

ROČNÍK/VOL. LXVIII
ROK/YEAR 2015

1



Hutnické listy

METALLURGICAL
JOURNAL

ODBORNÝ ČASOPIS PRO METALURGII A MATERIÁLOVÉ INŽENÝRSTVÍ
PROFESSIONAL PERIODICAL FOR METALLURGY AND MATERIAL ENGINEERING

WWW.HUTNICKELISTY.CZ
ISSN 0018-8069



Registrační číslo/Registration Number
MK ČR E 18087**Mezinárodní standardní číslo**
International Standard Serial Number
ISSN 0018-8069**Vydavatel/Publisher**OCELOT s.r.o.
Pohraniční 693/31, 706 02 Ostrava-Vítkovice
IČO 49245848, DIČ CZ 49245848
Registrace v obchodním rejstříku Krajského soudu v Ostravě,
oddíl C, vložka 30879**Vedoucí redaktor/Chief Editor**Ing. Jan Počta, CSc., tel.: 596995156
e-mail: j.pocta@seznam.cz**Redakce, kontaktní adresa/ Editorial Office, contact address**OCELOT s.r.o.
Redakce časopisu Hutnické listy
areál VŠB-TU Ostrava, A 534, 17. listopadu 15/2127
708 33 Ostrava - Poruba**Redaktorka/ Editor**Jaroslava Pindorová
e-mail: jaroslava.pindorova@seznam.cz**Redakční rada – Předseda/Editorial Board - Chairman**

prof. Ing. Ludovít Dobrovský, CSc. Dr.h.c.

VŠB-TU Ostrava, Ostrava, Česká republika

Členové/ MembersIng. Michal Baštinský
Ing. Karel Hala
prof. dr. hab. inž. Leszek Blacha
prof. dr. hab. inž. Henrak Dyja
prof. Ing. Vojtěch Hrubý, CSc.
Ing. Henryk Huczala
prof. Ing. František Kavička, CSc.
Ing. Ludvík Martínek, Ph.D.
prof. Ing. Karel Matocha, CSc.
prof. Ing. Ludovít Parilák, CSc.
Ing. Jiří Petržela, Ph.D.
Ing. Jaroslav Pindor, Ph.D.
Ing. Vladimír Toman
prof. Ing. Karel Tomášek, CSc.
Ing. Zdeněk Vašek, Ph.D.EVRAZ VÍTKOVICE STEEL, a.s., Ostrava, Česká republika
U.S.Steel Košice, s.r.o., Košice, Slovenská republika
Politechnika Śląska, Katowice, Polsko
Politechnika Częstochowska, Częstochowa, Polsko
Univerzita obrany, Brno, Česká republika
TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s., Třinec, Česká republika
VUT v Brně, Brno, Česká republika
ŽDAS, a.s., Žďár nad Sázavou, Česká republika
MATERIÁLOVÝ A METALURGICKÝ VÝZKUM s.r.o., Ostrava, Česká republika
ŽP VVC s.r.o., Podbrezová, Slovenská republika
VÍTKOVICE, a.s., Ostrava, Česká republika
MATERIÁLOVÝ A METALURGICKÝ VÝZKUM s.r.o., Ostrava, Česká republika
Hutnictví železa, a.s., Praha, Česká republika
TU v Košiciach, Slovenská republika
ArcelorMittal Ostrava, a.s., Ostrava, Česká republika**Grafika titulní strany/Graphic design of the title page**Miroslav Juřica, e-mail: grafik@konstrukce.cz
a red./and Chief Editor**Podkladová fotografie/Underlying photograph**Mgr. Viktor Mácha, viktor.macha@centrum.cz
Tisk/Printing
T-print s.r.o., Průmyslová 1003, 739 65 Třinec

Abstrakty hlavních článků jsou publikovány v české, slovenské a anglické verzi na webových stránkách Hutnických listů.

Časopis vychází 6x ročně. Cena jednotlivého čísla 200 Kč. K ceně se připočítává DPH. Roční předplatné základní 1190 Kč, studentské 20 % sleva proti potvrzení o studiu. K předplatnému se připočítává poštovné vycházející z dodávek každému odběrateli. Po dohodě se zahraničními odběrateli je možno stanovit cenu v Euro (€) jako souhrnnou včetně poštovného. Předplatné se automaticky prodlužuje na další období, pokud je odběratel jeden měsíc před uplynutím abonentního období písemně nezruší prostřednictvím listinné nebo elektronické pošty. Objednávky na předplatné přijímá redakce nebo SEND Předplatné, spol. s r.o., Ve Žlíbku 1800/77, hala A3, 193 00 Praha 9-Horní Počernice (225 985225, send@send.cz). Informace o podmínkách publikace, inzerce a reklamy podává redakce.

Za původnost příspěvků, jejich věcnou a jazykovou správnost odpovídají autoři. Podklady k tisku redakce přijímá v elektronické podobě. Recenzní posudky jsou uloženy v redakci. Žádná část publikovaného čísla nesmí být reprodukována, kopírována nebo elektronicky šířena bez písemného souhlasu vydavatele.

© OCELOT s.r.o., 2015

Časopis je zařazen Radou vlády ČR pro výzkum a vývoj do seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR a do mezinárodní databáze CSA Materials Research Database with METADEX, spravované firmou ProQuest, USA.

Abstracts of the main articles are published in Czech, Slovak and English version at the web site of the Metallurgical Journal.

The journal is published 6 times a year. Price of a single issue is CZK 200 without VAT. Net price of basic annual subscription is CZK 1,190, student have 20% discount against the confirmation of study. Forwarding cost (postage) is added to the net price of subscription. Upon agreement with the foreign customers the subscription price, including postage, can be paid in Euro. Subscription is automatically renewed for the next year, unless the customer does not cancel it at the latest one month before the expiry of the subscription period in writing or by electronic mail. Orders are to be sent to the Editorial Office or SEND Předplatné, spol. s r.o., Ve Žlíbku 1800/77, hala A3, 193 00 Praha 9-Horní Počernice (+042 225985225, send@send.cz). Editorial Office provides also information on the conditions of publication of articles and on conditions of advertising.

The authors bear the responsibility for the originality of their articles and for their factual and linguistic accuracy. Editorial Office accepts the articles in electronic form. Peer reviews are archived in the Editorial Office. No part of the published issues may be reproduced or electronically distributed without written permission of the publisher.

© OCELOT s.r.o., 2015

The journal was included by the Government Council for Research and Development of the Czech Republic into the list of non-impacted peer-reviewed journals published in the Czech Republic. Abstracts of its articles make part of the international database "CSA Materials Research Database with Metadex", administered by the database centre ProQuest, USA.

O b s a h/ C o n t e n t

Recenzované vědecké články/Peer-reviewed scientific papers

- Ing. Rostislav Fajkoš, Ph.D., Ing. Radim Zima, Ph.D., prof. Ing. Bohumír Strnadel, DrSc.* **2**
Únavové charakteristiky indukčně kalených náprav železničních dvojkolí
Fatigue Characteristics of Induction Hardened Railway Axles

Recenzované výzkumné články/Peer-reviewed research papers

- Bc. Veronika Hřibová, Ing. Jan Komínek, prof. Ing. Miroslav Raudenský, CSc.* **11**
Vliv teploty a koncentrace polymerních roztoků na intenzitu chlazení při tepelném zpracování
Influence of Temperature and Concentration of Polymer Quenchants on Cooling Intensity at Heat Treatment
- Ing. Zuzana Gábrišová, PhD., Ing. Alena Brusilová, PhD.* **17**
Vplyv podielu spevňujúcej fázy na vybrané vlastnosti časticového kompozitu Si₃N₄ + SiC
Influence of the Toughening Phase Volume on Selected Properties of the particulate Si₃N₄ + SiC Composite

Informační články/Informative articles

- hutní výroba v ČR a SR/Metallurgical production in Czech Republic and Slovak Republic** **23**
- zprávy z podniků, institucí a řešitelských pracovišť/News from companies, institutions and research working sites** **25**
- ze spolkové činnosti a odborných akcí/Information on associations and professional events** **30**
- nová literatura/New books** **32**
- společenská kronika/Social chronicle** **35**
- výstavy, veletrhy, konference/Conferences, trade fairs, exhibitions** **36**
- hutnictví ve světě/Metallurgy in the world** **40**
- obsah Hutnických listů 2013, roč. LXVI/Content of the Metallurgical Journal, Vol. LXVI** **42**
- redakční článek/Editorial** **48**
- historický seriál/Historical serial** **52**

Dodavatelé příspěvků ve všeobecné části:

- Hutnictví železa, a.s. • RACIO & RACIO • Česká slévárenská společnost. • VŠB-TU Ostrava, FMMI • pravidelní dopisovatelé • redakce

Inzerenti a objednatelé reklamy:

- BVV FAIR TRAVEL s.r.o., Brno

Recenzované vědecké články

Únavové charakteristiky indukčně kalených náprav železničních dvojkolí

Fatigue Characteristics of Induction Hardened Railway Axles

Ing. Rostislav Fajkoš, Ph.D.^{1,2}, Ing. Radim Zima, Ph.D.¹, prof. Ing. Bohumír Strnadel, DrSc.^{2,3}

¹ BONATRANS GROUP a.s., Revoluční 1234, 735 94 Bohumín, Česká republika

² VŠB-Technická univerzita Ostrava, Centrum pokročilých inovačních technologií, 17. listopadu 15, 708 00 Ostrava-Poruba, Česká republika

³ VŠB-Technická univerzita Ostrava, Regionální materiálově technologické centrum, 17. listopadu 15, 708 00 Ostrava-Poruba, Česká republika

Pro zvýšení odolnosti náprav železničních dvojkolí proti únavovému poškození byla navržena technologie povrchového indukčního kalení. V práci jsou detailně prezentovány technologické aspekty indukčního kalení náprav. Zvýšení odolnosti proti únavě u kalených povrchů ve srovnání se standardním tepelným zpracováním oceli EA4T bylo ověřeno na kole nalisovaném na nápravě ve skutečné velikosti. 70% zvýšení meze únavy u indukčně kalených zkušebních těles oceli EA4T ve srovnání s materiálem se standardním tepelným zpracováním jasně prokazuje účinnost této technologie.

Klíčová slova: mez únavy; design na únavu; železniční náprava; indukční zpevnění; uhlíková ocel

A new surface induction hardening technology was designed for the purpose of increasing the resistance of railway wheelsets to fatigue damage. This paper gives a detailed presentation of the technological aspects of induction hardening of axles. The increased fatigue resistance in hardened surfaces compared with standard heat treatment of the EA4T steel was verified using press-fitted wheel/axle joints at actual size. The verification of the technology of surface induction hardening of the EA4T steel axles has confirmed the benefits of this method for increasing fatigue resistance and lifespan in railway wheelsets. The thickness of the surface induction hardened layer is decisively affected by the inductor frequency. Lower inductor frequency combined with a reduction in tempering temperature from 230°C to 200°C increased residual compressive stresses in the surface layers of the axle, thus increasing resistance to fatigue crack initiation. The increase of almost 200% in the strength of the EA4T steel after heat treatment simulating induction hardening is accompanied by an increase of up to 70 % in fatigue strength and only a 20 % increase in notch sensitivity. These benefits of surface induction hardening were also reflected in the results of fatigue tests performed on press-fitted wheel seat/axle joints on an actual-size wheel press-fitted to an axle. For the actual-size wheel/axle joint, there was an up to 50 % increase in the maximum level of local stress for the induction hardened specimens compared with standard surface treatment. This increase is strongly dependent on the geometry of the joint, especially on the wheel seat diameter/axle body diameter ratio. The lower this value is, the more the seat becomes damaged by fretting fatigue on the contact area rather than by the initiation of fatigue micro-cracks. The higher notch sensitivity of the EA4T steel after induction hardening accelerates the initiation stage of fatigue damage in comparison with standard treated surfaces. However, the higher fatigue limit and the better tensile strength/yield strength ratio of the EA4T steel after induction

Key words: fatigue limit; fatigue design; railway axles; induction hardening; carbon steel

Únavové poškození náprav železničních dvojkolí je jedním z limitujících faktorů bezpečnosti kolejových vozidel [1-5]. To je hlavní důvod vývoje nových koncepcí designu náprav s vyšší odolností proti iniciaci a šíření únavových trhlin. Protože lomové selhání náprav při giga-cyklové únavě, tedy po dlouhé době provozu, může být iniciováno podstatně nižší amplitudou napětí,

než jakou je mez únavy pro 10^7 cyklů, koncepce únavové pevnosti [1-3] musí být pro zajištění bezpečnosti náprav vždy doplněna o limity únavového poškození [2-9]. Tento přístup zohledňuje výskyt únavových mikrotrhlin, které se mohou během provozu vyvinout v nebezpečné, dlouhé únavové trhliny [4]. Limit únavového poškození proto zahrnuje minimální velikosti trhliny detekovatelné

NDT, ale i odpovídající intervaly inspekčních prohlídek v závislosti na lokalizaci a době provozu. Kromě těchto základních koncepcí designu jsou intenzivně studovány i vlivy konstrukčního materiálu, povrchových úprav, technologických postupů tepelného zpracování a následného opracování, ale i geometrických parametrů, zejména podílu průměru dířku nápravy a sedla kola na únavovou pevnost zejména železničních náprav vysokorychlostních vlaků [9-18].

Jednou z technologií zvyšování únavové pevnosti náprav je technologie povrchového indukčního kalení, která spočívá v relativně rychlém ohřevu povrchových vrstev již opracovaných náprav pomocí induktoru nad kalicí teplotu a v prudkém ochlazení nápravy jednak proudem vody z vodní sprchy, která je umístěna za induktorem a jednak odvodem tepla tělem nápravy. Výsledkem je vznik martenzitické struktury v povrchové vrstvě, kde se až trojnásobně ve srovnání s jádrem zvyšuje tvrdost, a vznikají i tlaková napětí až do hodnoty -800 MPa [1,3,11,14,15]. Důsledkem je to, že se podstatným způsobem zvyšuje mez únavy a krátké únavové trhliny se v povrchových vrstvách prakticky nemohou šířit. Tato technologie se uplatňuje i u výrobce železničních dvojkolí BONATRANS GROUP a.s. s cílem uspokojit požadavky zákazníků na dodávku především hnacích náprav určených pro vysoké rychlosti s vysokou mírou bezpečnosti proti únavovému poškození a dlouhou provozní životností [19]. Povrchově kalené nápravy snižují provozovatelům kolejových vozidel nezbytný počet servisních ultrazvukových prohlídek pro kontrolu režimu limitu únavového poškození. To významně redukuje finanční náklady spojené s pravidelnou odstávkou a prohlídkou vozového parku.

Cílem této práce je ověřit účinky indukčního kalení na zvýšení meze únavy hnacích a vysoce namáhaných náprav železničních dvojkolí vyráběných z oceli jakosti EA4T. Základním záměrem práce je zjistit zejména, jak zvýšení meze únavy náprav ve skutečné velikosti koresponduje s únavovým chováním materiálu oceli EA4T testované před a po indukčním kalení na standardních tahových vzorcích. Znalosti skutečných rozdílů v únavovém chování povrchově zakalené vrstvy a vnitřní oblasti nápravy nebo po standardním tepelném zpracování nápravy umožní nalézt parametry, které jsou nutné pro efektivní design dvojkolí s delší životností.

1. Technologické aspekty indukčního kalení náprav

Technologie povrchového indukčního kalení, spočívá v relativně rychlém ohřevu povrchových vrstev již předem opracovaných náprav pomocí induktoru na kalicí teplotu. Ta se na rozdíl od běžného tepelného zpracování (30-50 °C nad A_{C3}) z důvodu velmi krátkých časů austenitizace volí vyšší, přibližně 150 °C nad A_{C3} , a dosahuje tak hodnot v rozmezí od 940 do 960 °C [19]. Rychlého ohřevu se dosahuje působením střední nebo vysoké frekvence induktoru, což je v případě kalení náprav cívka, jejíž tvar je přizpůsobený kalené části nápravy. Při průchodu střídavého proudu induktorem

vzniká na povrchu kaleného předmětu střídavé magnetické pole doprovázené vířivými proudy, které ohřívají povrch nápravy. Po ohřevu na kalicí teplotu následuje prudké ochlazení nápravy jednak proudem vody z vodní sprchy, která je umístěna za induktorem, a jednak odvodem tepla tělem nápravy. Tím vznikne v povrchové vrstvě do tloušťky až 6 mm martenzitická struktura a v blízkosti povrchu se až trojnásobně zvýší tvrdost. Kromě toho vznikají v povrchových vrstvách i tlaková napětí až do hodnot -800 MPa [1,3,11,14,15,19]. Úroveň reziduálních tlakových napětí v povrchových vrstvách a gradient tvrdosti jsou v technologického hlediska silně závislé na použité kalicí frekvenci induktoru [1, 3].

Při nižší frekvenci induktoru dochází k prokalení do větší hloubky pod povrchem, a tak tvrdost ve větších hloubkách pod kaleným povrchem je vyšší. Při aplikaci nižší kalicí frekvence induktoru se dosahuje vyšší hodnoty tlakových reziduálních pnutí [1,3,11]. Tato zjištění u indukčně kalených náprav středně uhlíkové oceli S38C [20] (ekvivalent AISI 10308) vedla k redukci kalicí frekvence induktoru z 10 kHz na 3 kHz [1]. Současné snížení teploty popouštění z 230 °C na 200 °C zvýšilo tlaková reziduální pnutí v povrchových vrstvách nápravy. Ke stejným závěrům, nutnosti snížit kalicí frekvenci induktoru a teplotu popouštění pro dosažení odolnosti náprav proti únavě, dospěl i Fajkoš a Bartoš [19] u oceli pro nápravy jakosti EA4T [21] (ekvivalent 25CrMo4).

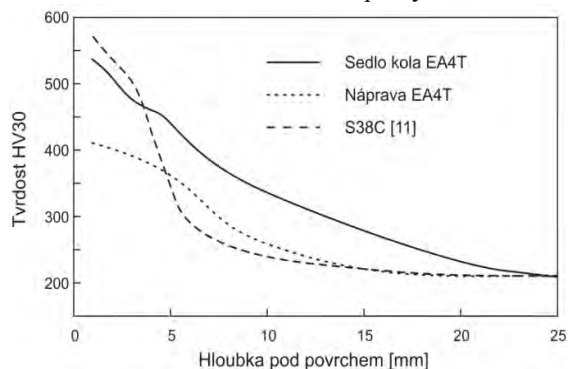
Kromě kalicí frekvence induktoru a teploty popouštění ovlivňuje úroveň vnitřních napětí a povrchovou tvrdost nápravy také rychlost posuvu induktoru a časová změna jeho výkonu. Zejména v oblastech přechodových rádií nápravy je pro řádné prokalení povrchových vrstev řízení technologických faktorů ovlivňujících hloubku prokalení nevyhnutelné. Při nedodržení této podmínky může docházet vlivem mezery mezi induktorem a nápravou k nedostatečnému prohřátí přechodových rádií a ke zmenšení tloušťky zakalené vrstvy.



Obr. 1 Makrolept řezu nápravy z oceli EA4T oblasti přechodu ze sedla pohonu (větší průměr) do dířku, leptáno 10% HNO_3 (se svolením výrobce BONATRANS GROUP a.s.)

Fig. 1 Macro-etch of a section of an EA4T steel axle – area of wheel seat (bigger diameter)/axle body transition, etched with 10% HNO_3 (with the permission of the manufacturer BONATRANS GROUP a.s.)

Například v oblasti přechodu ze sedla pohonu do dříku nápravy, jak je to zřejmé z obr. 1, je při stejné rychlosti posuvu induktoru tloušťka zakalené vrstvy v oblasti sedla pohonu větší než v oblasti dříku nápravy.



Obr. 2 Závislost tvrdosti HV30 na hloubce pod povrchem nápravy z oceli EA4T po indukčním kalení [19] ve srovnání s indukčně kalenou nápravou z oceli S38C [11] (Se svolením výrobce BONATRANS GROUP a.s.)

Fig. 2 Dependence of HV30 hardness on depth below the surface of an EA4T steel axle after induction hardening [19] compared with an induction hardened S38C steel axle [11] (with the permission of the manufacturer BONATRANS GROUP a.s.)

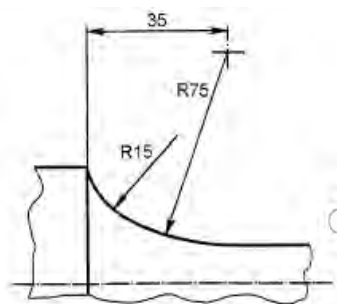
To potvrzuje i průběh tvrdosti HV30 se vzdáleností od povrchu nápravy z oceli jakosti EA4T po indukčním kalení [19] ve dvou různých místech, v sedle pohonu (levá strana obr. 1) a v dříku nápravy (pravá strana obr. 1) uvedený na grafech obr. 2. Grafy jsou doplněny závislostí tvrdosti HV30 na hloubce pod povrchem indukčně kalené nápravy z oceli S38C (ekvivalent AISI 10308) [11]. Vyšší povrchová tvrdost po indukčním kalení nápravy z oceli S38C ve srovnání s povrchově kalenou nápravou z oceli EA4T [19] je způsobena odlišným chemickým složením, především vyšším obsahem uhlíku u oceli S38C.

