rozšírené využitie ako tesniace krúžky v plynových turbínach. Jeho nízky koeficient tepelnej rozťažnosti je tiež dôležitý. |
| Hastelloy X | 47 | Cr 22, Co 2, Mo 9, Mn 1, Si 1, W 1 | Aplikácie: v peci (valce, zásobníky), výfukové potrubie tryskového motora, komponenty dodatočných spalín, lopatky turbín, lopatky trysiek, kabíny ohrievačov, spaľovacie komory plynových turbín a potrubia. |
| Inconel MA758 (posilnená oxidová disperzia) | 77 | Cr 20, Y ₂ O ₃ 1 | Používa sa na mnoho aplikácií vysoko výkonných tepelných procesov. |
| Mar-M200 | 60 | Cr 9, Co 10, Al 5, Ti 2, W 12, Nb 1 | Monokryštalové turbínové profily krídel. |
| Waspaloy | 58 | Cr 20, Co 14, Mo 4, Al 1, Ti 3 | Používa sa pri mnohých komponentoch rotačných a neotáčavých turbínových motoroch. |
| Udimet 500 | 54 | Cr 18, Co 19, Mo 4, Al 3, Ti 3 | Lopatky turbín. |
| Nimonic 80 | 76 | Cr 20, Al 1, Ti 2 | Lopatky turbín. |
| Rene 41 | 55 | Cr 19, Co 11, Mo 10, Al 2, Ti 3 | Prúdové motory. |
| TMS 63 | 71 | Cr 7, Mo 7, Al 6, Ta 8 | Monokryštalové lopatky turbín. |

Vývoj superzliatin trval niekoľko rokov, pokiaľ sa získali materiály s vlastnosťami dnešných superzliatin [11].

Teplotná odolnosť rôznych superzliatin v závislosti od ich časového vývoja v období 1940 až 2010 je znázornená na obr. 2.



Obr. 2: Grafická závislosť teplotnej odolnosti od roku vývoja superzliatin [11]

Niklové superzliatiny sa podľa použitia rozdeľujú do dvoch veľkých skupín, a to na:

- antikorózne niklové superzliatiny,
- žiaruvzdorné a žiarupevné superzliatiny niklu [12].

Antikorózne niklové superzliatiny sa využívajú, keď iné materiály:

- *nevyhovujú svojimi mechanickými vlastnosťami,*
- *majú mimoriadne vysokú cenu,*
- *nemajú dostatočne vysokú odolnosť voči korózii [1].*

Žiaruvzdorné a žiarupevné superzliatiny často nahrádzajú žiarupevné ocele. Používajú sa pri teplotách nad 750 °C [1].

4. RECYKLÁCIA SUPERZLIATIN NA BÁZE NIKLU

Superzliatiny sú charakteristické komplexom chemických a fyzikálnych vlastností, preto je ich recyklácia zložitá. Používa sa niekoľko unikátnych recyklačných procesov, avšak o danej problematike nie je veľa informácií. Vo všeobecnosti možno recyklačné procesy možno rozdeliť na:

- *pyrometalurgické,*
- *hydrometalurgické,*
- *kombinované pyro a hydrometalurgické [11][13].*

Moderné superzliatiny niklu obsahujú 3 až 6 % vzácnych prvkov ako rénium a ruténium [11]. Cena rénia ku dňu 19. 9. 2019 bola 2575,20 EUR/kg a ruténia 230,89 EUR/OZ [14]. Napriek relatívne nízkemu hmotnostnému podielu majú tieto dva kovy najvyšší podiel na cene [13].

Pred samotnou recykláciou je vhodné najprv určiť chemické zloženie superzliatiny, napr. pomocou XRF spektrometra. Následne by sa šrot (odpad zo superzliatin) mal roztriediť na základe chemického zloženia zvlášť s ohľadom na obsah rénia. Šrot bez obsahu rénia (staršie superzliatiny) je vhodnejšie spracovať pyrometalurgickými metódami, avšak superzliatiny s obsahom rénia 3 – 6 hm. % (modernejšie superzliatiny) sa oplatí recyklovať hydrometalurgicky [15].