Správná volba technologických parametrů během indukčního kalení zohledňující tvarové přechody vychází z individuálního tvarového řešení nápravy, zejména z podílu průměru sedla kola a průměru nápravy d . Hodnoty těchto základních tvarových charakteristik náprav u vlaků Shinkansen, TGV a ICE jsou shrnuty v tab. 1. Na obr. 3 je znázorněn standardní složený přechodový rádius R75/R15 definovaný v normě ČSN EN 13103. Takovýto přechodový rádius je konstruktéry používán v Evropě při změně průměru nápravy v oblasti přechodu z většího průměru sedla pro kolo, do oblasti střední části dříku nápravy.

Tab. 1 Základní geometrické charakteristiky náprav [1]

Tab.1 Basic geometric characteristics of axles [1]

	Shinkansen	TGV	ICE
Průměr sedla kola D [mm]	209	212	190
Průměr nápravy d [mm]	190	184	160
D/d	1.10	1.15	1.19
Přechodový poloměr [mm]	100	75/15	75/15



Obr. 3 Příklad provedení složeného přechodového rádiusu

Fig. 3 Example of the transition radius (fillet) design

Nápravy vlakových souprav Shinkansen mají ve srovnání s nápravami evropských TGV a ICE nižší podíl D/d a tím i větší přechodový rádius mezi sedlem pohonu a dříkem nápravy. Potenciální únavové trhliny se proto u vlakových souprav Shinkansen lokalizují spíše v oblasti lisovaného spoje sedla pohonu než v oblasti volného povrchu nápravy, jako tomu je u ostrých přechodů náprav evropských vlaků TGV a ICE [3]. Kromě podílu průměru sedla kola a průměru nápravy D/d , je nutné pro dodržení nízké koncentrace napětí zvolit vhodně i maximální přechodový rádius mezi sedlem pohonu a dříkem nápravy. Minimální hodnota tohoto složeného zaoblení,

označovaná také jako přechodový rádius, by neměla být pro nápravy evropských vlaků TGV a ICE vyšší než 75/15 mm [22].

U náprav vlaků Shinkansen je přechodový rádius-vyšší, a to až 100 mm [1].

Tvarová členitost náprav hnacích dvojkolí, změny jejich průměru v délce (obr. 4), způsobují při ohřevu i změny proudové hustoty na povrchu nápravy. Velká mezera mezi induktorem a povrchem nápravy v oblasti čepu má za následek nedostatečný ohřev, a nelze ji proto v této oblasti povrchově kalit. Indukčně kalený povrch nápravy je na obr. 4 vyznačen tmavě šedou barvou.



Obr. 4 Tmavě šedě vyznačená oblast povrchově indukčně kalené nápravy

Fig. 4 Area of surface induction hardening marked in dark grey

2. Materiál pro výrobu náprav a experimentální postupy

Všechny experimenty prezentované v této práci proběhly na vzorcích komerčně vyrobené oceli jakosti EA4T používané pro výrobu náprav železničních dvojkolí. Chemické složení oceli odpovídá standardu EN 13261 [22] a je uvedeno v tab. 2.

Tab. 2 Chemické složení ocelí pro výrobu železničních dvojkolí v hm. %

Tab. 2 Chemical composition of steels used in railway wheelset manufacture in mass %

Jakost	C [%]	Si [%]	Mn [%]	Cr [%]	Mo [%]
EA4T (25CrMo4)	0.26	0.27	0.72	1.0	0.23
S38C (AISI 1038)	0.41	0.27	0.76	-	-

Pro porovnání je v tab. 2 uvedeno i chemické složení jakosti S38C používané pro výrobu indukčně kalených náprav v Japonsku [1]. Ocel jakosti EA4T byla vyrobena technologií kontilitů do kruhového kontislitku průměru 410 nebo 525 mm, a to v závislosti na průměru zkoušené nápravy. Kontislitky byly předválcovány do předválek, ze kterých byly následně vykovány nápravy, které byly dále standardně tepelně zpracovány kalením do vody s následným popuštěním v peci na normou [22] požadované mechanické hodnoty. Po standardním tepelném zpracování byly nápravy ohrubovány

s minimálním technologickým přídavkem nutným pro indukční kalení.

Odezva na cyklické zatěžování materiálu byla vyšetřována na standardních tahových zkušebních tělesech válcovitého tvaru o průměru 10 mm. Aby bylo možné vzhledem k malé tloušťce a ostrému gradientu mikrostruktury pod povrchem indukčně kalené nápravy kvantifikovat účinky indukčního zpevnění, byla zkušební tělesa podrobena laboratornímu tepelnému zpracování, které simulovalo postup indukčního zpevnění používaného při tepelném zpracování náprav. Výsledky základních mechanických vlastností při zkoušce tahem a únavové charakteristiky získané ze standardně vyráběných náprav jakosti EA4T po standardním tepelném zpracování jsou uvedeny ve druhém řádku tab. 3. Ze srovnání s mechanickými vlastnostmi, které jsou vyžadovány normou EN13261[22] a které uvádí první řádek této tabulky, je zřejmé, že všechny sledované charakteristiky komerčně vyráběné oceli vyhovují předepsaným požadavkům. Tab. 3 je doplněna o výsledky stejných sledovaných mechanických charakteristik získaných po tepelném zpracování simulující indukční zpevnění, tedy po ohřevu na kalicí teplotu 840 °C, zakalení do vody a po následném popuštění na nízké popouštěcí teplotě. Tyto výsledky jsou pod označením EA4T-IH uvedeny ve třetím řádku tab. 3. V této tabulce jsou uvedeny i mechanické vlastnosti oceli S38C používané pro výrobu náprav rychlovlaků Shinkansen [11].

Tab. 3 Základní mechanické charakteristiky při kvazistatickém a cyklickém zatěžování ocelí pro výrobu železničních dvojkolí
Tab. 3 Basic mechanical characteristics under quasistatic and cyclical loading of steels used in railway wheelset manufacture

Jakost	R_{fL} [MPa]	R_{fE} [MPa]	$q=R_{\text{fL}}/R_{\text{fE}}$ [-]	R_e [MPa]	R_m [MPa]	A_5 [%]
EA4T (EN13261 [22])	350	215	1.63	≥ 420	650-800	≥ 18.0
EA4T	387	297	1.30	611	795	19.8
EA4T-IH	660	420	1.57	852	1563	13.2
S38C[11]	-	-	-	325	612	33.8

Zkouška tahem na hladkých vzorcích o průměru 10 mm probíhala při pokojové teplotě, při rychlosti zatěžování $\dot{\varepsilon} = 0.5 \text{ min}^{-1}$ na trhačím stroji Zwick Z150. V obou případech jak pro standardně tepelně zpracovanou ocel EA4T, tak i pro její stav po simulaci indukčního kalení EA4T-IH, bylo testováno pět těles. Ze souboru hodnot meze kluzu, R_e , meze pevnosti, R_m , a tažnosti, A_5 , byly stanoveny střední hodnoty (tab. 3). Únavové zkoušky byly provedeny na vzorcích průměru 10 mm na akreditovaném zkušebním stroji UZOR 20 ohybem za rotace při frekvenci zatěžování $f = 35 \text{ Hz}$ a součiniteli nesouměrnosti kmitu $R = -1$ na hladkých R_{fL} a na

vrubovaných R_{fE} zkušebních tělesech v souladu s definicí normy ČSN EN 1321. Vrub o hloubce 0,1 mm s poloměrem v kořeni 0,04 mm a vrcholovým úhlem 30° působí jako koncentrátor napětí, a tak podíl $R_{\text{fL}}/R_{\text{fE}} = q$ reprezentuje dostatečně přesně vrubovou citlivost.

Zkouškou tahem odebranou ze sedla indukčně kalené nápravy byly vyšetřovány změny meze kluzu R_e , meze pevnosti R_m , a tažnosti, A_5 v jejím řezu směrem od povrchu do středu, ve třech místech uvedených v tab. 4.

Tab. 4 Výsledky zkoušky tahem těles odebraných z nápravy v oblasti sedla kola

Tab. 4 Results of tensile tests on specimens taken from the axle in the area of the wheel seat

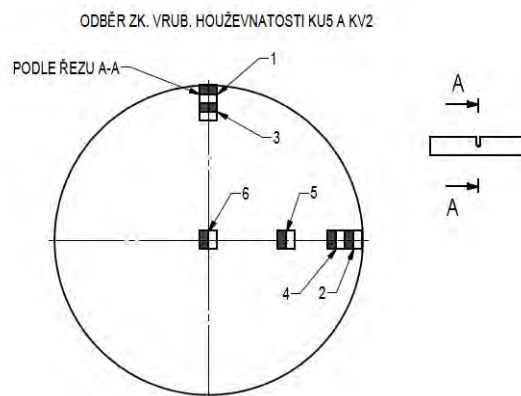
Lokalizace	R_e [MPa]	R_m [MPa]	Tažnost [%]
EA4T (EN13261[22])	≥ 420	650-800	≥ 18.0
1 – v blízkosti zpevněného povrchu	778	1055	9.6
5 – ve středu poloměru	480	675	21.6
6 – v jádru nápravy	474	706	20.7

Zkouška tahem byla provedena na standardních, běžně používaných tělesech průměru 10 mm se způsobem odběru zkušebních těles ze sedla kola v souladu s normou EN 13261 [22]. Tahové zkoušky byly provedeny na trhačím stroji ZD40 při rychlosti zatěžování $\dot{\epsilon} = 0.5 \text{ min}^{-1}$.

Z porovnání výsledků zkoušky tahem s požadavky normy EN 13261 je zřejmé, že nevyhovující hodnotou je jen tažnost A_5 stanovená v blízkosti indukčně kaleného povrchu. Pevnost vzorku odebraného v blízkosti indukčně kaleného povrchu, přesně 15 mm pod povrchem [22], je ve srovnání s pevností vzorku po tepelném zpracování simulujícím povrchové indukční kalení, kde se dosahuje hodnoty $R_m = 1563 \text{ MPa}$ (tab. 3), nižší. To je způsobeno tím, že do průřezu vzorku zasahuje povrchově zpevněná vrstva jen omezeně. Ilustruje to i závislost tvrdosti HV30 na hloubce pod povrchem nápravy oceli EA4T po indukčním kalení uvedená na obr. 2. V hloubce 15 mm pod povrchem dosahuje tvrdost přibližně hodnoty HV30 = 280 a to po přepočtu na odpovídající pevnost [24] dává hodnotu 980 MPa, což přibližně odpovídá experimentálně stanovené hodnotě 1055 MPa.

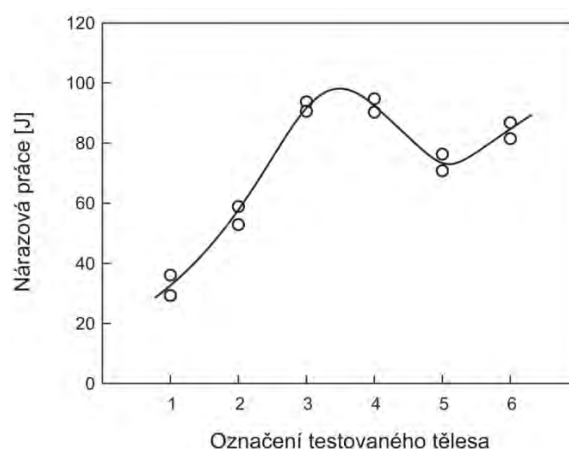
Dalším způsobem, jak posoudit průběh zpevnění v podpovrchových vrstvách nápravy po indukčním kalení, je hodnocení nárazové práce u těles s U vrubem pro Charpy zkoušku tříbodovým ohybem. K tomuto účelu byla zkušební tělesa odebrána v podélném směru v šesti rozdílných místech podle odběrného schématu uvedeného na obr. 5. Hodnoty nárazové práce KU5 byly stanoveny vždy u dvou těles ve stejném místě, při zkušební teplotě 20 °C. Lokalizace odběru zkušebních těles v ose nápravy byla zvolena v oblasti sedla pohonu, kde je hloubka prokalení největší, jak je to zřejmé z obr. 1.

Nižší hodnota nárazové práce, až 29 J, se projevila výrazně pouze na tělesech odebraných těsně pod kaleným povrchem sedla pohonu, lokalita 1. V lokalitách 3 a 4 dosahovala nárazová práce maxima, až 95 J. Závislost nárazové práce KU5 na lokalizaci odběru zkušebních těles od místa v blízkosti zpevněného povrchu směrem do středu nápravy je zřejmá z obr. 6.



Obr. 5 Schéma odběru těles pro Charpy zkoušku rázem v ohybu v řezu nápravy

Fig. 5 Diagram of sampling locations for Charpy notch toughness tests – axle section



Obr.6 Závislost nárazové práce KU5 na lokalizaci odběru zkušebních těles u povrchově zpevněného sedla nápravy po indukčním kalení

Fig. 6 Dependence of impact energy (Charpy impact energy) KU5 on sampling location of test specimens in surface induction hardened wheel seats

3. Únavové charakteristiky náprav ve skutečné velikosti

Po získání výsledků únavových testů materiálu EA4T po standardním tepelném zpracování a po simulaci indukčního kalení byly na únavu testovány nápravy skutečné velikosti. Celkem bylo testováno 6 identických hnacích náprav s podílem průměru sedla kola a průměru nápravy $D/d = 207/180 = 1,15$ a se standardně navrženým přechodem R75/R15. První sada tří náprav byla testována ve stavu po standardním tepelném zpracování, které spočívalo v kalení a následném popuštění náprav dle vlastní technologie firmy BONATRANS GROUP a.s. Druhá sada tří náprav byla standardně tepelně zpracována a po ohrubování indukčně zakalena a nízkoteplotně popuštěna na teplotu 200 °C. Po opracování při úběru finální třísky v rozmezí od 0,50 do 0,75 mm a broušení povrchu byly nápravy nalisovány do upínacích kotoučů a připraveny k únavové zkoušce. Mez únavy na nápravách opracovaných dle normy EN 13261 musí přesáhnout 240 MPa [22] a mez únavy v tlakovém spoji kola a nápravy musí být větší než 145 MPa [22].

Nápravy byly zkoušeny na rezonančním zkušebním zařízení Inova s volitelnou hladinou amplitudy napětí při součiniteli nesouměrnosti kmitu $R = -1$ v ohybu za rotace. Zkušební frekvence při rotačním pohybu se pohybovala v závislosti na zvolené hladině zatížení od 23 do 25 Hz.

Ke kontrole skutečného lokálního napětí, které zohledňuje koncentraci napětí v přechodové oblasti dříku do sedla nápravy, se změnou poloměru zaoblení R75/R15 byl použit řetízkový tenzometr firmy HBM, 1-

KY11-4/120. Nominální napětí vypočítané na základě statické kalibrace pro oblast hrany sedla kola lisovaného spoje nebo oblasti dříku bylo stanoveno na základě analytických výpočtů. Při statické kalibraci změříme siloměrem zatěžující sílu i rameno, jejichž součin dává ohybový moment, a na základě znalosti průměru dříku nápravy, resp. průměru sedla pro kolo vypočítáme modul odporu průřezu nápravy. Další tenzometry pro stanovení zpětné vazby a řízení únavové zkoušky byly umístěny na dříku nápravy ve vzdálenosti 450 mm od hrany sedla kola.

Tab. 5 Hladiny zkušebního napětí testovaných náprav z oceli EA4T a odpovídající počty cyklů
Tab. 5 Levels of test stress in tested EA4T steel axles and corresponding number of cycles

	Číslo nápravy	Lokální napětí [MPa]	Nominální napětí [MPa]	Napětí v nalisovaném spoji [MPa]	Počet cyklů [x 10 ³]
Standard A4T	1	285	243	156	10 000
		310	264	170	10 000
		335	286	183	2 600
	2	310	266	171	10 000
		335	288	184	6 300
	3	310	264	170	10 000
335		286	183	8 100	
A4T IH povrch	1	360	307	197	10 000
		420	359	230	10 000
		460	393	251	396*
	2	400	343	219	10 000
		460	394	252	120*
	3	400	345	221	10 000
460		397	254	9 800*	

Zkouška probíhala tak, že na zvolené zkušební hladině byla náprava zatěžována 1×10^7 cykly. Poté byla magnetickou fluorescenční metodou zkontrolována oblast přechodového rádiu R75/R15, zda nedošlo k iniciaci mikrotrhlin. Pak byla zkušební hladina zvýšena (o 25 MPa u Standard A4T, resp. o 60/40 MPa u A4T IH povrch) a únavová zkouška pokračovala až do vzniku trhliny, příp. do ukončení zkoušky z důvodu uvolnění nápravy v oblasti lisovaného spoje. Při uvolnění nápravy doprovázené jejím viditelným axiálním povytažením z náboje kotouče již nebylo možno dále pokračovat v únavové zkoušce. K tomuto povytažení došlo u IK náprav na zkušební hladině 460 MPa a počty cyklů jsou v tomto případě označeny symbolem *.

Výsledky únavových zkoušek náprav ve skutečné velikosti jsou shrnuty v tab. 5. Z výsledků zkoušení povrchově zpevněných náprav indukčním kalením je zřejmé, že mají ve srovnání se standardně tepelně zpracovanými nápravami mnohem vyšší odolnost proti iniciaci únavového poškození. Při testu povrchově indukčně kalených náprav ve skutečné velikosti se neiniciovala v průběhu testu žádná únavová trhlina, přestože lokální zkušební napětí v oblasti přechodového rádiu R75/R15 dosahovalo hodnoty 400 MPa.

Přepočítané nominální napětí na dříku tak bylo přibližně 340 MPa a napětí v oblasti lisovaného spoje až 220 MPa. Abychom mohli zjistit skutečnou mez únavy IK náprav, bylo zapotřebí vyvinout speciální zafixování náprav, jež znemožní její vylisování vlivem mikropohybů na vysokých hladinách v průběhu únavové zkoušky.

Při zkoušce dalších dvou náprav provedených jak na zkušebně firmy BONATRANS GROUP, tak v Německé zkušebně SincoTec byly nápravy zkoušeny na hladině lokálního napětí 450 MPa/ 10^6 cyklů a následně i na hladině lokálního napětí 500 MPa. Na tak vysoké hladině napětí již ale zkoušku nebylo možno provozovat z důvodu nízkého výkonu zkušebního zařízení a zkouška byla ukončena po $0,5 \cdot 10^6$ cyklech. Následná kontrola pomocí magnetické polévací práškové metody neprokázala vznik trhlin v nápravě.

Mez únavy náprav po indukčním kalení tak leží v rozmezí od 450 do 500 MPa, a je tedy o hodně vyšší než mez únavy u náprav vyrobených z oceli EA4T bez povrchové úpravy (tab. 5). Více než 1,5násobné zvýšení meze únavy u náprav s indukčně kalenou povrchovou vrstvou jednoznačně prokazuje pozitivní účinek této technologie na životnost.

4. Diskuse

Cílem této studie bylo prověřit, jak povrchové indukční kalení ovlivňuje únavovou pevnost náprav železničních dvojkolí. Speciálně je práce orientována na hledání vztahu únavové pevnosti před a po indukčním kalení oceli EA4T a náprav s nalisovaným kolem. Ve všech případech byl prokázán příznivý účinek indukčního kalení na zvýšení únavové pevnosti. Ve srovnání s mezí únavy R_L u standardních těles (tab. 3) je odpovídající parametr u těles po indukčním kalení 1,7x vyšší.

U zkoušky únavových charakteristik spoje sedla kola a nápravy ve skutečné velikosti je v prvním přiblížení mez únavy po indukčním kalení asi 1.35x vyšší než u tepelně nezpracovaného povrchu. Tady je nutné poznamenat, že toto zvýšení velmi silně závisí na geometrii spoje, zejména na podílu průměru sedla kola a vlastní nápravy D/d . Čím je tato hodnota nižší, a neměla by být podle normy EN 13261 [22] menší než 1,12, tím více se namísto iniciace únavových mikrotrhlin uplatňuje proces poškození sedla nápravy frettingem na kontaktní ploše [1,3,18]. Pokles meze únavy s klesajícím podílem D/d potvrzuje i porovnání výsledků únavové pevnosti lisovaného spoje oceli EA4T získané Linhartem a Černým [18], kde pro $D/d = 1,06$ dosahuje mez únavy maximálně 105 MPa, zatímco v této práci pro podíl $D/d = 1,15$ je to hodnota vyšší než 145 MPa. U oceli 34CrNiMo6 s vyšší vrubovou citlivostí $q = 1,92$ [23] pak ve srovnání s ocelí EA4T s parametrem $q = 1,30$ dochází k snadnější a rychlejší iniciaci únavových trhlin v oblasti lisovaného spoje sedla a nápravy.

Přitom rozdíl ve standardní mezi únavy stanovené na únavové zkušební tyči průměru 10 mm v ohybu za rotace hovoří jednoznačně ve prospěch oceli-34CrNiMo6, která dosahuje meze únavy 455 MPa [23], zatímco u jakosti EA4T je to pouze 387 MPa (tab. 3). Podobně tomu je i při srovnání meze únavy lisovaného spoje sedla a nápravy vyrobené z oceli EA4T ve standardním stavu a po indukčním kalením povrchu. Vyšší vrubová citlivost oceli EA4T po indukčním kalení (tab. 3) způsobuje ve srovnání se standardně opracovaným povrchem urychlení iniciačního stádia únavového poškození. Avšak vyšší mez únavy a také příznivější podíl meze pevnosti a meze kluzu R_m/R_e oceli EA4T po indukčním kalení jednoznačně preferuje technologii indukčního kalení pro prodloužení životnosti náprav.

Úspěšně byla ověřena i úroveň nárazové práce KU5 indukčně kalené nápravy v oblasti sedla. Z obr. 6 je zřejmé, jak v závislosti na lokalizaci zkušebního tělesa směrem od povrchu do středu nápravy nárazová práce narůstá. Hodnoty nárazové práce, a to i v blízkosti indukčně kaleného povrchu, nepodkročily hodnotu 25 J.

Povrchové indukční kalení má kromě zvýšení únavové pevnosti i řadu dalších technologických výhod. Je to zejména vysoká odolnost proti zadření při nevhodné manipulaci v průběhu lisování kola na sedlo nápravy. Jediná technologie je tak využitelná jak pro zvýšení

odolnosti sedel proti frettingové únavě, tak i pro zvýšení mechanické únavy vlastních náprav a není nutné používat další technologie zpevnění povrchu sedel, jakou je například aplikace Mo vrstvy. Velmi důležitá je technologie finálního broušení povrchu indukčně kalených sedel kola a ložiskových čepů, která musí splňovat podmínku minimálního lokálního ohřevu, aby nebyla snížena tlaková pnutí [3,15]. Celkový úběr broušené vrstvy byl tak redukován z původních 0,5 na 0,15 mm.

Technologie indukčního kalení je perspektivní metodou zvyšování únavové pevnosti železničních náprav. Vyšší odolnost proti únavě je docílena nejen zpevněním povrchových vrstev, ale také rozvojem tlakových pnutí během vytvrzování. Zpevnění povrchu a hodnoty tlakových reziduálních pnutí pod povrchem se tak stávají důležitými designovými parametry při tvarovém návrhu náprav s vyšší životností a do budoucna je nutné studiu této problematiky věnovat dostatečnou pozornost.

Závěry

Ověřená technologie indukčního povrchového kalení náprav oceli EA4T potvrdila její vhodnost pro zvyšování únavové životnosti železničních dvojkolí. Téměř dvojnásobné zvýšení pevnosti oceli EA4 po tepelném zpracování simulujícím indukční kalení je doprovázeno až 70% zvýšením meze únavy a příznivým, jen asi 20% zvýšením vrubové citlivosti. Tyto přínosy povrchového indukčního kalení se odrazily i ve výsledcích únavových zkoušek lisovaného spoje sedla kola a nápravy ve skutečné velikosti. U nalisovaného spoje kola a nápravy ve skutečné velikosti dosahoval nárůst počtu cyklů po indukčním kalení ve srovnání se standardní úpravou povrchu až 50 %.

Poděkování

Tato práce byla podpořena ze zdrojů projektu CZ.1.05/2.1.00/01.0040 "Regionální materiálově technologické výzkumné centrum" a je výsledkem řešení projektu Příležitost pro mladé výzkumníky CZ.1.07/2.3.00/30.0016, v rámci Operačního programu vzdělávání pro konkurenceschopnost.

Literatura

- [1] HIRAKAWA, K., TOYAMA, K., KUBOTA, M. The analysis and prevention of failure in railway axles. *International Journal of Fatigue*, 1998; 97: 135-144
- [2] ZERBST, U., MÄDLER, K., HINTZE, H. Fracture mechanics in railway applications - an overview. *Engineering Fracture Mechanics*, 2005; 72:163-194
- [3] MAKINO, T., KATO, T., HIRAKAWA, K. Review of the fatigue damage tolerance of high-speed railway axles in Japan. *Engineering Fracture Mechanics*, 2011; 78:810-825
- [4] ZERBST, U., SCHÖDEL, M., BEIER, H. T. Parameters affecting the damage tolerance behavior of railway axles. *Engineering Fracture Mechanics*, 2011; 78: 793-809
- [5] MADIA, M., BERETTA, S., SCHÖDEL, M., ZERBST, U., LUKE, M., VARFOLOMEYEV, I. Stress intensity factor solutions for cracks in railway axles. *Engineering Fracture Mechanics*, 2011; 78:764-792

Čekání na zelený hospodářský zázrak

VDI Nachrichten

28. 11. 2014

Německé hospodářství má trvale růst a být orientované do budoucna. Musí se ale řádně uspořádat, aby se zelené hospodaření orientovalo na správný kurs. Spolková ministryně pro výzkum a vývoj Johanna Wanka a spolková ministryně pro životní prostředí Barbara Hendrich představily své cíle. Tvrdí, že německé hospodářství stále ještě akceptuje energetické a materiálové ztráty při výrobě jako cennou produkci, a způsobuje tak zbytečné škody, zvyšuje náklady a zatížení životního prostředí. Kvůli nedostatku efektivních technologií a procesů se 80 % nákladů na zhotovení výrobků ztrácí při výrobním procesu. Jen málo německých podniků se systematicky zabývá tím, jak a s jakými metodami by se daly snížit emise CO₂. Spolková vláda reaguje na toto zjištění a spolu se zástupci politiků, ekonomiky, vědy a odborů sestavila výzkumnou agendu. Namátkou jmenujme jen některé body jejího pracovního zaměření: využívání procesních plynů z vysokých pecí, chemické procesy, využití CO₂ nebo využití strusky.

Oceláři chtějí mít jasno

Rheinische Post

4. 12. 2014

Venkovní teplota nula stupňů, ale bohatě žhavé pocity před sídlem ředitelství ThyssenKrupp Steel v Bruckhausenu. Starosti o jednotlivá zařízení a provozy, ale také starosti o budoucnost ocelářské divize byly hlavním tématem protestního shromáždění, svolaného odbory IG Metal kvůli výrokům celokoncernového šéfa Heinricha Hiesingera, O částečné uklidnění se postaral Andreas J. Goss, předseda představenstva ThyssenKrupp Steel Europe. Ocelářská divize přispěla k návratu koncernu do ziskové zóny. Do oceli se investuje jako v časech nejvyšší konjunktury, totiž 500 mil. € ročně. Stejná suma plyne do údržby a ošetřování zařízení.

Georgsmarienhütte uzavírá slévárnu oceli Gröditz

www.mdr.de

5. 12. 2014

Dozorčí rada Georgsmarienhütte (GMH) Guss GmbH na svém řádném zasedání jednomyslně rozhodla uzavřít slévárnu oceli. Bezprostředně na to byla započata jednání o sociálně smluvním zajištění 72 postižených zaměstnanců. Všechny ještě běžící zakázky budou podle toho zpracovány až do úplného uzavření provozu v roce 2015. Uzavření slévárny nepřichází zcela překvapivě, bylo to již dříve naznačeno. Kovárny Gröditz – rovněž dceřiný podnik Georgsmarienhütte, nejsou tímto opatřením nijak postiženy. Gröditz je tradiční ocelářský region, v dobách NDR zde v ocelářském průmyslu pracovalo 5 000 lidí.



METEC
www.metec.com
www.tbwom.com

DÜSSELDORF/GERMANY
16-20 JUNE 2015
METEC
9TH INTERNATIONAL METALLURGICAL
TRADE FAIR WITH CONGRESSES

NI
worldwide

eco Metals
EFFICIENT PROCESS SOLUTIONS

METEC & 2ND ESTAD 2015

EMC 2015
June 14 - 17

Pb Zn

Kout žhavé železo
9. mezinárodní specializovaný veletrh metalurgie, odlévání a výroby oceli s doprovodnými kongresy přetváří vize na zařízení a produkty.

Metalurgie - motor růstu
Jde-li o stroje, zařízení a produkty pro výrobu surového železa, oceli a neželezných kovů, je veletrh METEC se svými doprovodnými akcemi vrcholnou událostí.

Srdečně vítáme v Düsseldorfu!

Informace pro návštěvníky,
prodej vstupenek, komplexní cestovní služby:
BVV FAIR TRAVEL s.r.o.
Výstaviště 1, 647 00 Brno
Tel. +420 541 159 190, Fax +420 541 159 172
kozmar@fairtravel.cz
www.fairtravel.cz

Messe Düsseldorf

- [6] ZERBST, U., VORMWALD, M., ANDERSCH, CH., MÄDLER, K., PFUFF, M. The development of a damage tolerance concept for railway components and its demonstration for a railway axle. *Engineering Fracture Mechanics*, 2005; 72:209-239
- [7] ZERBST, U., SCHÖDEL, M., HEYDER, R. Damage tolerance investigations on rails. *Engineering Fracture Mechanics*, 2009; 76:2637-2653
- [8] ZERBST, U., KLINGER, C., KLINGBEIL, D. Structural assessment of railway axles - A critical review. *Engineering Failure Analysis*, 2013; 35:54-65
- [9] ZERBST, U., BERRETA, S., KÖHLER, G., LAWTON, A., VORMWALD, M., BEIER, H. T., KLINGER, C., ČERNÝ, I., RUDLIN, J., HECKEL, T., KLINGBEIL, D. Safe life and damage tolerance aspects of railway axles – A review. *Engineering Fracture Mechanics*, 2013; 98:214-271
- [10] MADIA, M., BERRETA, S., ZERBST, U. An investigation on the influence of rotary bending and press fitting on stress intensity factors and fatigue crack growth in railway axles. *Engineering Fracture Mechanics*, 2008; 75:1906-1920
- [11] SAKAMOTO, H., ISHIDUKA, H., AKAMA, M., TANAKA, K. Fatigue crack extension under large cyclic compressive stress in medium frequency induction hardened axles. In. *16th International Wheelset Congress*, Cape Town; March 14–19, 2010
- [12] VARFOLOMEEV, I., LUKE, M., BURDACK, M. Effect of specimen geometry on fatigue crack growth rates for the railway axle material AE4T. *Engineering Fracture Mechanics*, 2011; 78:742-753
- [13] LUKE, M., VARFOLOMEEV, I., LÜTKEPOHL, K., ESDERT, A. Fatigue crack growth in railway axles: Assessment concept and validation tests. *Engineering Fracture Mechanics*, 2011; 78:714-730
- [14] KRISTOFFERSEN, H., VOMACKA, P. Influence of process parameters for induction hardening on residual stress. *Materials and Design*, 2001; 22:637-644
- [15] RUM, J. A review of the influence of grinding conditions on resulting residual stresses after induction surface hardening and grinding. *Journal of Materials Processing Technology*, 2001; 114:212-226
- [16] KLINGER, C., BETTGE, D. Axle fracture of an ICE3 high speed train. *Engineering Failure Analysis*, 2013; 35:66-81
- [17] KENDALL, CLARKE, C., HALIMUNANDA, D. Failure analysis of induction hardened automotive axles. *Failure and Analysis and Prevention*, 2008; 8:386-396
- [18] LINHART, V., ČERNÝ, I. An effect of strength of railway axle steels on fatigue resistance under press fit. *Engineering Fracture Mechanics*, 2011; 78:731-741
- [19] FAJKOŠ, R., BARTOŠ, P. Vývoj technologie indukčního kalení náprav vysokorychlostních vlaků. [Výzkumná zpráva P-0/1-B-32 2013]; VŠB-TU Ostrava, 20 s.
- [20] S38C (equivalent AISI 10308) JIS G4051-1 S38C Japanese standard Carbon steel for machinery
- [21] EA4T (equivalent DIN 25CrMo4) defined in standard EN 13261: Railway applications. Wheelsets and bogies. Axles. Product requirements
- [22] EN 13261: Railway applications. Wheelsets and bogies. Axles. Product requirements
- [23] LINHART, V., ČERNÝ, I. Únavové zkoušky tyčí z 34CrNiMo6 oceli pro výrobu náprav se dvěma úrovněmi pevnosti, [Výzkumná zpráva pro BTG], 2003, 26 s.
- [24] JECH, J. Tepelné zpracování ocelí – metalografická příručka, Praha: SNTL, 1983



© 2015 TANGER, spol. s r.o.

Oceláři Steelcon

31. ročník konference o teorii a praxi výroby a zpracování oceli

1. OZNÁMENÍ

2. - 3. dubna 2015

Hotel Relax

Rožnov p. Radhoštěm, Česká republika

tanger

TANGER, spol. s r.o.
VŠB - Technická univerzita Ostrava

Recenzované výzkumné články

Vliv teploty a koncentrace polymerních roztoků na intenzitu chlazení při tepelném zpracování

Influence of Temperature and Concentration of Polymer Quenchants on Cooling Intensity at Heat Treatment

Bc. Veronika Hříbová¹, Ing. Jan Komínek¹, prof. Ing. Miroslav Raudenský, CSc.¹

¹Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Laboratoř přenosu tepla a proudění, Technická 2896/2, 616 69 Brno, Česká republika

Tepelné zpracování zanořením ohřátého výrobku do chladiva je běžná, od pradávna využívaná technologie. Intenzita chlazení je zde primárně určena volbou chladicí kapaliny. Dalšími faktory, které je možné ovlivnit, jsou teplota kapaliny a případně její vynucené proudění kolem ochlazovaného povrchu. Obecně můžeme uvažovat chladicí prostředky od použití vody jako velmi intenzivního chladiva, přes škálu minerálních a podobných olejů, po použití roztavených solí, které mohou mít podstatně nižší intenzitu přenosu tepla. Další, nyní častěji využívanou variantou je chlazení polymerními roztoky s vodou. V běžných aplikacích bývají užívány koncentrace mezi 5 a 30 % polymeru ve vodě, které umožňují řízení intenzity chlazení v široké škále pokrývající oblast mezi použitím čisté vody a oleje. Tento článek je věnován vlivu teploty a koncentrace polymerních roztoků na bázi PAG (polyalkylenglykol) na intenzitu chlazení. Experimentálně byly studovány i vyšší koncentrace polymeru a vliv teploty chladiva na průběh ochlazovacích křivek. Využití vyšších koncentrací a proměnných teplot chladiva přineslo některé překvapivé výsledky s potenciálem pro jejich technické využití.

Klíčová slova: tepelné zpracování; kalicí media; chlazení zanořováním; polymerické roztoky

The success of heat treatment of any metal alloy and achievement of the required properties is dependent on the entire process. Quenching is an integral part of heat treatment. Selection of a proper quenchant, its temperature and possibly also concentration, are the key factors. If an alloy is quenched too quickly, distortion increases. If it is quenched too slowly, excessive heterogeneous precipitation occurs. Hot water is often selected as an alternative to cold water quenching for distortion reduction. Another, generally better alternative, is the use of polymer quenchants. Commonly a PAG (polyalkylene glycol) co-polymer is used. Concentrations between 5 % and 30 % provide quenching power ranging from that similar to fast quenching oils to that greater than water. This article contains a study of even higher concentrations, which appear to have very different cooling characteristics. The experiments proved a very strong dependence of cooling rate on concentration. While the generally-used concentrations under 50 % cause an intensive cooling almost immediately after immersion, with higher concentrations the cooling rate remains to be approx. 400 Wm⁻²K⁻¹ and an abrupt increase of the cooling rate occurs at a lower surface temperature. When using the same initial temperature of the coolant (e.g. 60 °C) and different concentrations, a gradual change of the surface temperature, when this effect appears, can be observed. It is very important to determine the accuracy, with which it is possible to maintain the coolant temperature within the certain range. A large increase of the coolant temperature during the quenching process may cause a significant change of the assumed cooling rate.

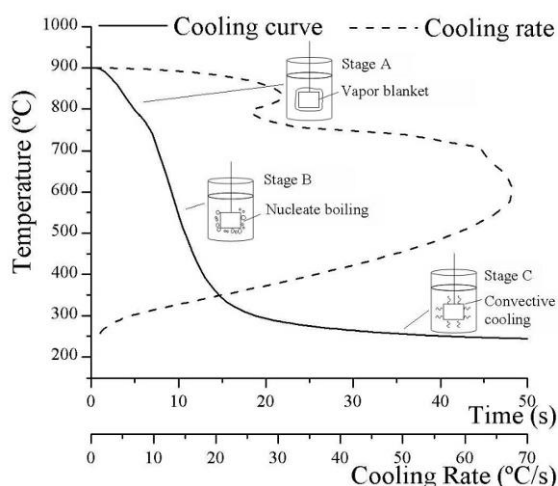
Key words: heat treatment; immersion cooling; polymer quenchants

Tepelné zpracování má zásadní vliv na konečné materiálové vlastnosti kovů. Vhodné chlazení umožňuje ovlivňovat tvrdost a houževnatost, ale též umožňuje snižovat úroveň deformací a zbytkových napětí, která vznikají během tepelného zpracování nejvíce právě

při chlazení. Klíčem ke správnému průběhu chlazení zanořováním tepelně zpracovávaných dílů je výběr správného chladiva pro danou aplikaci, jeho teploty, koncentrace a dalších podmínek, zejména rychlosti, charakteru a směru proudění.

1. Fáze přenosu tepla při chlazení zanořováním do vody

Během chlazení z vysoké teploty dochází ke třem fázím s rozdílnou intenzitou přenosu tepla. První z nich je fáze blánového varu (fáze A). Po zanoření kovového dílu dochází k vytvoření tenké vrstvy páry okolo chlazeného povrchu, která brání přímému kontaktu s chladivem. Přenos tepla přes tuto vrstvu je relativně slabý, a kov se proto v této fázi ochlazuje pomalu. Chlazení ve fázi blánového varu přetrvává, dokud je povrchová teplota dostatečná k udržení parní vrstvy. Následuje fáze bublinového varu (fáze B), při níž je parní vrstva na povrchu chlazeného dílu protržena. Tomu odpovídá prudký nárůst intenzity přenosu tepla způsobený přímým kontaktem vody s povrchem tělesa. Kov je zde stále velice horký a voda silně vře. Vysoká intenzita bublinového varu je pak důvodem dalšího výrazného zintenzivnění přenosu tepla. Fáze volné konvekce (fáze C) začíná, když teplota kovu klesne pod teplotu varu daného chladiva. Var ustává a povrch kovu je dále chlazen už jen vedením a prouděním. Intenzita chlazení během fáze volné konvekce je nejvíce ovlivněna viskozitou, měrným teplem a tepelnou vodivostí daného chladiva, přičemž intenzita chlazení klesá se zvyšující se viskozitou. Tato fáze je většinou pro tepelné zpracování nezajímavá z pohledu struktury, má ale relativně velký vliv na utváření vlastní transformační napjatosti, protože zpravidla se teplotní interval konvekčního chlazení částečně nebo úplně překrývá s intervalem Ms a Mf. Jednotlivé fáze chlazení jsou zobrazeny na obr. 1.



Obr. 1 Tři fáze přenosu tepla [1]
Fig. 1 Three stages of heat removal [1]

2. Chladiva

2.1 Výběr chladiva

Běžně užívanými kapalnými chladivy jsou voda, solné roztoky, minerální a rostlinné oleje a polymerní roztoky [2]. Při výběru správného chladiva existuje mimo základního požadavku na rychlost ochlazování i mnoho vnějších faktorů, jako je jeho cena, dostupnost, údržba i ekologická likvidace.

Nejsnadněji dostupným chladivem je voda. Zjednodušeně řečeno, celková průměrná ochlazovací účinnost vody je v první řadě závislá na teplotě a do značné míry na míchání vodní lázně. S rostoucí teplotou vody se její ochlazovací účinnost výrazně snižuje a parní vrstva, která se vytvoří na povrchu kovového dílu během fáze blánového varu, je stabilnější. Tato vrstva také vydrží po delší dobu [3].

Ochlazování kalených dílů ve vodě může být velmi nerovnoměrné, zejména díky tvarové složitosti součástí, popřípadě vsázek. Příčinou je různé dlouhé trvání období stabilního parního polštáře na různých tvarových detailech konkrétních dílů. Vzroste-li teplota vody na 50 – 60 °C, bývají výsledky kalení velmi nespolehlivé. Je to zapříčiněno stabilní, ale současně masivní parní vrstvou při chlazení a důsledkem jsou často proměnné tvrdosti, deformace a praskliny. Řešením jsou vhodné přísady, které mohou ochlazovací účinnost vodní lázně efektivně a příznivým směrem ovlivnit. Pro současné zintenzivnění a zrovnoměnění ochlazování se používají přísady rozpuštěných anorganických solí, pro současné zrovnoměnění ochlazování a snížení kalicí intenzity pak jsou to polymerní přísady.