V súčasnosti je najpoužívanejším prístupom pretavenie kovových zložiek s prímiešaním primárných surovín. Medzi pyrometalurgické postupy patrí napr. pretavenie šrotu v elektrickej oblúkovej peci s nasledovnou vákuovou rafináciou vzniknutého ingotu.

Týmto postupom sa získali ingoty s 93 % obsahom nezoxido-
vaných kovov . Pre minimalizáciu straty odparovaním bol pou-
žitý vápenec a fluorit [11].

Výhodami pyrometalurgických postupov sú:

- jednoduchšia operácia,
- získaný produkt s dobrými mechanickými vlastnosťami [11].

Nevýhodami pyrometalurgických postupov sú:

- *strata prvkov do trosky/odparením,*
- *vysoká spotreba energie [11].*

Hydrometalurgické procesy sa zatiaľ študujú v laboratórnom rozsahu. Ich cieľom je získať zlúčeniny a/alebo čisté kovy.

Štúdané bolo napr. dvojstupňové lúhovanie niklu a rénia z niklovej superzliatiny PWA 1484 roztokmi HCl. Tavením s Al-granulátom sa získala tavenina, ktorá sa ochladila vzduchom a po stuhnutí sa zliatina rozdrobila. Nikel tvorí s hliníkom intermetalické fázy, ktoré sú ľahko drvitelné.

Prvý stupeň lúhovania prebiehal v elektrochemickom článku, ktorý bol aniónovou výmennou membránou rozdelený na katódové a anódové oddelenie. Do roztoku sa dostali kovy ako Ni, Co, Cr a Al, pričom Re ostalo v tuhom zvršku.

V sklenenom lúhovacom reaktore prebiehal druhý stupeň lúhovania, pričom sa elektricky vygenerovaný chlór z prvého lúhovania použil ako oxidovadlo. Zo zvyšku sa lúhovalo Re [11] [13].

Výhodami hydrometalurgických postupov sú:

- selektivita,
- produkt visokej čistoty,
- menšia spotreba energie [11].

Nevýhodami hydrometalurgických postupov sú:

- požiadavka lúhovacích činidiel,
- korozívne prostredie – odolnejšie zariadenia,
- náročná separácia fáz [11].

Ťažkosti premeniť všetky kovové zložky zo superzliatinového šrotu na konečný produkt s pridanou hodnotou hydrometalurgickou cestou podnietili niekoľko výskumov na skúmanie kombinovaných pyro-hydrometalurgických postupov. Ich cieľom je umožniť lúhovanie kovových zložiek, prípadne zväčšiť povrchovú plochu [11].

Patentovaný bol napr. proces, ktorého prvým krokom bol vysokoteplotný rozklad v tavenine soli obsahujúcej 60 – 95 hm. % NaOH, 5 – 40 hm. % Na_2SO_4 a prídavné oxidujúce činidlo (NaNO_3 alebo $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$). Proces prebieha v rotačnej peci, do taveniny sa vháňa kyslíkom obohatený vzduch.

Druhým krokom je ochladenie taveniny, drvenie a mletie. Materiál sa následne lúhuje za použitia vody ako lúhovacieho činidla. Rozpustia sa prvky šiestej a siedmej skupiny.

Vzniknutá kašovitá zmes sa ďalej prefiltruje, aby sa oddelili nerozpustné kovy ako Fe, Ni, Co, Cr a Mn od výluhu. Na nerozpustný zvyšok sa aplikuje magnetická separácia a filtrát postupuje na iónovú výmenu. Získa sa roztok s obsahom Re a Ta [16][17].

Výhodami kombinovaných pyro-hydrometalurgických postupov sú:

- *drobivý kamienok,*
- *efektívnosť lúhovania,*
- *produkt vysokej čistoty [11].*

Nevýhodami kombinovaných pyro-hydrometalurgických postupov sú:

- *vysoká spotreba energie,*
- *strata prvkov,*
- *požiadavka vysokého pH a teploty [11].*

4.1 SPOLOČNOSTI RECYKLÚJÚCE ŠROT ZO SUPERZLIATIN

Ako príklady spoločností recyklujúcich superzliatinový šrot možno uviesť:

- *GREYSTONE ALLOYS, Houston, USA*

Táto spoločnosť recykluje šrot z týchto kovov a zliatin: Inconel 625, Inconel 718, Hastelloy C, sprejové prášky, tantalový šrot, šrot zo superzliatin Haynes, molybdénový šrot, šrot z Monelov, šrot z oceľového náradia, zirkónový šrot [18].

- *Monico Alloys, Rancho Dominguez (blízko Los Angeles), USA*

Okrem vysokočistých kovov ponúka recykláciu a predaj recyklovaného šrotu zo superzliatin, napr. Hastelloy, Haynes, Inconel, Monel, Rene, Waspaloy [19].

- *Umicore (celosvetové zastúpenie v rafinériách v Belgicku, USA, Filipínach a Číne)*

Poskytuje environmentálne zodpovedné a komerčne atraktívne metódy recyklácie šrotu a zvyškov obsahujúcich kobalt, nikel - rénium a tantal. Okrem iných druhov kovových odpadov sa tu recykluje superzliatinový šrot z leteckého priemyslu [20].

- *United Alloys And Metals; Los Angeles, Kalifornia a Columbus, Ohio*

Je jedným z popredných svetových spracovateľov titanového šrotu a superzliatinového šrotu. Ako divízia rodiny Cronimet je UAM súčasťou jednej z najväčších svetových spoločností na recykláciu kovov [21].

ZÁVER

Superzliatiny sa podľa hlavného prvku rozdeľujú na superzliatiny na báze niklu, kobaltu a železa. Niklové superzliatiny sú z uvedených skupín najpoužívanejšie. Okrem niklu tieto zliatiny obsahujú rôzne legúry, najmä chróm, kobalt, hliník, titán, volfrám, niób a molybdén. Moderné superzliatiny sa vyznačujú 3 – 6 %-ným obsahom ruténia a rénia.

Odpad zo superzliatin teda predstavuje komplexný zdroj rôznych prvkov. V praxi sa na recykláciu superzliatinového šrotu v súčasnosti aplikujú pyrometalurgické spôsoby.

Hydrometalurgické a kombinované pyro-hydrometalurgické metódy sa zatiaľ študujú v laboratórnom meradle. V budúcnosti by mohli mať potenciál z hľadiska získavania jednotlivých prvkov, resp. ich zlúčenín, avšak potrebujú rozšírenie na dosiahnutie cenovej efektívnosti v priemyselnom rozsahu a účinnosť rozpustenia kovov musí dosiahnuť technologicky a ekonomicky prípustnú úroveň.

Podakovanie:

Táto práca vznikla v rámci riešenia grantu VEGA MŠ SR 1/0442/17 a za jeho finančnej podpory.

Literatúra:

- [1] TRPČEVSKÁ, Jarmila. Rafinácia a príprava zliatin. Košice: TU, 2017.
- [2] GOONAN, T. G. Nickel Recycling in the United States in 2004 [online]. U.S. GEOLOGICAL SURVEY CIRCULAR 1196-Z, 20. 4. 2009, Version 1.1, 21-22 [cit. 2018-11-6]. Dostupné z: https://pubs.usgs.gov/circ/circ1196-Z/pdf/circ1196-Z_v1-1.pdf
- [3] CHACHALÁK, Michal. Fyzika kovov I. Bratislava: Alfa, 1980. ISBN 63 - 700 - 80.
- [4] Superalloys Market by Base Material (Nickel-Based, Iron-Based, and Cobalt-Base) and Application (Aerospace, Industrial Gas Turbine, Automotive, Oil & Gas, Industrial, and Others) - Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2017-2023: Superalloys Market Overview. www.alliedmarketresearch.com [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.alliedmarketresearch.com/superalloys-market>
- [5] Superzliatiny na báze niklu. Matnet.sav [online]. [cit. 2018-10-21]. Dostupné z: <http://www.matnet.sav.sk/index.php?ID=1104>
- [6] SUPERALLOYS. www.slideshare.net [online]. [cit. 2018-12-08]. Dostupné z: <https://www.slideshare.net/N.Prakasan/superalloys-22683088>