2.2 Polymerní kalicí lázně

Polymerní roztoky zaznamenaly v posledních letech dramatický rozvoj. Jsou univerzálními a stabilními chladivy na bázi vody. Pro ponorné lázně se v dnešní době používají nejčastěji přísady na bázi PVP (polyvinylpyrolidon) nebo přísady na bázi PAG (polyalkylenglykol). PAG roztoky se používají i pro aplikace, kde je využito sprchy, tj. např. pro indukční povrchové kalení. Tyto roztoky umožňují dosahovat chladicích intenzit v široké škále. Dle zvolené koncentrace (v rozmezí asi 5 – 30 %) dosahuje intenzita chlazení při aplikaci PAG roztoků srovnatelné hodnoty při chlazení v oleji, až dokonce hodnoty intenzity chlazení přibližně srovnatelné a v některých případech (u velmi vysokých teplot) i vyšší než při chlazení vodou. PAG roztoky jsou užitečné pro mnoho operací tepelného zpracování. Jsou vhodné mimo zpracování oceli pro chlazení hliníku, kde mohou zmírnit deformační problémy zmíněné u chlazení vodou [4].

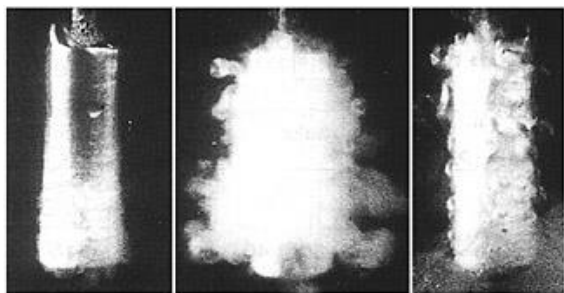
PAG roztoky jsou kompletně rozpustné ve vodě při pokojové teplotě. Molekuly těchto roztoků se ale vyznačují unikátní vlastností inverzní rozpustnosti ve vodě při vysokých teplotách. To znamená, že se zvyšující se teplotou dochází ke snížení rozpustnosti polymerních složek v PAG roztoku a dochází ke srážení. Při následném chladnutí této směsi se polymer opět rozpouští do roztoku. Teplota, při které se objevuje separace vody a polymeru, se pohybuje v rozpětí 65 – 85 °C dle daného roztoku [5], přičemž je ovlivňována stupněm pH, koncentrací polymeru v roztoku a přítomnými aditivními látkami. Se zvyšujícím se pH, stejně jako s rostoucím obsahem kontaminačních látek, se tato teplota snižuje. V praxi přítomnost polyalkylenglykolu modifikuje tři běžné výše popsané

fáze chlazení, a umožňuje tak větší flexibilitu v požadované intenzitě chlazení [3].

Fyzikální děje, které ovlivňují intenzitu chlazení, jsou u polymerních roztoků svou podstatou podobné jako běžně známé děje popisující chlazení ve vodě (kapitola 1 a obr. 1). V závislosti na koncentraci roztoku a jeho teplotě se ale může lišit průběh jednotlivých fází.

Z polymerního roztoku se po zanoření kovového dílu separuje polymerická složka a vytváří se povlak na chlazeném povrchu, který ovlivňuje míru přenosu tepla [6]. Na obr. 2 je zachyceno vytváření a postupné usazování vrstvy polymeru po zanoření zkušební vzorku. Tento povlak má gelový charakter a jeho tloušťka je závislá především na koncentraci, ale i na počáteční teplotě polymerního roztoku. Tloušťka této vrstvy pak výrazně ovlivňuje intenzitu přenosu tepla během celé fáze blánového varu. Obecně intenzita chlazení stoupá s klesající koncentrací polymeru, klesající počáteční teplotou polymerního roztoku a případně s rostoucí rychlostí vynuceného proudění. PAG roztoky v porovnání s vodou vytvářejí tento povlak mnohem stabilnější, což umožňuje rovnoměrný přenos tepla. Navíc dochází k porušení této vrstvy prakticky ve stejný čas podél celého chlazeného povrchu [3]. Díky tomu je omezen vznik prasklin a deformací.

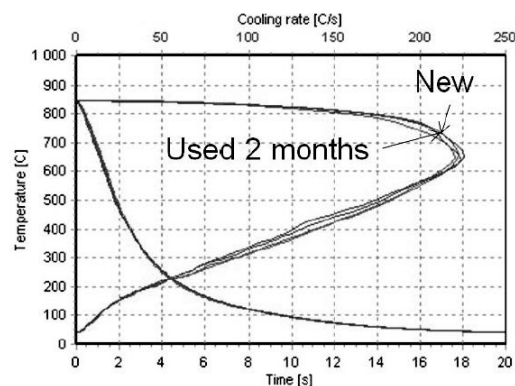
Jakmile pak povrchová teplota klesne pod 65 – 85 °C, vrstva polymeru se kompletně rozpouští zpět do roztoku, a vytváří tak znovu chladicí lázeň jednotné koncentrace. Kovové díly tak mají po vytažení z chladicí lázně téměř čistý povrch a dochází pouze k zanedbatelnému snížení koncentrace polymerního roztoku. Při vytažení dílu za vyšší teploty je rozpuštění nedokonalé, a dochází tak ke ztrátám účinných látek vlivem jejich ulpění na chlazeném povrchu [7].



Obr. 2 Vytváření a usazování vrstvy polymeru na povrchu kovového dílu [8]

Fig. 2 Creating and sedimentation of a polymer film around the surface of the metallic part [8]

PAG roztoky degradují velmi pomalu (viz obr. 3), tedy změna vlastností chladicího media je pozvolná a kontrola může být prováděna pouze při běžné údržbě. Navíc jsou tyto roztoky bezpečnější než oleje, nehoří a nekouří při zahřívání a nejsou toxické. PAG roztoky tedy přinášejí nižší ekologické i zdravotní riziko [4].



Obr. 3 Příklad pomalého stárnutí PAG roztoků [9]

Fig. 3 Slow degradation of PAG quenchants [9]

3. Experiment

Standardní zkoušky chladiv často probíhají podle normy ISO 9950 a v současnosti je používaným zařízením např. ivf Smart Quench™ systém. Vzorek je zhotoven z Inconelu o průměru 12,5 mm a délce 60 mm. Termočlánek je umístěn v geometrickém středu vzorku. Získané chladicí křivky tedy nepostihují povrch, ale pouze střed válce, což bylo pro účel níže popisovaného řešení nedostatečné.

3.1 Zkušební vzorek

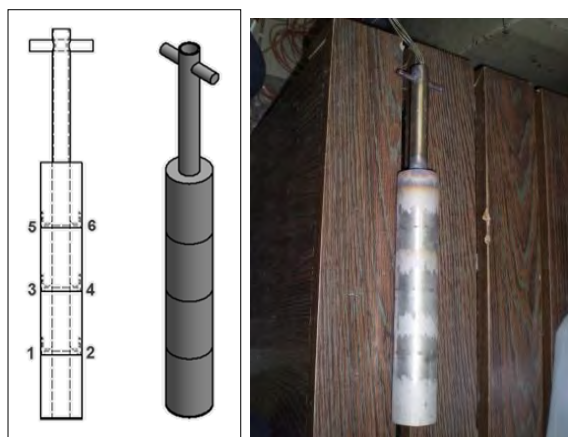
Testy chladivosti při zanořování se někdy získávají při užití malých vzorků, u kterých se měří průběh teploty v jeho středu. Posuzuje se pak pouze gradient poklesu teploty při zanoření. Ambice tohoto projektu byly poněkud vyšší a cílem bylo využít vzorek, který by měl větší rozměr a tvarem by se mohl více blížit ke skutečným chlazeným dílům. Hlavním cílem bylo pak získat nejen chladicí křivky, ale i průběhy součinitele přestupu tepla (HTC) v závislosti na povrchové teplotě. Navíc se zjišťovalo, jak se chlazení mění po výšce vzorku.

Pro experimenty byl vyroben vzorek z ocelové trubky materiálu DIN 1.4301. Byly vytvořeny 4 segmenty, do kterých byly zabudovány termočlánky umístěné 2 mm pod povrch. Tyto segmenty byly poté svařeny a termočlánky vyvedeny středem trubky. Svařený kus byl následně povrchově upraven broušením.



Obr. 4 Zabudování termočláneků do zkušebního tělesa

Fig. 4 Incorporation of thermocouples into the test piece



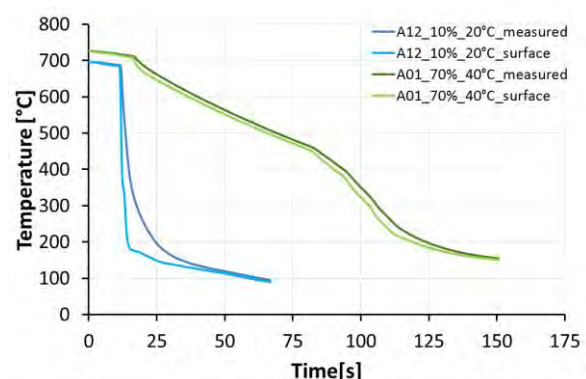
Obr. 5 Schéma s termočládky a fotografie celé sestavy
Fig. 5 Design with thermocouples and photo of the whole set

3.2 Průběh experimentu

Experimentální vzorek byl ohřát v peci na teplotu 700 °C, přičemž horní uchopovací část byla odizolována a sahala ven z pece. Poté byl vzorek vytažen a kolmo ponořen do 10 litrů polymerního roztoku o příslušné koncentraci a teplotě. V popisovaném projektu se zkoumalo chlazení zanořováním zkušební tělesa do chladicí kapaliny na bázi PAG roztoků. Následně probíhalo měření přibližně po čtyři minuty. Hodnoty z termočládků byly zaznamenány pomocí datalogeru a poté použity jako vstupy pro inverzní úlohy [10] k výpočtu tepelných toků, povrchových teplot a součinitelů přestupu tepla. Rozdíl mezi průběhy měřených teplot v hloubce termočládku a vypočtených povrchových teplot lze pozorovat na obr. 6.

4. Výsledky experimentu

Bylo měřeno 14 kombinací parametrů (viz tab. 1). Dále uváděné výsledky ukazují jejich průměrné hodnoty na celém zkušebním tělese. Přesnější průběh na jediném termočládku je možné vidět v kapitole 4.3, kde je v grafech znázorněna i opakovatelnost jednotlivých měření.



Obr. 6 Průběhy změřené a povrchové teploty v závislosti na použité koncentraci a teplotě chladiva

Fig. 6 Measured and surface temperature curves depending on concentration and temperature of the coolant

Graf na obr. 6 ukazuje naměřené a povrchové teploty v průběhu dvou experimentů A01 a A12. Tento graf vyjadřuje podstatu zkoumaného problému. Lze pozorovat velký rozdíl v intenzitě chlazení v závislosti na použité koncentraci kapaliny a její teplotě.

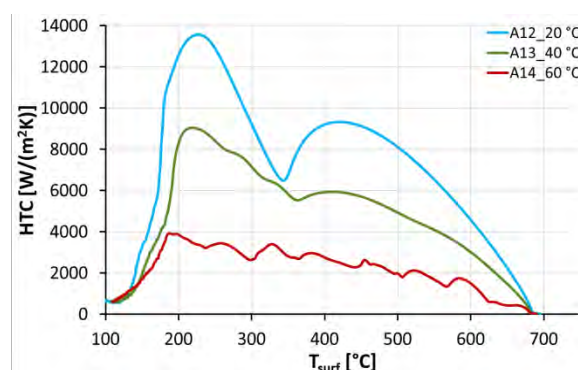
Tab. 1 Tabulka experimentů

Tab. 1 Table of experiments

Exp.	Koncentrace PAG roztoku	Teplota chladiwa na zač. exp.	Teplota chladiwa na konci exp.
	[%]	[°C]	[°C]
A01	70	40,5	52,1
A02	70	39,9	52,6
A03	70	20,6	34,4
A04	70	60,2	72,2
A05	70	21,1	35,2
A06	50	19,6	34,4
A07	50	40,5	54,1
A08	50	59,6	71,4
A09	30	20,1	34,6
A10	30	40,0	53,1
A11	30	60,1	72,0
A12	10	19,4	34,2
A13	10	40,2	53,8
A14	10	59,8	70,8

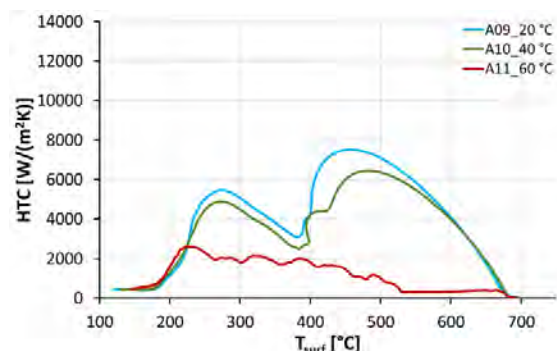
4.1 Závislosti intenzity chlazení na teplotě povrchu při různých počátečních teplotách chladiva

Na obr. 7 a 8 jsou zachyceny intenzity chlazení pro běžně užívané koncentrace polymerních roztoků. Na obr. 7 jsou vyhodnocena data z experimentů, při kterých byla jednotná koncentrace chladiva 10 % a jeho počáteční teplota byla 20, 40 a 60 °C. Na obr. 8 jsou pak data z experimentů pro shodné počáteční teploty chladiva, ale při koncentraci chladiva 30 %.



Obr. 7 Graf průměrného HTC na vzorku při různých teplotách chladiva a koncentraci 10 %

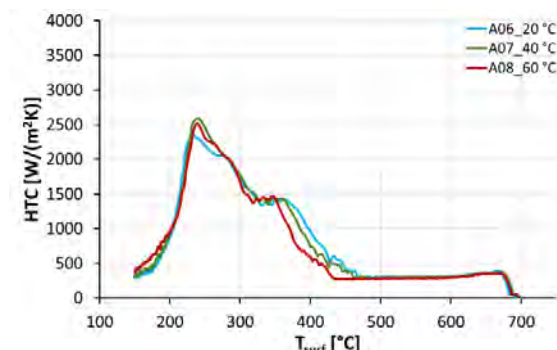
Fig. 7 Average HTC on the surface for 10 % PAG quenchant at different temperatures



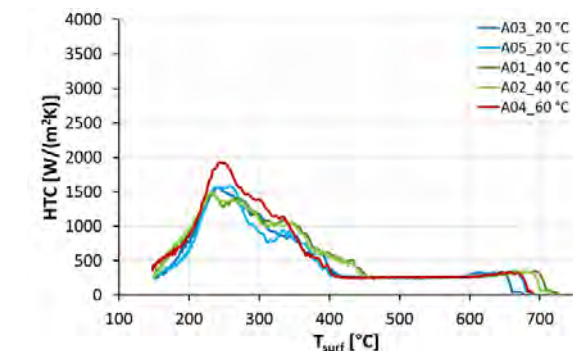
Obr. 8 Graf průměrného HTC na vzorku při různých teplotách chladiva a koncentraci 30 %
Fig. 8 Average HTC on the surface for 30 % PAG quenchant at different temperatures

Ve druhém případě (obr. 8) lze pozorovat nižší součinitele přestupu tepla, a tedy nižší intenzitu chlazení. Povaha závislosti součinitele přestupu tepla na povrchové teplotě však zůstává stejná. Na obr. 8 je vidět odlišné chování chladiva při koncentraci 30 % a teplotě 60 °C, kdy intenzivnější chlazení nastává až pod povrchovou teplotou 530 °C.

Na obr. 9 a 10 jsou data vyhodnocená z experimentů s chladivem o koncentracích vyšších. Už při koncentraci 50 % (obr. 9) je patrné další výrazné snížení intenzity přenosu tepla. Především ale dochází ke skokové změně této intenzity při povrchové teplotě kolem 450 °C, což podstatně mění celkový průběh ochlazování a bude dále diskutováno.



Obr. 9 Graf průměrného HTC na vzorku při různých teplotách chladiva a koncentraci 50 %
Fig. 9 Average HTC on the surface for 50 % PAG quenchant at different temperatures

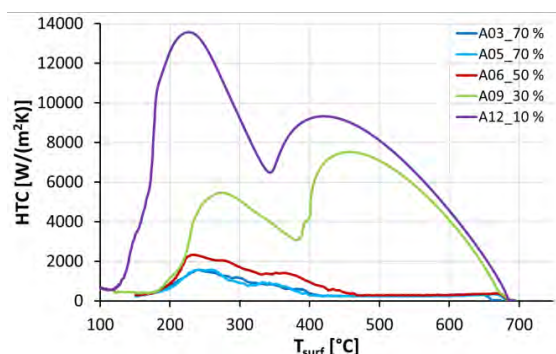


Obr. 10 Graf průměrného HTC na vzorku při různých teplotách chladiva a koncentraci 70 %
Fig. 10 Average HTC on the surface for 70 % PAG quenchant at different temperatures

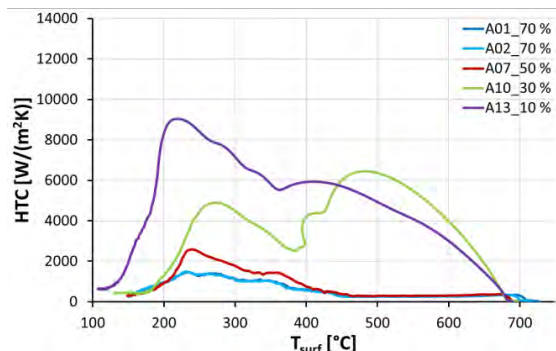
Při použití polymerního roztoku o koncentraci 70 % (obr. 10) byly experimenty s počátečními teplotami 20 a 40 °C pro ověření zopakovány. Je zde názorné snižování povrchové teploty, při které dochází k výrazné skokové změně v této intenzitě. Snižování maxima této intenzity už je ve srovnání s roztokem o koncentraci 50 % poměrně malé.

4.2 Závislosti HTC na teplotě povrchu při různých koncentracích chladiva a dané počáteční teplotě

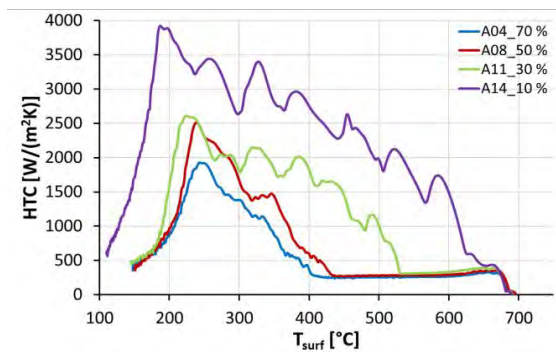
Na obr. 11 – 13 je závislost součinitele přestupu tepla na povrchové teplotě uvedena pro jednotné počáteční teploty polymerního roztoku (20, 40 a 60 °C) při jeho různých koncentracích.



Obr. 11 Graf průměrného HTC na vzorku při různých koncentracích chladiva za teploty 20 °C
Fig. 11 Average HTC on the surface for concentrations of PAG quenchant at the temperature of 20 °C



Obr. 12 Graf průměrného HTC na vzorku při různých koncentracích chladiva za teploty 40 °C
Fig. 12 Average HTC on the surface for concentrations of PAG quenchant at the temperature of 40 °C

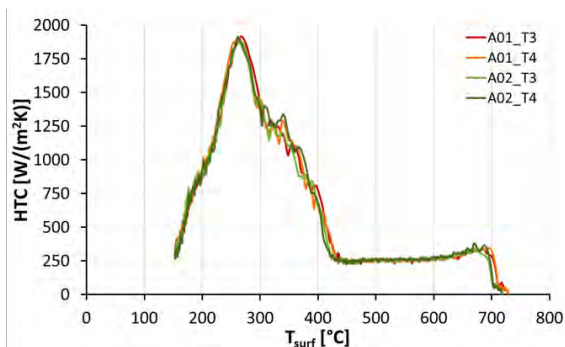


Obr. 13 Graf průměrného HTC na vzorku při různých koncentracích chladiva za teploty 60 °C
Fig. 13 Average HTC on the surface for concentrations of PAG quenchant at the temperature of 60 °C

Pro danou počáteční teplotu chladiva je zřetelné, že povrchové teploty, při kterých dochází ke skokové změně v intenzitě chlazení, se snižují s rostoucí koncentrací chladiva.

4.3 Opakovatelnost experimentu

Pro koncentraci 70% polymeru ve vodě byly opakovány experimenty s počáteční teplotou kapaliny 20 °C (A03, A05) a počáteční teplotou 40 °C (A01, A02). Pro ukázkou byly zvoleny hodnoty z termočlánků ve střední poloze – tedy T3 a T4. Na obr. 14 je vidět dobrá opakovatelnost zaznamenaných hodnot, kde se křivky závislosti součinitele přestupu tepla pro zvolené podmínky experimentu těsně kryjí v celém rozsahu teplot.



Obr. 14 Data z termočlánků T3 a T4 při experimentech A01 a A02
Fig. 14 Data from thermocouples T3 and T4 during experiments A01 and A02

Závěr

Experimenty tepelného zpracování ukázaly výraznou závislost chladicí intenzity na koncentraci polymerního roztoku. Zásadní rozdíly jsou mezi koncentrací chladiva 30 % a 50 %. Zatímco pro běžně užívané koncentrace do 30 % dochází okamžitě k intenzivnímu chlazení, při koncentracích 50 % a vyšších se intenzita chlazení drží pouze kolem 400 W/m²K a při určité povrchové teplotě dochází ke skokovému nárůstu této intenzity. Při počáteční teplotě 60 °C výše uvedený jev nastává dokonce i při koncentracích chladiva nižších. Obecně je tedy možné konstatovat, že chladicí intenzitu není možné plynule měnit změnou koncentrace. Chlazení probíhá buď v režimu blánového, nebo bublinového varu. V oblasti bublinového varu (při nižších koncentracích polymeru přibližně do 40 %) je možné ovlivnit intenzitu chlazení koncentrací chladiva, ale v tomto případě se jedná o poměrně malé rozsahy ve srovnání s rozdíly mezi blánovým a bublinovým varem (obr. 6).

Velmi zajímavý jev se ukazuje při použití roztoku s počáteční teplotou 60 °C. Zde nastává postupná změna povrchové teploty, při které dochází ke skokové změně v intenzitě chlazení pro jednotlivé koncentrace kapaliny.

Dalším důležitým závěrem je fakt, že intenzity chlazení mohou být u určitých koncentrací polymeru silně závislé na teplotě chladiva. Z provozního hlediska je nutno počítat, s jakou přesností je možné udržet teplotu kapaliny v určitém rozsahu. Příliš velké ohřátí kapaliny během chlazení může totiž způsobit závažné změny v předpokládané intenzitě chlazení.

Poděkování

Výsledky tohoto projektu NETME CENTRE PLUS (LO1202) byly získány za finančního přispění MŠMT v rámci účelové podpory programu “Národní program udržitelnosti I”.

Literatura

- [1] SANCHEZ, S. G., GASTON, A., TOTTEN, G. E. Computational Modeling of Heat Treating Processes by Use of HT-MOD and ABAQUS. *Latin American Applied Research*, Vol. 41, 2011, pp. 217-224
- [2] RAMESH, G., NARAYAN, K. Prabhu. Spatial Dependence of Heat Flux Transients and Wetting Behavior during Immersion Quenching of Inconel 600 Probe in Brine and Polymer Media. *Metallurgical and Materials Transactions B*, Vol. 45, 2014, issue 4, pp. 1355-1369. DOI: 10.1007/s11663-014-0038-7
- [3] MACKENZIE, D. S. Design of Quench Systems for Aluminum Heat Treating Part I: Quenchant Selection. *Industrial Heating*, Vol. 6, June 2006, pp. 53-57
- [4] EDENS, M. Understanding Quenchants and their Effects. *Industrial Heating*, Vol. 3, March 2006, pp. 49-53
- [5] GORYUSHIN, V. V., SHEVCHENKO, S. Yu. and D02 Committee. On the Use of Polymer Quenchants in Industry. *Metal Science and Heat Treatment*, Vol. 52, 2010, pp. 255-259. DOI: 10.1520/d6666-04r14
- [6] TOTTEN, G. E., WEBSTER, G. M., BATES, C. E. An Overview of Aluminum Quenching with Polymer Quenchants. *Industrial Heating*, Vol. 11, November 1998, pp. 61-66
- [7] Quenchants. *PetroFer Chemie* [online]. 2014 [cit. 2014-11-24]. Dostupné z: http://www.petrofer.com/fileadmin/user_upload/dokumente/Abschreckmedien_E.pdf
- [8] POTEET, D., TOTTEN, G.E., CANALE, L. C. F. Designing Quench Systems for Induction Hardening: Part I. *Industrial Heating*, Vol. 9, November 2005, pp. 43-46
- [9] TROELL, E., KRISTOFFERSEN, H. Influence of Ageing and Contamination of Polymer Quenchants on Cooling Characteristics. *BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte*, Vol. 155, 2010, issue 3, pp. 114-118. DOI: 10.1007/s00501-010-0546-y
- [10] POHANKA, M.: *Technical Experiment Based on Inverse Tasks in Mechanics*. [Ph.D. Thesis], Brno: Faculty of Mechanical Engineering, Brno University of Technology, 2006

Vplyv podielu spevňujúcej fázy na vybrané vlastnosti časticového kompozitu $\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{SiC}$

Influence of the Toughening Phase Volume on Selected Properties of the particulate $\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{SiC}$ Composite

Ing. Zuzana Gábrišová, PhD.¹, Ing. Alena Brusilová, PhD.¹

¹STU v Bratislave, Strojnícka fakulta, Ústav technológií a materiálov, Pionierska 15, 831 02 Bratislava, Slovenská republika

Významné postavenie medzi keramickými materiálmi má konštrukčná keramika na báze nitridu kremíka. Dôvodom je predovšetkým jeho pevnosť a oteruvzdornosť pri vysokých teplotách, odolnosť voči korózii a creepu. Hlavnou nevýhodou nitridu kremíka ako aj keramických materiálov všeobecne, je ich zvýšená krehkosť. Jednou z možností zvýšenia húževnatosti keramických materiálov je pridávanie sekundárnych fáz vo forme keramických častíc, whiskerov alebo vlákien do matrice, t.j. vytvorením kompozitných materiálov. Predmetom príspevku je posúdenie vplyvu podielu spevňujúcej fázy SiC kompozitného materiálu s Si_3N_4 matricou na jeho mikroštruktúru a vybrané vlastnosti, ako je merná hmotnosť, tvrdosť a lomová húževnatosť. Experimentálnym materiálom bol monolitný nitrid kremíka a časticový keramický kompozit s Si_3N_4 matricou s rôznym podielom spevňujúcej fázy SiC (5 a 20 obj. %). Tvrdosť a lomová húževnatosť bola stanovená indentačnou Vickersovou metódou na základe merania dĺžok uhlopriečok vtlačkov a iniciovaných trhlin.

Kľúčové slová: nitrid kremíka; spevňujúca fáza; kompozit; tvrdosť; lomová húževnatosť

Silicon nitride is among technical ceramics one of the most promising material, which offers high strength, hardness, wear resistance, and good thermal shock resistance. Good mechanical properties, chemical stability and reliability maintains even at elevated temperatures what is required at applications in demanding working conditions such as engine components, gas turbines, bearings, cutting tools. The toughness of Si_3N_4 is almost the highest among ceramics. However, ceramic materials are very brittle, which limits their use for other applications. The progress of composite materials led to an improvement of some properties of the monolithic matrix. For example, in particulate ceramic composites can be achieved increasing of fracture toughness without significant loss of hardness. The toughness of Si_3N_4 can be improved by fibres toughening, secondary particle toughening, platelet toughening or by self-reinforced and multilayer toughening. The aim of this study is to quantify the influence of SiC amount on microstructure, relative density and some mechanical properties (hardness, fracture toughness) of silicon nitride by adding different volumes of particulate silicon carbide.

The samples of Si_3N_4 monolith and composites $\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{SiC}$ (5 and 20 vol. %) were prepared by hot pressing. Hardness and fracture toughness were determined by Vickers method. On the basis of measurements it was observed that increase of SiC amount in silicon nitride matrix resulted in deceleration of $\alpha \rightarrow \beta$ - Si_3N_4 transformation along with limitation of the elongated β - Si_3N_4 grains growth. No noticeable influence of higher SiC amount on relative density and hardness was observed. The hardness of $\text{Si}_3\text{N}_4 + 20$ vol. % SiC composite was higher only by approx. 5.5 % than hardness of monolithic Si_3N_4 . In the case of fracture toughness, the increase of SiC amount influenced the toughness in an unfavourable manner. The fracture toughness of $\text{Si}_3\text{N}_4 + 20$ vol. % SiC composite was approx. 15.38 % lower than that of the Si_3N_4 monolith. Based on the results, the supposed toughening of the silicon nitride ceramics was not achieved by adding SiC particles.

Key words: silicon nitride; toughening phase; composite; hardness; fracture toughness

Nitrid kremíka patrí medzi najviac preštudované keramické materiály a je pomerne často využívaný predovšetkým pre náročné aplikácie. Dôvodom je najmä jeho výborná pevnosť a oteruvzdornosť pri vysokých teplotách, odolnosť voči korózii a creepu. Vďaka tomu získal nenahraditeľné miesto medzi materiálmi pre vysokoteplotné aplikácie a v trecích uzloch, napr. v spaľovacích motoroch, plynových turbínach alebo ložiskách. Keramické materiály vo všeobecnosti sú

krehké a majú relatívne nízku spoľahlivosť. Krehkosť je spôsobená chemickou väzbou, ktorá je prevažne kovalentná, resp. iónová. Veľká pozornosť je zameraná na pochopenie procesu iniciácie a šírenia trhlin v keramických materiáloch. Sú skúmané procesy, vedúce k vytvoreniu tzv. procesnej zóny pred čelom trhliny, ktoré v konečnom dôsledku vedú k zvýšeniu lomovej húževnatosti keramiky. Keramické materiály na báze Si_3N_4 a Al_2O_3 vykazujú R- krivkové správanie,

t.j. s rastom dĺžky trhliny sa zvyšuje odolnosť voči šíreniu trhlín. Pri tomto jave sa uplatňujú mechanizmy zvýšenia húževnatosti [1,2]. Jednou z možností zvýšenia húževnatosti keramických materiálov je pridávanie sekundárnych fáz vo forme keramických častíc, whiskerov alebo vlákien do matrice, t.j. vytvorením kompozitných materiálov. Vďaka priaznivým mechanickým vlastnostiam sa dostávajú do popredia kompozitné materiály spevnené časticami, ako napr. $\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{SiC}$, Al_2O_3 , ZrO_2 , resp. TiN častice [3].

Viacerí autori sa zaoberali skúmaním mechanických vlastností nanokompozitu $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-SiC}$ [4,5]. Skúmaním kompozitných materiálov na báze Si_3N_4 s rôznym podielom nanočastíc SiC [5] bolo zistené, že so zvyšujúcim sa obsahom SiC sa znižovala hodnota relatívnej hustoty, t.j. zvyšovaním množstva SiC sa obmedzuje zhutnenie kompozitného materiálu. Sledovaný bol ďalej vplyv podielu nanočastíc SiC na lomovú húževnatosť a tvrdosť kompozitu. Priaznivý vplyv na lomovú húževnatosť má prídavok 5 % a 10 % SiC v porovnaní s monolitnou keramikou. TEM pozorovaním bolo zistené, že zvýšenie lomovej húževnatosti bolo spôsobené odklonením trhliny, kde SiC častica pôsobila ako prekážka proti šíriacej sa trhline. Predpokladá sa, že ak sú častice dostatočne malé v porovnaní s kritickou dĺžkou trhliny, ich prítomnosť v matrici nespôsobí zníženie lomovej húževnatosti [5]. Výrazný pokles lomovej húževnatosti bol zaznamenaný pri množstve 20 % SiC , kedy sa prejavil vplyv tvaru zŕn matrice. Pri tomto percentuálnom podiele karbidu kremíka je matrica tvorená prevažne rovnoosými zrnami, čo nepriamo vplyva na hodnoty lomovej húževnatosti. Priaznivý vplyv na lomovú húževnatosť má štiňlosť $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ zŕn [6]. Hodnota tvrdosti HV s rastúcim % nanočastíc SiC stúpala. Výrazné zvýšenie sa prejavilo pri obsahu 20 % SiC . Tento fakt sa dal predpokladať, pretože tvrdosť SiC je cca o (2,5 ÷ 3,5) GPa vyššia ako tvrdosť Si_3N_4 [5].

Predmetom príspevku je posúdenie vplyvu podielu spevňujúcej mikrofázy SiC kompozitného materiálu s Si_3N_4 matricou na jeho mikroštruktúru a vybrané vlastnosti, ako je merná hmotnosť, tvrdosť a lomová húževnatosť.

1. Experiment

Experimentálnym materiálom bol monolitný nitrid kremíka a časticový keramický kompozit s Si_3N_4 matricou s rôznym podielom spevňujúcej fázy SiC (5 a 20 obj. %). Stredná veľkosť častíc SiC bola $<3\mu\text{m}$. Experimentálne materiály boli pripravené lisovaním za studena s následným žiarovým lisovaním pri teplote 1 680 °C a lisovacím tlaku 34 MPa [7,8]. Čas lisovania bol 20 min. Zhutňovanie prebiehalo v atmosfére dusíka s pretlakom 75 kPa. Ako aktivačné prísady boli použité Y_2O_3 a Al_2O_3 v pomere, ktorý zodpovedá 10 hm.%

YAG (yttritohlinitého granátu $\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$) vo výslednej štruktúre. Z každého experimentálneho materiálu bolo pripravených 6 vzoriek. Merná hmotnosť vzoriek bola stanovená Archimedovou metódou podľa normy STN EN ISO 3369. Na základe teoretickej mernej hmotnosti a skutočnej mernej hmotnosti bola vypočítaná relatívna hustota vzoriek.

Na skúmaných vzorkách bola stanovená tvrdosť a lomová húževnatosť použitím Vickersovej indentačnej metódy (HV_{10}). Do každej vzorky bolo rovnomerne iniciovaných 5 vtlačkov. Pri stanovení lomovej húževnatosti K_{IC} sa na základe merania dĺžok iniciovaných trhlín vychádza z poznatku, že trhlina sa v poli napätia od zaťažujúceho indentora rozšíri do väčšej vzdialenosti, ak je materiál menej odolný voči jej šíreniu. Trhliny môžu byť Palmqvistove alebo centrálné [9]. Pre výpočet lomovej húževnatosti boli použité rovnice (1, 2):

- pre Palmqvistove trhliny podľa [10]:

$$K_{IC} = 0,0889 \cdot \sqrt{\frac{HV \cdot F}{4l_p}} \quad [\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}], \quad (1)$$

kde HV – tvrdosť podľa Vickersa [MPa],
 F – indentačná sila [N],
 l_p – priemerná dĺžka trhliny [μm].

- pre centrálné trhliny podľa [11]:

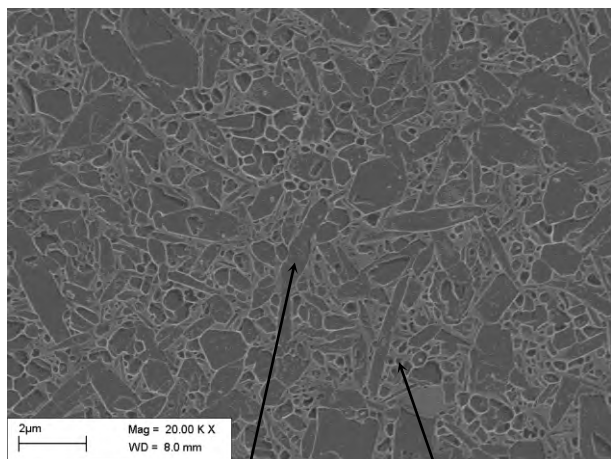
$$K_{IC} = 0,16 \cdot HV \cdot a^{1/2} \cdot \left(\frac{c}{a}\right)^{-1,5} \quad [\text{MPa} \cdot \text{m}^{1/2}], \quad (2)$$

kde HV – tvrdosť podľa Vickersa [MPa],
 a – polovica priemernej dĺžky uhlopriečky [m],
 c – súčet priemernej dĺžky trhliny a polovice priemernej dĺžky uhlopriečky [m].

2. Výsledky a diskusia

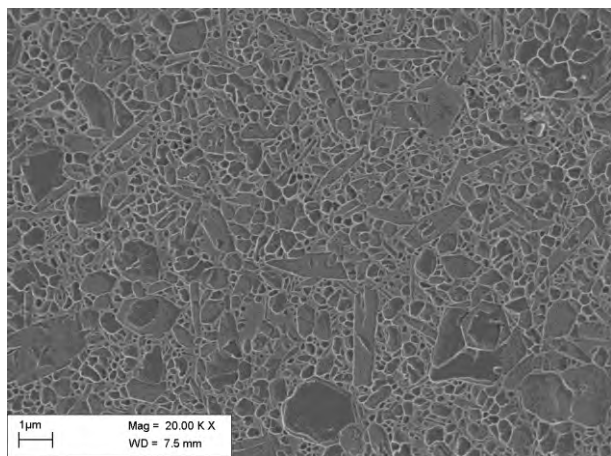
2.1 Vplyv podielu spevňujúcej fázy na mikroštruktúru kompozitného materiálu

Mikroštruktúra jednotlivých experimentálnych materiálov je dokumentovaná na obr. 1 až 3. Štruktúra monolitného Si_3N_4 (obr. 1) je tvorená rovnoosými zrnami $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ a zrnami $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$, ktoré majú prizmatický tvar. Podiel rovnoosých zŕn je nižší v porovnaní s podielom prizmatických zŕn. Pridaním 5 obj. % SiC do matrice si zrná $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ zachovali prizmatický tvar, ale sú jemnejšie, ako vyplýva z obr. 2. Pri obsahu 20 obj. % SiC sa zvýšil podiel rovnoosých zŕn na úkor prizmatických (obr. 3). Z uvedeného vyplýva, že pridávanie SiC častíc do matrice spomaľuje transformáciu $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ na $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ a rast prizmatických zŕn $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ je obmedzený. Výsledná štruktúra je tvorená prevažne rovnoosými zrnami.



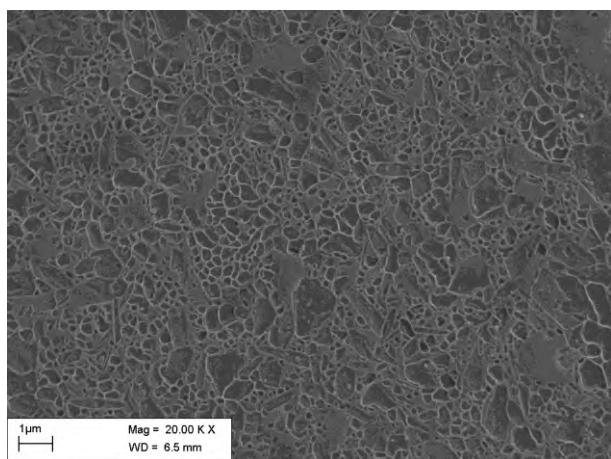
Obr. 1 Mikroštruktúra monolitného Si_3N_4

Fig. 1 Microstructure of monolithic Si_3N_4



Obr. 2 Mikroštruktúra $\text{Si}_3\text{N}_4 + 5\% \text{SiC}$

Fig. 2 Microstructure of $\text{Si}_3\text{N}_4 + 5\% \text{SiC}$

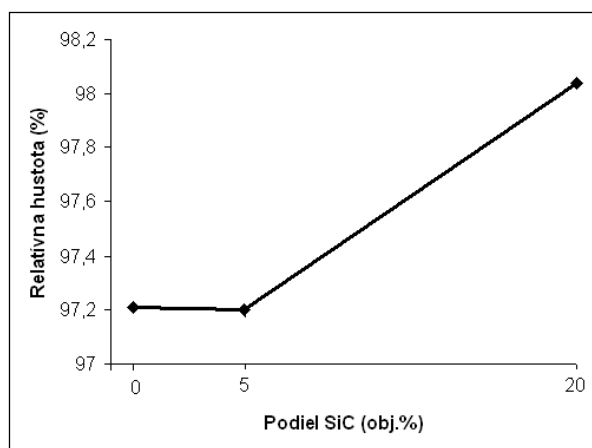


Obr. 3 Mikroštruktúra $\text{Si}_3\text{N}_4 + 20\% \text{SiC}$

Fig. 3 Microstructure of $\text{Si}_3\text{N}_4 + 20\% \text{SiC}$

2.2 Vplyv podielu spevňujúcej fázy na relatívnu hustotu

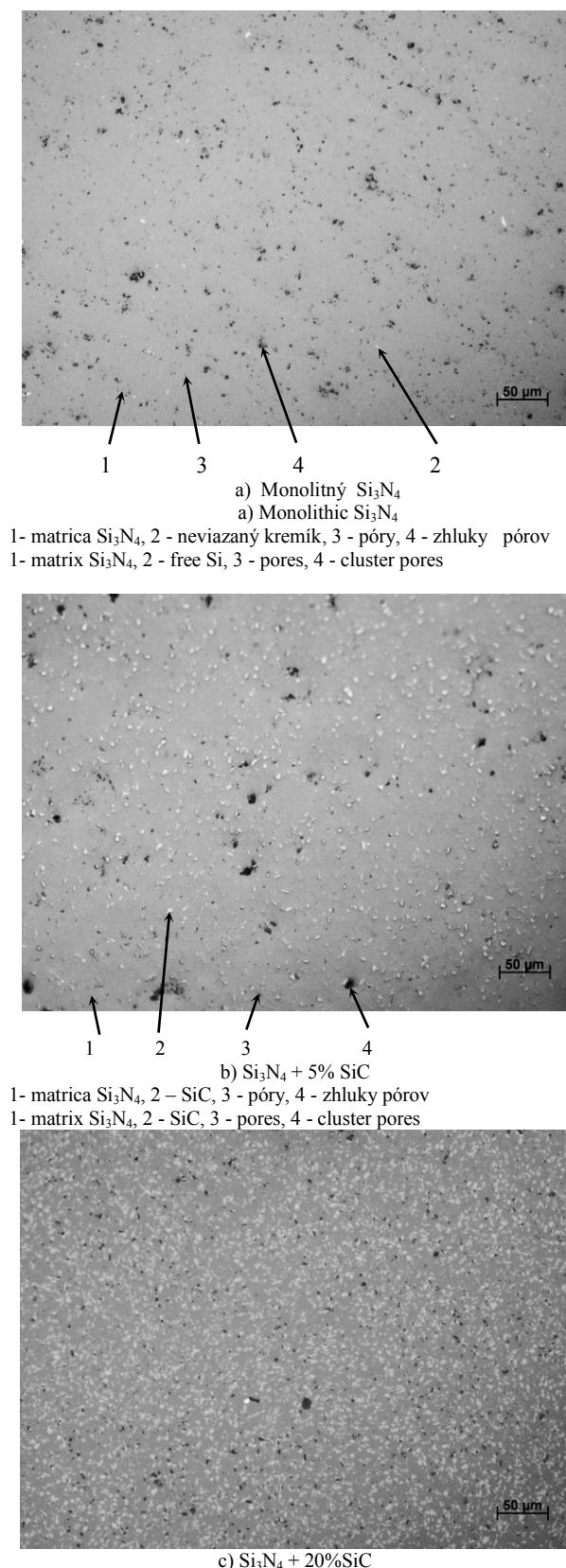
Závislosť relatívnej hustoty a podielu SiC je dokumentovaná na obr. 4. Maximálna hodnota relatívnej hustoty 98,04 % bola dosiahnutá pri materiáli s prídavkom 20 obj. % SiC (priemerná merná hmotnosť bola $3,25 \pm 0,03 \text{ g.cm}^{-3}$). Pri množstve 5 obj. % SiC bola dosiahnutá najnižšia hodnota relatívnej hustoty 97,20 % (priemerná merná hmotnosť bola $3,24 \pm 0,01 \text{ g.cm}^{-3}$). Pri monolitnej keramike to bola hodnota 97,21 % (priemerná merná hmotnosť bola $3,25 \pm 0,01 \text{ g.cm}^{-3}$). Rozdiel medzi maximálnou a minimálnou hodnotou relatívnej hustoty predstavuje 0,84 %. Vplyv podielu množstva spevňujúcej fázy na relatívnu hustotu materiálu bol nevýrazný. Môže to byť spôsobené tým, že merná hmotnosť je závislá predovšetkým od pórovitosti vzoriek. Na pórovitosť vzoriek má vplyv predovšetkým technológia prípravy, množstvo a druh spekacích prísad a parametre zhutňovania [6].