- [7] Third list of critical raw materials for the EU of 2017. In: Europa.eu [online]. [cit. 2019-12-16]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/specific-interest/critical_en
- [8] SUPERALLOYS, THE MOST SUCCESSFUL ALLOY SYSTEM OF MODERN TIMES - PAST, PRESENT AND FUTURE [online]. TMS, 2010 [cit. 2018-12-01]. Dostupné z: https://www.tms.org/superalloys/10.7449/2010/Superalloys_2010_13_50.pdf
- [9] Superzliatiny na báze niklu: Vlastnosti. Matnet.sav [online]. [cit. 2018-10-21]. Dostupné z: <http://www.matnet.sav.sk/data/files/1019.pdf>
- [10] AKCA, Enes a Ali GURSEL. A Review on Superalloys and IN718 Nickel-Based INCONEL Superalloy. PERIODICALS OF ENGINEERING AND NATURAL SCIENCES [online]. 2015, 3(No. 1) [cit. 2019-05-02]. DOI: 10.21533/pen.v3i1.43. ISSN 2303-4521. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/296013959_A_Review_on_Superalloys_and_IN718_Nickel-Based_INCONEL_Superalloy
- [11] SRIVASTAVA, Rajiv Ranjan, Min-seuk KIM, Jae-chun LEE, Manis Kumar JHA a Byung-Su KIM. Resource recycling of superalloys and hydrometallurgical challenges [online]. Springer Science+Business Media New York, 2014, 22 April 2014 [cit. 2019-03-26]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/profile/Manis_Jha/publication/262572757_Resource_recycling_of_superalloys_and_hydrometallurgical_challenges/links/598ee149a6fdcc10d8ff43ec/Resource-recycling-of-superalloys-and-hydrometallurgical-challenges.pdf
- [12] Vysokopevné a vysokolegované oceli, superslitiny. Ústav materiálového inžinýrství: Fakulta strojní [online]. [cit. 2018-10-21]. Dostupné z: http://umi.fs.cvut.cz/wp-content/uploads/2014/10/01_pm_vyskopevne_a_vysokolegovane_oceli_a_slitiny_ni_a_co.pdf
- [13] KIM, Min-Seuk, Jae-Chun LEE, Hyun-Sik PARK a Byung-Su KIM. A multistep leaching of nickel-based superalloy scrap for selective dissolution of its constituent metals in hydrochloric acid solutions. ELSEVIER: Hydrometallurgy [online]. 05 February 2018 [cit. 2019-03-26].
- [14] Live PGM Prices - Price of Iridium, Rhodium, Rhenium & Osmium. Metalsdaily.com [online]. [cit. 2019-09-19]. Dostupné z: <https://www.metalsdaily.com/live-prices/pgms/>
- [15] Superzliatiny a ich recyklácia. Košice, 2019. Bakalárska práca. Technická univerzita v Košiciach. Vedoucí práce Doc. Ing. Jarmila Trpčevská, CSc.
- [16] KURLAK, Witold et al. State of the art on the recovery of refractory metals from urban mines. MSP-REFRAM [online]. 2016-05-10 [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5a8dabbed&appId=PPGMS>
- [17] KURLAK, Witold. Innovation potential in the recovery of refractory metals from urban mines. MSP-REFRAM [online]. 2016-09-03 [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5ac904b9f&appId=PPGMS>
- [18] ALLOYS WE RECYCLE. <http://www.greystonealloys.com> [online]. [cit. 2019-05-12]. Dostupné z: <http://www.greystonealloys.com/alloys-we-recycle/>
- [19] Monico Alloys - High Temperature Scrap Alloy Specialists. www.monicoalloys.com [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <https://www.monicoalloys.com/index.php>
- [20] Recycling & Refining. <https://umicore.com> [online]. [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: <https://csm.umicore.com/en/applications/recycling-and-refining/>
- [21] United Alloys And Metals - Titanium Scrap Processors: Leading processors of titanium scrap and super alloy scrap. Stainless steel processing is also available. [Uametals.com](http://uametals.com) [online]. [cit. 2019-09-25]. Dostupné z: <https://uametals.com/>