Obr. 4 Vplyv podielu SiC na relatívnu hustotu

Fig. 4 Influence of the SiC volume on relative density

Typická štruktúra monolitnej keramiky ako aj kompozitného materiálu je dokumentovaná na obr. 5. Na obr. 5a je štruktúra monolitnej keramiky Si_3N_4 . V sivej matici Si_3N_4 (1) možno pozorovať tmavé miesta malých (3) a väčších rozmerov (4). Malé tmavé plošky charakterizujú prítomnosť pórov, väčšie miesta môžu predstavovať zhľuky pórov prípadne vylúpnuté častice spojivovej fázy (vylúpnutie môže nastať počas metalografickej prípravy povrchu vzoriek). V štruktúre je možné pozorovať aj svetlé miesta (2), ktoré predstavujú pravdepodobne častice neviazaného kremika. Pri kompozitnom materiáli (obr. 5b, 5c) sú v matici Si_3N_4 (1) prítomné póry (3) a zhľuky pórov prípadne vylúpnuté častice spojivovej fázy (4). Svetlé miesta v štruktúre predstavujú častice SiC (2), ktoré sú v matici rozložené rovnomerne. V štruktúre sa nevyskytujú zhľuky SiC. Vo všetkých pozorovaných vzorkách je rozloženie pórov rovnomerné.

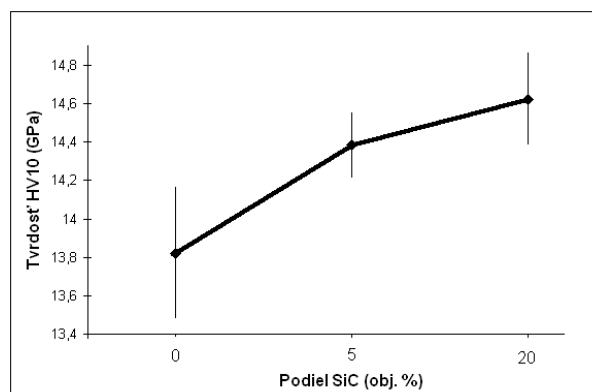


Obr. 5 Štruktúra experimentálnych materiálov
Fig. 5 Structure of experimental materials

2.3 Vplyv podielu spevňujúcej fázy na tvrdosť

Z grafickej závislosti dokumentovanej na obr. 6 je zrejmé, že najvyššia hodnota tvrdosti ($14,62 \pm 0,44$)

GPa sa dosiahla pri obsahu 20 % SiC. So znižovaním podielu SiC sa tvrdosť znižovala. Pri obsahu 5 % SiC bola nameraná tvrdosť ($14,38 \pm 0,29$) GPa, pri monolitnej keramike hodnota tvrdosti dosiahla ($13,82 \pm 0,62$) GPa. Rozdiel medzi maximálnou a minimálnou hodnotou tvrdosti predstavuje 5,5 % (0,81 GPa). Zvyšovanie hodnôt tvrdosti s rastúcim podielom SiC pravdepodobne súvisí s tým, že SiC má v porovnaní s nitrídom kremíka vyššiu tvrdosť [12]. Zvyšovanie tvrdosti s nárastom podielu SiC môže spôsobovať aj prítomnosť vyššieho podielu rovnosých zŕn $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$. Tvrdosť $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ je v porovnaní s tvrdosťou $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ vyššia [13].

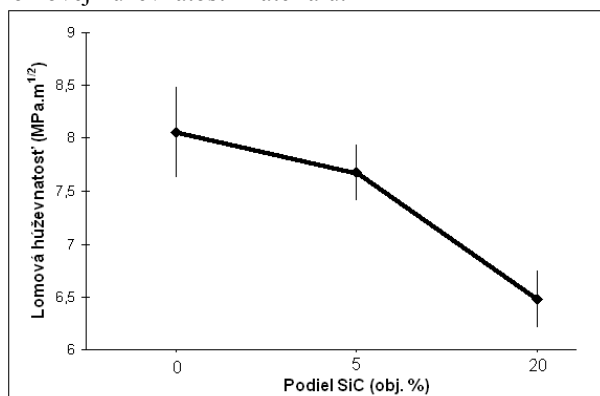


Obr. 6 Vplyv podielu spevňujúcej fázy na tvrdosť
Fig. 6 Influence of the SiC volume on hardness

2.4 Vplyv podielu spevňujúcej fázy na lomovú húževnatosť

Vo všetkých skúmaných vzorkách boli iniciované Palmqvistove trhliny. Maximálna hodnota lomovej húževnatosti ($8,05 \pm 0,38$) $\text{MPa.m}^{1/2}$ bola dosiahnutá pri monolitnom materiáli (obr. 7). Minimálna hodnota lomovej húževnatosti ($6,49 \pm 0,49$) $\text{MPa.m}^{1/2}$ bola zistená pri obsahu spevňujúcej fázy SiC v množstve 20 %. Pri obsahu 5 % SiC bola hodnota lomovej húževnatosti ($7,67 \pm 0,43$) $\text{MPa.m}^{1/2}$. Maximálny rozdiel predstavuje 1,18 $\text{MPa.m}^{1/2}$ (15,38 %). Z uvedeného je zjavné, že s rastom podielu SiC hodnota lomovej húževnatosti klesala. Môže to byť spôsobené tým, že častice SiC prítomné v matrici Si_3N_4 bránia rastu predĺžených zŕn $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ a tiež spomaľujú transformáciu $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ na $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$, ako je to popísané v práci [5,14]. Štruktúra monolitného Si_3N_4 je tvorená prevažne predĺženými zrnami $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$, ktoré majú priaznivý vplyv na lomovú húževnatosť [13], a preto je nameraná hodnota lomovej húževnatosti pri monolitnom materiáli najvyššia. Degradácia lomovej húževnatosti môže byť spôsobená aj rozdielnym koeficientom teplotnej rozťažnosti Si_3N_4 a SiC (koeficient teplotnej rozťažnosti nitrídu kremíka je $3,1 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, pre SiC je to $4,8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$). Vplyvom rozdielnej teplotnej rozťažnosti zostávajú pri výrobe kompozitného materiálu v okolí SiC častíc zvyškové napätia, ktoré nepriaznivo pôsobia na existujúce trhliny, t.j. ich vplyvom nastane šírenie

trhlín, čo sa v konečnom dôsledku prejaví na znížení lomovej húževnatosti materiálu.



Obr. 7 Vplyv podielu SiC na lomovú húževnatosť
Fig. 7 Influence of the SiC volume on fracture toughness

Experimentálne výsledky preukázali, že pridávanie SiC do Si_3N_4 matrice nemá priaznivý vplyv na zvýšenie lomovej húževnatosti.

Záver

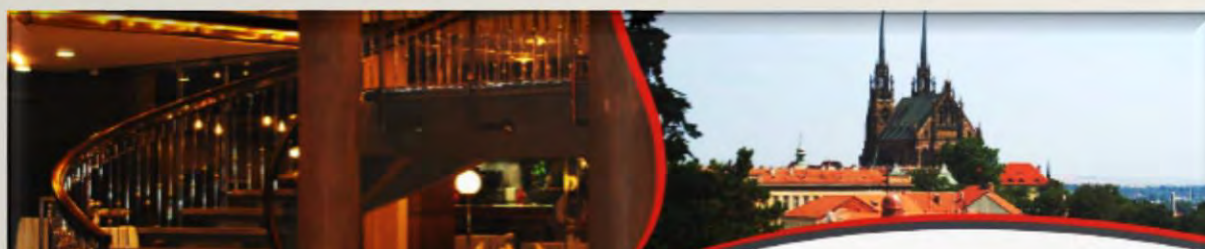
Cieľom príspevku bolo posúdenie vplyvu podielu spevňujúcej fázy časticového kompozitného materiálu $\text{Si}_3\text{N}_4 + \text{SiC}$ na jeho mikroštruktúru a vybrané vlastnosti. Pre lepšie pochopenie vplyvu spevňujúcej fázy na vlastnosti boli kompozitné materiály porovnávané s monolitným Si_3N_4 . Skúmanými vlastnosťami boli merná hmotnosť, tvrdosť a lomová húževnatosť. Z výsledkov meraní môžeme vyvodit' nasledujúce závery:

- Pridávanie SiC častíc do matrice spomaľuje transformáciu $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ na $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ a zároveň obmedzuje rast prizmatických zŕn $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$.
- Zvyšovanie podielu množstva spevňujúcej fázy nemá výrazný vplyv na mernú hmotnosť skúmaného materiálu.
- Pri skúmaní tvrdosti bola najvyššia hodnota dosiahnutá pri obsahu 20 obj. % SiC a najnižšia pri monolite Si_3N_4 . Pri znižovaní percentuálneho podielu SiC tvrdosť kompozitného materiálu klesala. Rozdiel v tvrdosti medzi najvyššou nameranou hodnotou a hodnotou monolitnej keramiky bol 5,5 %. Zvyšovanie hodnôt tvrdosti s rastúcim podielom SiC pravdepodobne súvisí s tým, že SiC má v porovnaní s nitridom kremíka vyššiu tvrdosť.
- Zvyšovanie podielu SiC nemá priaznivý vplyv na lomovú húževnatosť. Maximálna hodnota bola dosiahnutá pri monolitnom materiáli, minimálna pri najvyššom podiele SiC. Maximálny rozdiel je 15,38 %. Môže to byť spôsobené tým, že častice SiC prítomné v matrici Si_3N_4 spomaľujú transformáciu $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ na $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$ a obmedzujú rast predĺžených zŕn $\beta\text{-Si}_3\text{N}_4$, ktoré priaznivo vplyvajú na hodnoty lomovej húževnatosti.

Zo záverov je zrejmé, že pridávaním častíc SiC do matrice sa nedosiahlo predpokladané zvýšenie húževnatosti nitridu kremíka. Podobné výsledky boli zistené aj v prípade pridávania nanočastíc SiC do matrice Si_3N_4 . V oboch prípadoch sa dosiahlo zvýšenie tvrdosti. V prácach [1,14], ktoré sa venovali využitiu vysokoteplotných vlastností tohto keramického kompozitu sa potvrdil priaznivý vplyv SiC predovšetkým na pevnosť v ohybe a odolnosť voči creepu pri vysokých teplotách.

Literatúra

- [1] KOVALČÍK, J.: *Vysokoteplotné vlastnosti konštrukčných keramických materiálov na báze Si_3N_4* [Dizertačná práca], UMV SAV Košice, 2003
- [2] KALANTAR, M., FANTOZZI, G.: Termomechanical Properties of Ceramics - Resistance to initiation and propagation of crack in high temperature. *Mat. Sci. and Eng. A*, (2008), 273-280
- [3] VYSOCKÁ, A., ŠPAKOVÁ, J., DUSZA, J., BALOG, M., ŠAJGALÍK, P.: *Kovové Mater.*, 45 (2007), 223-239
- [4] HWANG, K., KIM, CH., AUH, K., CHEONG, D., NIIHARA, K.: Influence of SiC Particle Size and Drying Method on Mechanical Properties and Microstructure of $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiC}$ Nanocomposite. *Materials Letters*, 32 (1997) 251-257
- [5] SASAKI, G., NAKASAKE, H., SUGANUMA, K., FUJITA, T., NIIHARA, K.: Mechanical Properties and Microstructure of Si_3N_4 Matrix Composite with Nano-meter Scale SiC Particles. *Journal of the Ceram. Society of Japan*, 100 (1992) s.536-540
- [6] BRUSILOVÁ, A.: *Štúdium oteruvzdornosti konštrukčnej keramiky na báze Si_3N_4* . [Dizertačná práca], SJF STU Bratislava, 2003
- [7] HAVALDA, A., PULC, V., EMMER, Š., GONDÁR, E.: Analýza vlastností progresívnych materiálov a technológia ich prípravy. [Výskumná správa], Štátna úloha č.22/94, Bratislava, 1994, s. 82
- [8] PULC V., GONDÁR E., ŠVEC P.: Zariadenie pre lisovanie práškov za horúca. In: *Technológia '92*, Košice, 1992, s. 97-99
- [9] NIIHARA, K., MORENA, R., HASSELMAN, D. P. H.: Indentation Fracture Toughness of Brittle Materials for Palmqvist Cracks. *Fracture Mechanics of Ceramics*, 5 (1983) 97-105
- [10] SHETTY, D.K., WRIGHT, I.G., MINCER, N., CLAUSER, A.H.: Indentation fracture of WC-Co cermets. *J. of Mat. Science*, 20 (1985) 1873-1882
- [11] EVANS, A.G., CHARLES, E.A.: *J. Am. Ceram. Soc.*, 59 (1976) 371
- [12] Ústav anorganickej chémie SAVt. 2006. Karbid kremíka (SiC) [online]. MatNet.2006. <http://www.matnet.sav.sk/index.php?ID=239>
- [13] NAKAMURA, M., HIRAO, K.: Wear Behavior of $\alpha\text{-Si}_3\text{N}_4$ Ceramics. *WEAR*, 254 (2003) 94 – 102
- [14] HIRANO, T., NIIHARA, K.: Microstructure and Mechanical Properties of $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiC}$ Composites. *Materials Letters*, 22 (1995) 249-254



ME TAL[®]
2015

**24. ročník mezinárodní konference
metalurgie a materiálů**

2. OZNÁMENÍ

3. - 5. června 2015

Hotel Voroněž I, Brno Česká republika, EU



TANGER, spol. s r.o.
VŠB - Technická univerzita Ostrava
Česká společnost pro nové materiály a technologie
Inženýrská akademie České republiky
ACM International Czech Chapter

Materials Research Society of Serbia
Societate Portuguesa de Materiais
Austrian Society for Metallurgy and Materials
Norisk Materialtechnik Selisap
Associazione Italiana di Metallurgia
Societe Francaise de Metallurgie et de Matieres



Hutní
keramika **HK¹⁵**

10. ročník konference s mezinárodní účastí

1. OZNÁMENÍ

1. - 2. října 2015

Hotel Energetic****

Rožnov p. Radhoštěm, Česká republika



TANGER, spol. s r.o.
VŠB - Technická univerzita Ostrava
Katedra tepelné techniky
SEEIF Ceramic, a.s.

hutní výroba v ČR a SR

Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2014 a 2013									
	Výroba *)			Výroba	Index	Výroba	Index	Výroba	Index
	listopad	prosinec	leden-prosinec	listopad		prosinec		leden-prosinec (předběžn	
	2014	2014	2014	2013	2014/13	2013	2014/13	2013	2014/13
		tis.t		tis.t	%	tis.t	%	tis.t	%
KOKS									
CELKEM	277,76	295,73	3418,30	273,78	101,45	292,19	101,21	3359,55	101,75
z toho (HŽ) ČR	151,47	159,76	1848,64	149,07	101,61	156,69	101,96	1815,88	101,80
(HŽ) SR	126,29	135,97	1569,66	124,71	101,26	135,50	100,35	1543,67	101,68
AGLOMERÁT									
CELKEM	728,90	852,38	9555,30	685,85	106,28	767,10	111,12	8558,64	111,65
z toho ČR	478,20	499,78	5764,40	411,85	116,11	464,10	107,69	5543,29	103,99
SR	250,70	352,60	3790,90	274,00	91,50	303,00	116,37	3015,35	125,72
SUROVÉ ŽELEZO									
CELKEM	680,76	718,20	7990,82	633,71	107,42	658,35	109,09	7656,38	104,37
z toho ČR	344,48	361,97	4152,35	337,79	101,98	336,23	107,65	4039,53	102,79
SR	336,28	356,24	3838,47	295,92	113,64	322,12	110,59	3616,85	106,13
SUROVÁ OCEL									
CELKEM	872,92	885,96	10065,56	823,83	105,96	800,53	110,67	9681,79	103,96
z toho ČR	458,28	461,43	5360,16	442,03	103,68	405,97	113,66	5171,25	103,65
SR	414,64	424,53	4705,40	381,81	108,60	394,55	107,60	4510,54	104,32
KONTISLITKY									
CELKEM	833,00	848,31	9604,81	785,01	106,11	766,35	110,70	9208,91	104,30
z toho ČR	419,29	424,72	4910,57	404,17	103,74	372,77	113,94	4710,01	104,26
SR	413,71	423,60	4694,24	380,84	108,63	393,58	107,63	4498,90	104,34
BLOKOVNY									
CELKEM	49,34	48,12	586,12	48,79	101,13	46,43	103,63	560,03	104,66
z toho ČR	49,34	48,12	586,12	48,79	101,13	46,43	103,63	560,03	104,66
SR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VÁLCOVANÝ MATERIÁL									
CELKEM	784,66	693,24	9001,61	764,26	102,67	664,13	104,38	8744,16	102,94
z toho ČR	421,07	332,76	4822,06	407,60	103,30	344,82	96,50	4830,95	99,82
SR	363,59	360,47	4179,55	356,65	101,95	319,31	112,89	3913,21	106,81
TRUBKY									
CELKEM	69,21	48,88	769,89	67,11	103,13	39,95	122,36	736,26	104,57
z toho ČR	48,63	38,90	536,83	47,71	101,92	31,26	124,45	508,32	105,61
SR	20,58	9,98	233,06	19,40	106,09	8,69	114,84	227,94	102,24
TAŽENÁ, LOUPANÁ, BROUŠENÁ OCEL									
CELKEM= (HŽ)ČR	14,42	12,64	190,34	13,33	108,18	12,21	103,52	178,92	106,38
STUDENÁ PÁSKA KLASICKÁ									
CELKEM= (HŽ)ČR	1,55	0,84	28,81	2,69	57,41	1,55	54,06	29,08	99,06
POZNÁMKA: *) Za poslední měsíc jsou údaje předběžné									
Zpracoval: Hutnictví železa, a.s. - ing. Vala									

Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2015 a 2014, vč. upřesnění r. 2014									
	Výroba *)			Výroba	Index	Výroba	Index	Výroba	Index
	prosinec	leden	leden-prosinec	prosinec		leden		leden-prosinec	
	2014	2015	2014	2013	2014/13	2014	2015/14	2013	2014/13
		tis.t	(upřesněn)	tis.t	%	tis.t	%	tis.t	%
KOKS									
CELKEM	295,73	299,19	3 418,30	292,19	101,21	294,80	101,49	3 359,55	101,75
z toho (HŽ) ČR	159,76	157,52	1 848,64	156,69	101,96	159,58	98,71	1 815,88	101,80
(HŽ) SR	135,97	141,67	1 569,66	135,50	100,35	135,22	104,77	1 543,67	101,68
AGLOMERÁT									
CELKEM	852,38	881,08	9 555,30	767,10	111,12	777,21	113,36	8 558,64	111,65
z toho ČR	499,78	549,18	5 764,40	464,10	107,69	461,61	118,97	5 543,29	103,99
SR	352,60	331,90	3 790,90	303,00	116,37	315,60	105,16	3 015,35	125,72
SUROVÉ ŽELEZO									
CELKEM	718,20	721,98	7 990,82	658,35	109,09	678,82	106,36	7 656,38	104,37
z toho ČR	361,97	370,20	4 152,35	336,23	107,65	360,41	102,72	4 039,53	102,79
SR	356,24	351,78	3 838,47	322,12	110,59	318,41	110,48	3 616,85	106,13
SUROVÁ OCEL									
CELKEM	885,96	914,03	10 065,44	800,53	110,67	850,51	107,47	9 681,79	103,96
z toho ČR	461,43	487,50	5 360,04	405,97	113,66	457,42	106,58	5 171,25	103,65
SR	424,53	426,53	4 705,40	394,55	107,60	393,09	108,51	4 510,54	104,32
KONTISLITKY									
CELKEM	848,31	872,00	9 604,78	766,35	110,70	814,03	107,12	9 208,91	104,30
z toho ČR	424,72	446,36	4 910,54	372,77	113,94	421,87	105,81	4 710,01	104,26
SR	423,60	425,63	4 694,24	393,58	107,63	392,16	108,54	4 498,90	104,34
BLOKOVNY									
CELKEM	48,12	50,17	586,12	46,43	103,63	49,01	102,37	560,03	104,66
z toho ČR	48,12	50,17	586,12	46,43	103,63	49,01	102,37	560,03	104,66
SR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VÁLCOVANÝ MATERIÁL									
CELKEM	696,59	781,15	9 008,75	664,13	104,89	784,07	99,63	8 744,16	103,03
z toho ČR	336,12	404,37	4 829,20	344,82	97,48	433,57	93,26	4 830,95	99,96
SR	360,47	376,79	4 179,55	319,31	112,89	350,50	107,50	3 913,21	106,81
TRUBKY									
CELKEM	49,97	66,32	838,05	39,95	125,08	61,73	107,43	801,56	104,55
z toho ČR	39,99	47,18	605,38	31,26	127,93	42,40	111,26	573,62	105,54
SR	9,98	19,14	232,66	8,69	114,84	19,33	99,03	227,94	102,07
TAŽENÁ, LOUPANÁ, BROUŠENÁ OCEL									
CELKEM= (HŽ)ČR	13,23	19,45	215,93	12,21	108,38	17,97	108,21	196,92	109,65
STUDENÁ PÁSKA KLASICKÁ									
CELKEM= (HŽ)ČR	0,84	1,60	83,81	1,55	54,06	2,83	56,41	79,08	105,98
POZNÁMKA: *) Za poslední měsíc jsou údaje předběžné									
Zpracoval: Hutnictví železa, a.s. - ing. Vala									

zprávy z podniků, institucí a řešitelských pracovišť

Ekonomické prostředí ovlivňuje rozvoj metalurgie*

doc. Ing. Václav Kafka, CSc.¹

¹RACIO & RACIO, Orlová – Dolní Lutyně, Česká republika

1. Úvodní charakteristika ekonomického prostředí

Pro pojmenování ekonomických problémů současnosti je nejvhodnější využít závěrů „Davosského fóra“ [1]. Toto čtyřdenní setkání 1 600 manažerů, politiků a vědců již více než 30 let zůstává pro ekonomickou oblast patrně nejpozoruhodnější světovou událostí. Snad prvním a pozitivním výsledkem jejich zasedání v úvodu r. 2014 bylo, že polovina jeho účastníků byla v oblasti vývoje světové ekonomiky naladěna optimisticky. Dodejme, že v r. 2013 sdílela optimismus pouze třetina. Tato skutečnost obecně naznačuje v zásadě očekávání pozitivního ekonomického vývoje.

Důležitou realitou bylo konstatování, že *ze špičky světové ekonomické výkonnosti ustupují tradiční lídři, které nahrazují Švýcaři, Singapur, Finové a Němci*. Polsko je na 42. místě a Česká republika (ČR) je 46. Za významné považujeme, že se *přestává používat členění zemí na rozvinuté a rozvojové*. Nahrazuje je dělení na *inovačně zdatné a inovačně chabé*. Dodejme ještě, že známé a používané kritérium *udržitelnosti vývoje* se nahrazuje *udržitelností inovací*. To samo o sobě zcela zásadně zdůrazňuje úlohu zavádění inovací ve výrobě. Pokusme se sami odpovědět, jak si v těchto kritériích Polsko, Slovensko a ČR skutečně stojí.

Na druhé straně zpráva z Davosu rozlišuje země (podle výroby větší než 17 000 USD/obyvatele) na *bohaté a ostatní*. ČR je zařazena mezi 37 bohatých zemí.

Konkurenční schopnost zemí je hodnocena dvanácti kritérii. ČR za rok klesla o 7 míst na 46 příčku. Před námi je Bahrajn, Turecko a Mauretánie. A za ČR následuje Barbados, Litva a Itálie. Nejhuře je v ČR hodnocena důvěra k politikům (146. místo). Na druhé straně se konstatuje, že v ČR *roste vzdělanost*.

Zpráva z Davosu pojmenovává *31 globálních rizik*, doléhají na svět již od r. 2014. Za nejzásadnější považuje: *nestabilitu multipolárního světa*, „*ztracená generace*“ – *tedy mládež, která nepozná, co bývala*

plná zaměstnanost a zabezpečené stáří a poslední – kybernetická rizika ze zneužití komunikační a informativní technologie. Je zajímavé, že část rizik patřících do sféry tajných služeb, jako je použití grafenu, jehož pevnost má být 100krát vyšší než u oceli, se zde neuvádí.

Dále se zaměříme na obraz současného ekonomického vývoje a metalurgie.

2. Obraz současného ekonomického vývoje a metalurgie

Je známo, že současné hodnocení vývoje světové ekonomiky je spíše optimistické. Kupříkladu [2] posuzuje závěry hodnocených dotazníků 1 344 generálních ředitelů ze 68 zemí. Plných 44 % z nich predikuje již pro rok 2014 zlepšení globální ekonomiky. Pouze 7 % má opačný názor. Podobně vyznívají i předpovědi pro ČR [3]. Zpřesněné údaje Českého statistického úřadu předpokládají meziroční vzrůst hrubého domácího produktu (HDP) pro r. 2014 dokonce o 2,9 %.

Pro metalurgii zveřejněné statistiky tvrdí, že světová výroba surové oceli v dubnu 2014 byla o 1,7 % větší než před rokem [4]. Dále se uvádí, že panuje období relativní stability ve všech důležitých zemích, vyrábějících ocel [5]. Celosvětová výroba surové oceli stoupla v prvním pololetí 2014 na 821 mil. t, tj. o 2,5 % oproti minulému roku. Podle nejnovějších údajů světového svazu oceli Worldsteel přispěla k růstu znovu Čína se 3 %, Asie celkem s 2,9 %, ale i severní Amerika s 1,7 % a Afrika s 1,2 %. Oblastí s nejvyšším procentuálním růstem byla Evropská unie (EU), kde výroba oceli stoupla o 3,8 % na 84,2 mil. t. Z toho Německo dosáhlo růstu 4,2 %. Vytížení oceláren činí celosvětově 78,3 %, což i při rekordních výsledcích není na vysoké úrovni, ale bylo do značné míry stabilní [9]. Na druhé straně se upozorňuje, že v r. 2015 stoupne výroba oceli v Německu max. o 1,7 % na 43,6 mil. t, a to pouze za předpokladu zvýšené konjunktury [10].

Tedy při prvním pohledu můžeme být obecně se současným stavem vývoje spokojeni. Objevují se však důležité problémy, které tuto spokojenost narušují. Prvním je, zda HDP, tedy měřítko výkonu ekonomiky, je skutečně plně objektivní. A druhým problémem je skutečný stav rozvoje české metalurgie.

3. Jak hrubý domácí produkt vystihuje výkon ekonomiky a spokojenost (štěstí) obyvatel

Jak je známo, HDP každého státu s jistým zjednodušením zahrnuje součet přidaných hodnot (PH) všech jeho ekonomických subjektů. PH v zásadě obsahují souhrn osobních nákladů, odpisů, hospodářského výsledku a úroků v daném roce. Dodejme, že HDP v absolutní výši (celkový HDP) v ČR za r. 2013 činil 3 884 mld. Kč [6]. Pracuje se ovšem s HDP vztaženým na jednoho obyvatele daného státu.

Na první problém [7] upozorňuje porovnání HDP s ukazatelem hrubého národního produktu (HNP). HNP je definován teritoriálně. Do něj se nezapočítávají zisky cizinců v ČR, ale českých občanů ze zahraničních investic ano. HNP zohledňuje totiž odliv zisků a přeshraniční transakce. *Tedy zatímco HDP ČR kupříkladu rostl mezi roky 2000 až 2012 o 40,6 %, HNP pouze o 29,5 %.* Zjištěný rozdíl je naprosto zásadní. Podobné difference má Maďarsko nebo Irsko.

Další známou skutečností je, že s růstem životní úrovně (měřeno prostřednictvím HDP) prudce narůstá spokojenost občanů. Od určité míry blahobytu (dle HDP) už k nárůstu štěstí obyvatel však nedochází! A zde se projevuje další nedostatek ukazatele HDP. Nezahrnuje totiž další ukazatele ekonomické prosperity, které mají současně významný vliv na lidské štěstí. Tím je kupříkladu *zdravotní stav obyvatel vyjádřený kojeneckou úmrtností a věkem dožití. A také třeba úroveň vzdělání.* Tento významně komplexnější ukazatel byl pojmenován Human Development Index (HDI) – *index lidského rozvoje*. Od r. 1991 je tento ukazatel zpracováván i v OSN. Pro ČR vyznívá porovnání obou ukazatelů do značné míry lichotivé. Zatímco v HDP/obyvatele jsme na 37. místě na světě, tak v HDI na 28. světovém stupínku.

O zásadním významu uvedených rozdílných hodnocení hovoří velice názorně kupříkladu posouzení vývoje své země Američany [7]. USA si pro své potřeby zavedly ukazatel obdobný HDI a označili jej GPI. Zatímco ukazatel HDP stoupá v USA mezi roky 1950 až 2008 strmě vzhůru, jejich GPI od 70. let stagnuje a má v závislosti na čase spíše vodorovný lineární průběh. To je velice zásadní zjištění nejen pro Američany, ale i pro jiné státy používající stejné kritérium. Snad ještě jeden údaj z Číny. V r. 2006 si její ekonomové spočítali, že asi pětinu růstu jejího HDP země spotřebuje na vzniklé ekologické škody a vyčerpání přírodních zdrojů.

Ekonomická a politická veřejnost ukazatel HDP však zásadně neztrácuje. Musí si však být vědoma jeho

omezení. Je velkým úspěchem, že světová odborná veřejnost na tato zjištění reaguje a uvedené komplexnější hodnocení již zahrnuje do souboru svých preferovaných charakteristik. V ČR se však toto posouzení hodnocení výkonnosti výrobních jednotek bohužel dostatečně nevžilo. Musíme si být vědomi toho, že za dobrými technickými a ekonomickými výsledky každé ocelárny nebo slévárny je vždy vzdělaný, spokojený a šťastný pracovník, který vidí ve své práci svoji perspektivu.

4. Pohled na stav rozvoje české metalurgie

Situace v českém hutnictví do jisté míry kopíruje všeobecný stav průmyslu v ČR. Je známo, že v poslední době se do jisté míry zvyšuje poptávka po hutních výrobcích. Nicméně po jistém odeznění jak globální, tak i dluhové krize stále *přetrvává rozdílná efektivnost ve výrobě.* Bohužel i v období snad obecného ekonomického růstu se setkáváme s podniky, *jejichž zisková marže je velice různá.* Obvykle se předpokládá, že u zdravého ekonomického subjektu v období růstu by se zisková marže měla pohybovat okolo 10 % [11]. V metalurgii, vzhledem k jejímu nadměrnému zatížení investicemi, bychom mohli očekávat ziskovost snad asi okolo 4 %.

Skutečnost se však v řadě případů od daných, snad teoretických předpokladů mnohdy nemálo odlišuje. Jak je známo ve velkých hutních společnostech ve svém komplexu často kupříkladu méně hospodárnou válcovnu příznivě ovlivní třeba efektivnější ocelárna. Máme řadu poznatků o skutečně odlišné hospodárnosti jednotlivých výrobních jednotek. U menších výrobních jednotek, jako jsou slévárny, se řada z nich *pohybuje kolem tak zvané „černé nuly“.* A známe naopak slévárny, *kde se zisková marže u odlitků z železných kovů pohybuje od 10 do 14 %. U odlitků z neželezných kovů je to i nad 22 %.* Jenom velice málo sléváren v ČR lze zařadit mezi špičkové a dobře prosperující. *Snad pouze 10 až 20 českých sléváren lze začlenit do této excelentní skupiny.* To vysoce kontrastuje s tím, že v sousedním Německu by jich tam byla nejspíš polovina. To potvrzuje také zdroj [8], který se opírá o názory českých odborníků ve výrobě odlitků.

Na další postup ve snaze o zvýšení efektivnosti v metalurgii jsou již mezi odborníky poněkud odlišné názory. Jedna skupina se často přiklání k názoru, že opakovaná pojmenování existujících problémů, jejichž řešení by vedlo ke zvýšení jejich ziskovosti, jsou mírně řešeno nadbytečná. Často se ozývá: *My jsme si to museli také sami vyřešit. Nikdo nám přitom nepomáhal.* Na to přece máme tržní prostředí, které samoregulací zajistí odstoupení nekonkurenčních společností z tržní soutěže. Stanoviska jiné skupiny naopak vycházejí z předpokladu, že významným zdrojem problémů je nevědomost, nedorozumění a neznalost správného přístupu. Zde se v plné míře projevuje tzv. provozní slepota.

Pokusme se proto zrekapitulovat nejdříve alespoň základní vybrané problémy, se kterými bychom se v naší metalurgii chtěli setkávat co nejméně:

4.1 Vybrané úvodní problémy

Prvním problémem je zcela jistě *zajištění dobrého technického stavu zařízení a jeho správného seřízení*. Bohužel ještě dnes spatříme např. zadržávání držáků elektrod při jejich pohybu u elektrických obloukových pecí (EOP). Dále se pec nedá plně naklopit, uniká hydraulická kapalina atd. V oblasti tryskacích zařízení (TZ) pozorujeme nefunkční větrné odlučovače a metací jednotky, chybějící ampérmetry, řemeny na řemenicích metacích jednotek atd. U EOP často dochází ke špatnému seřízení pohybu elektrod. Obdobná situace je i u dalších agregátů. Např. u vzpomenutých TZ to jsou neseřížené větrné odlučovače, nerovnoměrné zatížení metacích jednotek, nezajištění optimální provozní směsi abraziva atd. S těmito nedostatky se setkáváme zejména u menších výrobních jednotek, ale neměly by se vyskytovat vůbec.

Druhým problémem je *provádění průběžné korekce pracovních postupů a režimů podle aktuálního vývoje cenové a nákladové hladiny*. Snad prakticky v každé výrobní jednotce jsou zpracovány detailní technologické postupy (DTP) pro každou fázi výroby. Tyto předpisy platí v nezměněné podobě mnohdy řadu let. Avšak ceny prakticky všech materiálů, přísad a energií se často mění. Proto by bylo na místě také provádět příslušné korekce těchto DTP. Nejedná se pouze o změny vedoucí k nákladové optimalizaci týkající se např. vsázky a přísad. Jedná se také o minimalizaci nákladů kupříkladu na přípravu formovacích hmot apod. Upřímně řečeno v kolika výrobních jednotkách tyto pravidelné úpravy provádíme? Tato běžná oprava (spíše kontrola) pracovních postupů se následně váže na vytváření ekonomického povědomí. Je prokázáno, že nákupci často kupují pouze nejlevnější produkt bez ohledu na jeho kvalitu. Tím je kupříkladu zajišťování abraziva pro TZ. Právě kvalitní abrazivo zcela zásadně ovlivňuje náklady na tryskání.

Dalším problémem je využívání výpočetní techniky. Na příkladu tavicích pecí lze dokladovat, že se snad veškeré informace běžně evidují. Data se zapisí do tavebního listu. Často se vloží i do PC, ale pak se již dále nezpracovávají. Příkladem může být doslovně špičkově technicky vybavená moderní ocelárna, kde byly automaticky evidovány prakticky veškeré možné hodnoty. Snad i vlhkost vzduchu. Na dotaz o jejich zpracování a praktickém využívání k řízení byla odpověď velice vyhybavá.

Dnes lze po ukončení tavby ihned stanovit, že vyrobená tuna oceli byla kupříkladu o 800 Kč oproti standardu dražší. Z toho odlišná skladba vsázky činila 300 Kč/t, jiná skladba kovových a nekovových přísad zdražila tunu o 250 Kč, vyšší tavicí předváha (třeba o 9 kg/t) zvýšila náklady o 115 Kč/t, lepší energetické režimy zlevnily ocel o 30 Kč/t, horší pracovní režimy zvýšily náklady o 60 Kč/t atd. Tyto údaje jsou skutečně

zásadním podkladem pro řízení a zadávání úkolů technickému rozvoji. Takový systém je vyvinut pro EOP, pánvové pece (LF), veškerou technologii sekundární metalurgie, kyslíkové konvertory (KK) a zařízení plynulého odlévání (ZPO). V ČR je zaveden ve třech ocelárnách již řadu let [13-15].

Významnou *příležitostí* lze spatřovat v této myšlence: Na základě výrazného pokroku ve výpočetní, řídicí a měřicí technice její miniaturizaci, mobilitě a zejména výraznému zlevnění, lze u hutních agregátů řadu dat relativně levně automaticky průběžně sledovat a v PC data evidovat, a to na všech úrovních řízení. Zde je třeba přivítat iniciativu Ing. Josefa Kuběny, CSc., který nastiňuje levné a jednoduché postupy využití „mikro“ výpočetní techniky pro hutní provozy.

4.2 Vybrané problémy s vyšším přínosem

Mezi ně patří v první řadě zejména otázky zaměřené na optimální využití schopností pracovníků a jejich motivace. Je to maximální využití talentu každého zaměstnance. Důsledné využití veškerých schopností pracovníků je hlavním vodítkem pro rozvoj všech firem v příštích pěti až deseti letech. *Vychází se mimo jiné z doloženého předpokladu, že každý z nás je vybaven minimálně jedním mimořádným talentem [8]. Když se podaří tento talent objevit a pracovník následně tuto činnost vykonává, je plně spokojen a docílí v ní mimořádných výsledků.*

Dále je to zásada, že všichni *pracovníci musí být ve své práci patřičně angažováni*. V té společnosti, kde manažeři úzkostlivě nedodržují všech *osm zásad angažovanosti*, nelze v žádném případě dlouhodobě dosahovat dobrých výsledků [8]. Uveďme si to na příkladě [12]: Z průzkumu Gallupova ústavu vyplývá, že v průměrné organizaci pracuje s plným nasazením pouze 13 % zaměstnanců. Dalších 63 % zaměstnanců pracuje jen v rutinním osobním režimu, bez zvláštního nasazení. Zbývajících 24 % svou práci nesnáší, nebo dokonce znehodnocuje výsledky ostatních pracovníků. Pro ČR je podíl těchto skupin horší (8, 62 a 30 %). Ve třetí skupině jsou pracovníci v práci nešťastní, neproduktivní a šíří mezi spolupracovníky negativní náladu. *Cílem je s pomocí motivace a reorganizací tuto skladbu změnit*. Snad se může docílit i poměru 75, 25 a 5 % [12]. Každá změna, byť pouze v procentech, je jak pro hospodárnost společnosti, tak i vlastního pracovníka přínosem.

V tomto smyslu je ve Slévárnách Třinec, a.s. úspěšně zaveden *systém vytváření ekonomického povědomí u pracovníků*. Tento přístup vychází z paradigmatu, že *všichni pracovníci si musí být vědomi základní skutečnosti, že obrazně řečeno nepracují s kilogramy surovin, s kilowatthodinami elektrické energie, s časem atd., ale s hodnotou*. Tedy tavič nemá na lopatě 8 kg feromanganu, ale 300 Kč. Tento princip na pilotním projektu byl v Třinci *ověřen a následně proškolením a zácvikem cca 150 slevačů úspěšně zaveden* [16]. Roční přínosy byly velice zajímavé. U zbytkového kovu v pánvích a snížení spotřeby modelových formovacích

směsí to bylo téměř 5 mil. Kč. Úspory se také projeví ve snižování spotřeby energií, brusných kotoučů, abraziva, chladítek a dalších komponent. Na jejich nákladovém snížení se však podílelo více aspektů, proto nebyly separátně vyčísleny. *Tento přístup je obecně aplikovatelný prakticky v každém našem provozu.* Je však třeba zdůraznit, že bez zdravých poměrů v provozu, bez otevřeného jednání, nelze tato opatření zavést. Tam, kde panují nezdravé vztahy v odměňování, kde se pracovníci bojí říci svůj názor, nelze očekávat přínosy v oblasti vytváření ekonomického povědomí.

Snad na závěr samozřejmě neúplného výčtu kroků, které zvyšují efektivnost práce v našich provozech, musíme uvést *německé zkušenosti v zavádění nových námětů a inovací.* V Německu bývají téměř vždy součástí výrobních společností výzkumná centra, oddělení (minimálně pracovníci), která přicházejí s inovacemi a zlepšeními [8]. To má za následek, že se tyto podniky drží na čele světového pokroku.

A jak je tomu u nás? Kupříkladu na našich konferencích bývá uvedena řada zajímavých a podnětných námětů a myšlenek, které by se mohly využít. Kolik z nás si položí otázku, co by šlo z toho v mé společnosti aplikovat? Kolik z nás se jeho vedoucí zeptá, co je pro vlastní společnost využitelné? Zavádění jakýchkoliv, třeba i zdánlivě jednoduchých zlepšení (kupříkladu formou známých a mnohdy i zdiskreditovaných zlepšovacích návrhů) ve všech oblastech metalurgie je živnou půdou pro zvyšování efektivnosti naší práce. Systém stálého zlepšování a pohled na výrobní pochod z hlediska toho, jak to dělat lépe, co dobrého využít od souseda, vede k docílení oněch německých výsledků.

Literatura

[1] JIRÁSEK, J. A.: Davoské fórum 2014. *Moderní řízení*, 2014, č. 2, s. 68-69

[2] PŘIKRYL, J.: Ředitelé firem jsou již optimističtější. *Moderní řízení*, 2014, č. 6, s. 30-33

[3] VAVROŇ, J.: Ekonomika se rychle dostává do obrátek. *Právo*, 2.7.2014, s. 15

[4] Weltrohrstahlproduktion im April 1,7 Prozent über Vorjahr. *Stahl Aktuell*, 22.5.2014

[5] UBS – Periode relativer Stabilität in allen wichtigen Stahl produzierenden Länder. *Stahl Aktuell*, 22.5.2014

[6] <http://cz.wikipedia.org/w/index.php>. [cit. 22.7.2014]

[7] BŘEČTAN, R.: Blahobyť měřený přes pračky a brýle. *Ekonom*, 2014, č. 26, s. 18-21

[8] Odborná komise ekonomická při ČSS – 16. rok aktivní činnosti. *Slévárenství*, 2014, č. 5 – 6, s. 190-193

[9] Stahlproduktion steigt wieder an. *Börsen-Zeitung*, 24.7.2014

[10] Deutsche Stahlindustrie ohne Schwung bis 2015. *Deutsche Mittelstands Nachrichten*, 22.7.2014

[11] KISLINGEROVÁ, E.: *Podnik v časech krize*. Grapa Publishing, a. s., 2010, 204 s. ISBN 978-80-247-3136-0

[12] MARTOCH, M.: Jak vést talenty rozvíjet silné stránky. *Moderní řízení*, 2014, č. 8-9, s. 74-75

[13] ČÁMEK L., BAIL, V., UHER, T., KAFKA, V., PETER, M., RAŠKA, P., BŮŽEK, Z.: Současný stav využívání metody nákladové kontroly výroby oceli v podmínkách ocelárny VÍTKOVICE STEEL a.s., 2001, *Acta Metaallurgica Slovaca*, 5/2001 (1/3), s. 48-53, ISSN – 1335-1532

[14] MARTÍNEK, L., FILA, P., KAFKA, V., BŮŽEK, Z., PROKEL, M.: Provozní zkušenosti s využitím znalostí nákladů jednotlivých taveb v operativním řízení elektrických obloukových pecí ocelárny ŽDAS, a.s., In. *XI. mezinárodní konference IRON AND STEELMAKING*, 2001, *Acta Metaallurgica Slovaca*, 5/2001 (1/3), s. 251-259, ISSN – 1335-1532

[15] ŠEDĚNKA, D., VOLNÝ, R., KRAYZEL, M., VEJMĚLKOVÁ, L., DUDA, V., KAFKA, V. Budování komplexního řídicího systému ocelárny VÍTKOVICE, HEAVY MACHINERY, a.s., In. *XV. mezinárodní konference IRON AND STEELMAKING*, s. 150-154, 14.-16.9.2005, Malenovice, ISBN 80-248-0947-8

[16] ŽIŽKA, I., KAFKA, V., VLADAR, Z., SZMEK, V., NOVOBILSKÝ, M.: Vytváření ekonomického povědomí ve slévárnách Třinec, a.s., In. *Slévárenské dny*, sekce ekonomická, s. 56-59, Brno, 2.-13.11.2013, ISBN 978-80-02-02496-7

* Příspěvek byl přednesen na XXIV. International Scientific Conference IRON AND STEELMAKING, Horní Bečva, 28. 10. 2014

Oceláři z ArcelorMittal Ostrava odlévají unikátní formát kruhových sochorů o průměru 130 mm pro výrobu trubek

Společnost ArcelorMittal Ostrava a.s. zahájila na sochorovém ZPO č. 3 výrobu plynule odlévaných sochorů o průměru 130 mm. Zavedení nového produktu, který slouží jako polotovár pro výrobu trubek, umožnila technologie uzavřeného lití. Díky ní nemusí hut' odlité sochory standardního většího průměru 180 mm na hrubé válcovací trati dodatečně převálcovávat na menší rozměr vhodný jako vstup pro válcovnu trubek, jak tomu bylo dosud, ale vyrobí svou světově unikátní technologii rovnou kruhové sochory o průměru 130

mm. To přináší huti úspory, které při zavádění výroby byly vyčísleny přibližně na 6 mil. Kč/r.

Zavedení unikátní výroby v ArcelorMittal Ostrava a.s. proběhlo během 7 měsíců intenzivního vývoje ve spolupráci s oddělením výzkumu a investic.

Kromě tohoto útvaru bylo do projektu zapojeno také oddělení odlévání, metalurgie, laboratorní tým spolupracující v počátku s ArcelorMittal Hamburk a

další externí partneři včetně Katedry metalurgie a slévárenství na VŠB-TU Ostrava v rámci řešení společného projektu TAČR 03011277 „Výzkum a vývoj v oblasti numerických a materiálových analýz tuhnutí oceli s aplikačním výstupem pro optimalizaci technologie plynulého odlévání oceli v inovativních rozměrech sochorů“. Hlavním cílem spolupráce mezi Katedrou metalurgie a slévárenství a ArcelorMittal Ostrava a.s. při řešení projektu je verifikace a optimalizace podmínek procesu plynulého odlévání kruhových sochorů pomocí numerického modelování a studia termodynamických vlastností odlévaných oceli

termickou analýzou. Výsledky laboratorního studia (např. teploty likvidu a solidu, charakter tuhnutí plynule litého předlitku aj.) byly úspěšně využity při ladění nastavení ZPO č. 3.

Uzavřené odlévání oceli umožňuje kromě úspory času a snížení nákladů využívat plnou kapacitu válcovny. Ta se nyní může orientovat na zvýšení produkce výrobků s přidanou hodnotou. Společnost plánuje ročně vyrobit 55 kt těchto kruhových sochorů o průměru 130 mm. Ekonomické výsledky ukazují, že projekt je životaschopný a pro společnost hodnotný.



*red. (podle zdroje: Barbora Černá Dvořáková,
tisková zpráva, ArcelorMittal Ostrava a.s., 12. 1. 2015)*

Čínský hospodářský pokles snižuje ceny železné rudy

www.wsj.de

1. 12. 2014

Čína dlouhou dobu nemohla dostávat dostatek železné rudy, aby mohla stavět všechny výškové budovy, auta a mosty. Následkem toho se spustil desetiletý globální boom v těžbě surovin, aby mohly být uspokojeny čínské potřeby. Ceny a výroba stoupaly, jak se zdálo, nekonečným způsobem. Nyní ovšem čínská ekonomika oslabuje a exportní národy to silně pociťují. Nejvíce to postihuje exportéry surovin v Brazílii a Austrálii. Ale totéž platí i o Guinei, Indonésii a Mongolsku, kde těžba minerálů tvoří nadprůměrně vysoký podíl na ekonomice a zaměstnanosti. Žádný jiný trh není tak závislý na Číně, jako trh s železnou rudou. Důvodem je fakt, že Čína vyrábí více jak 50 % celosvětové výroby oceli. Největší světový vývozce železné rudy Austrálie, posílá 80 % své rudy do Číny, v roce 2013 to bylo za 67 mld. USD. Brazílie tam posílá polovinu své produkce. V roce 2014 ale v prvních osmi měsících spotřeba oceli v Číně klesla o 0,3 %, což byl první pokles po 14 letech. Výsledkem je stav, že trh je zaplaven železnou rudou. Do roku 2018 stoupne přebytek železné rudy na více než 300 mil. t. Ceny proto zřejmě budou klesat i v roce 2015.

ze spolkové činnosti a odborných akcí

Slévači již čtvrtým rokem úspěšně organizují SLÉVÁRENSKÉ DNY novou formou

Ve dnech 11. – 12. 11. 2014 slévači pořádali své 51. Slévárenské dny. Hutnické listy [1] informovaly o tom, že se tehdy Česká slévárenská společnost (ČSS) rozhodla pro zásadní změnu formy setkávání svých členů. Zopakujeme si nové zásady organizace tohoto vrcholného setkání na konkrétním scénáři jejího posledního ročníku. Shromáždění, které se konalo v hotelu Avanti v Brně, započalo plenární sekcí. Ta byla již tradičně zahájena úvodní přednáškou Ing. Pavla Sobiška zaměřenou na aktuální vývoj české ekonomiky. Druhým příspěvkem bylo posouzení současného stavu a vývoje slévárenské výroby od Ing. Josefa Hlavinky. Poté následovala prezentace dvou témat, která jsou pro slévárenství v daném roce považována za stěžejní. Jedno bylo zaměřeno na čerpání fondů EU pro rozvoj výzkumu a podnikání od Ing. Radomíra Koplíka a druhé na nové trendy formování, které přiblížil Ing. Jan Šlajs.

V odpolední, pracovní části Slévárenských dnů odezněly specializované přednášky vždy ve dvou sekcích souběžně: sekce metalurgie oceli na odlitky a sekce metalurgie litin. Následující den pokračovala prezentace odborné skupiny ekonomické a odborné skupiny formovacích směsí. Do odpoledního programu byla zařazena sekce s technologickými přednáškami a souběžně sekce neželezných kovů. Večer proběhlo oblíbené společenské setkání slévačů.

Tyto Slévárenské dny doprovázelo 24 vystavujících firem. Celkem odeznělo 54 přednášek ze všech oblastí výroby odlitků, které vyslechlo celkem 254 účastníků. Ti také obdrželi CD Rom [2] se všemi příspěvky a tištěné sborníky přednášek ze všech sekcí, které navštívili.

Současně zavedená forma pořádání Slévárenských dnů zvýšila zájem odborné veřejnosti, a to ať už o prezentaci vlastních autorských příspěvků nebo jen o prostou účast. Také je to zcela mimořádná možnost pro osobní kontakty. Významným přínosem je možnost účasti studentů. Uplynulé čtyři ročníky Slévárenských dnů v plné míře potvrdily správnost změny v organizaci a její vysokou efektivnost. Nově organizované Slévárenské dny také představují neopominutelný finanční přínos pro ČSS. Také dochází k tomu, že přednášky z původních specializovaných konferencí, které slévači pořádali (kupříkladu tavení oceli na odlitky, ekonomická tematika apod.) se přesunují na tuto akci. Vystává otázka, zda podobný způsob organizování obdobné akce by mohli převzít i oceláři a hutníci obecně.

Závěrem lze poděkovat hlavním aktérům, kteří organizaci Slévárenských dnů dlouhodobě obětavě zajišťují. Jmenujme z nich alespoň doc. Ing. Jaromíra Roučku, CSc. – odborného garanta, doc. Ing. Antonína Záděru, Ph.D. – organizačního garanta, Mgr. Františka Urbánka – tajemníka ČSS, Bc. Jarmilu Malou – zajišťující veškeré sborníky, Ing. Ludvíka Martínka, Ph.D. – předsedu ČSS a samozřejmě předsedy všech odborných sekcí.

Literatura

[1] KAFKA, V.: Letošní 48. Slévárenské dny byly poprvé organizovány novým způsobem. *Hutnické listy*, roč. LXIV, 2011, č. 6, s. 139-140, ISSN 0018-8069

[2] Sborník přednášek z 51. Slévárenských dnů, 11.- 12. 11. 2014, Brno, ISBN 978-80-02-02572-6, CD Rom

*doc. Ing. Václav Kafka, CSc.
předseda odborné sekce ekonomické ČSS*

Mezinárodní konference IRON AND STEELMAKING 2014

Ve dnech 22. - 24. 10. 2014 proběhl v hotelu DUO v Horní Bečvě již 24. ročník tradiční mezinárodní konference Iron and Steelmaking, na jehož organizaci se střídavě pravidelně podílejí Katedra metalurgie a

slévárenství Fakulty metalurgie a materiálového inženýrství Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava, Katedra Metalurgie z Politechniky Šlaské a Katedra metalurgie železa a zliavenstva z Technické



univerzity v Košiciach. Hlavním organizátorem a garantem letošního ročníku byla Katedra metalurgie a slévárenství v čele s prof. Ing. Karlem Michalkem, CSc. Na organizaci se podíleli téměř všichni členové katedry, kterým patří uznání, a to i proto, že přitom museli plnit i běžné pracovní úkoly spojené s výukou a řešením výzkumných úkolů.

Konferenci zahájila děkanka Fakulty metalurgie a materiálového inženýrství, VŠB-TU Ostrava prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc. V čestném předsednictvu dále zasedli prof. Ing. Ludovit Dobrovský, CSc., Dr.h.c. z VŠB-TU Ostrava, děkan Hutnické fakulty Technické univerzity v Košicích doc. Dr. Ing. Peter Horňák, prorektor Politechniky Śląskiej v Katowicích prof. dr hab. inż. Leszek Blacha, děkan Wydziału Inżynierii Materiałowej i Metalurgii Politechniky Śląskiej dr hab. inż. Jerzy Łabaj, prof. nzw., prorektor Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie dr hab. inż. Mirosław Karbowniczek, prof. nzw., technický ředitel TRINECKÝCH ŽELEZÁREN, a.s. Ing. Henryk Huczala, jednatel společnosti a výkonný ředitel MATERIÁLOVÉHO A METALURGICKÉHO VÝZKUMU s.r.o. Ing. Jaroslav Pindor, Ph.D.

Konference umožnila odbornou diskusi mezi zástupci metalurgické akademické obce, průmyslových podniků a výzkumných institucí. Konference se zúčastnilo přes 90 registrovaných účastníků z více než 24 institucí a firem. Potěšující je skutečnost, že se akce zúčastnilo i množství mladých vědecko-výzkumných pracovníků univerzit, výzkumných organizací a nová generace technických pracovníků významných průmyslových partnerů a ostatních tradičních partnerů z oboru metalurgie železa a oceli.

V plenární sekci a dvou následujících odborných sekcích (Technologie výroby a zpracování oceli, Technologie výroby a zpracování železa) bylo předneseno celkem 32 příspěvků. Referáty zazněly v češtině, polštině, slovenštině i angličtině. Odborné jednání bylo zaměřeno na otázky z oblasti Teoretických zákonitostí metalurgických procesů, Technologie výroby a zpracování surového železa, Technologie výroby a zpracování oceli, Modelování metalurgických procesů a Ekologických aspektů výroby surového železa a oceli. Celým průběhem konference se nesla příjemná a

dělná atmosféra. Každý přednášející byl za svůj tvůrčí přístup k jednání odměněn originálním a chutným dárkem.

Součástí konference byla také posterová sekce, na které bylo prezentováno 12 příspěvků. Zpestřením konference bylo i vyhlášení soutěže o nejkvalitnější poster. Z celkem 44 přijatých referátů byl sestaven sborník konference (ISBN 978-80-248-3627-0) o rozsahu 214 číslovaných stran, jehož elektronickou verzi lze stáhnout z následujícího odkazu webové aplikace konference:

http://konference.fmmi.vsb.cz/iasm2014/cz/IaSM_2014_CR.pdf.

Odborný program konference zpříjemnilo překvapení vedení hotelu DUO, které pro účastníky připravilo jednak možnost převáděcích jízd v rychlých automobilech a jednak slavnostní společenský večer, zpestřený rautem a vkusnou módní přehlídkou, kterou ocenila nejen dámská, ale i pánská část účastníků konference.

Rádi bychom touto cestou tedy poděkovali všem, kteří se zasloužili o zdárný průběh konference, a to hlavněmu partnerovi konference – TRINECKÝM ŽELEZÁRNÁM, a.s., dále pak partnerům konference, hotelu Duo v Horní Bečvě, firmě OCELOT s.r.o., MECAS ESI s.r.o., JAP TRADING s.r.o., ČESKÉ HUTNICKÉ SPOLEČNOSTI, TechSoft Engineering, spol. s r.o., Regionálnímu materiálově technologickému výzkumnému centru a také partnerským univerzitám za jejich podporu a pomoc při organizování konference. Poděkování patří také všem účastníkům za jejich aktivní přístup a věcně vedené diskuse, které jen podtrhly význam tohoto již tradičního setkání odborníků z oblasti výroby a zpracování železa a oceli.

Mezinárodní konference IRON AND STEELMAKING 2014 i ve svém 24. ročníku splnila po všech stránkách představy účastníků i záměry pořadatelů. Již nyní se připravuje 25. ročník, jehož zabezpečení přejímají kolegové z Polska. Přejeme jim i dalším pořadatelům mnoho sil při přípravě a realizaci bezpočtu dalších úspěšných ročníků této významné mezinárodní konference.



*za organizátory konference
doc. Ing. Markéta Tkadlečková, Ph.D.
Katedra metalurgie a slévárenství
VŠB-TU Ostrava, FMFI*

nová literatura

František Jirouš

Efektivní spalování paliv

(Recenze Ing. RNDr. Bohumil Tesařík)



Konečně nová odborná publikace na současné úrovni poznání věnovaná procesům účinného spalování paliv. "Není nic praktičtějšího, než dobrá teorie." (cit. Ludwig Boltzmann.) "Zákon zachování energie nám říká, že nemůžeme získat něco z ničeho, ale my tomu nechceme věřit." (cit. Isaac Asimov.) "Na možnost podzemního zplyňování uhlí a následné spalování upozornil poprvé D. I. Mendělejev roku 1888....." (cit. Celostátní vysokoškolská učebnice základů technologie paliv, 196.)

Bez tepelné energie by nebyl na Zemi život, ani současná lidská civilizace. Proto je také základním oborem klasické fyziky nauka o teple, termika, která se utvářela jako exaktní věda především v období průmyslové revoluce od poloviny 18. do konce 19. století. Zdrojem tepla, jako formy energie, mohou být procesy mechanické, chemické, elektrické a jaderné. Spalování je organizovaný, složitý fyzikální a chemický proces hoření paliva ve spalovacím zařízení za přístupu oksysličovadla, kterým je nejčastěji vzduch. Hořením se pevné palivo (obsahující hořlavé prvky a balast) mění na spaliny a tuhé zbytky po spálení (struska, popel, popílek, saze) za současného vývinu tepla. Palivo se při spalování oxiduje; uhlík na oxid uhelnatý a oxid uhličitý, vodík na vodu, síra na oxid siřičitý. Spalování paliv probíhá v ohništích kotlů či ve spalovacích komorách, jejichž konstrukce závisí na typu paliva, jeho skupenství a tepelném výkonu kotle. Podle složení paliva při hoření vznikají i další, obvykle škodlivé, chemické látky.

Český svaz zaměstnavatelů v energetice (ČSZE) se ujal vydání nového původního knižního titulu "Efektivní spalování paliv" (Praha, 2014, 1. vyd., 138 s., ISBN 978-80-260-5394-4), jehož autorem je emeritní profesor v Ústavu energetiky Fakulty strojní, ČVUT v Praze, prof. Ing. František Jirouš, DrSc. ČSZE tak alespoň zčásti uspokojuje aktuální požadavek svých členů – podnikatelů i zaměstnanecké sféry na vydávání moderně pojatých textů pro společné vzdělávací potřeby, které stále v praxi chybí nebo jsou zastaralé. Pokud patří někdo ze čtenářů do nejstarší generace posluchačů vysokých škol chemicko-technologického a příbuzného zaměření, mohl by mít uschovanou učebnici profesorů Riedla a Veselého "Technologie paliv" (1962). Již při jejím pouhém prolistování a porovnávání nejen zjistí, jakého enormního technického pokroku dosáhl celý

rezort energetiky za uplynulých více než padesát let, ale také jak se podstatně změnilo pojetí podobných odborných knih včetně učebnic. Co se však určitě nezměnilo, jsou přírodní zákony a technické postuláty, jejichž zlomek je předložen úvodem.

Vydaná monografie je věnována úspěšnému provoznímu a hospodárnému spalování tuhých, kapalných a plyných paliv v horkovodních a parních kotlích s cílem seznámit jejich provozovatele s teoretickými základy i reálnými postupy, jejichž znalost je nezbytným předpokladem pro úspěšné podnikání. Ačkoliv je kladen důraz zejména na praktické využití uvedených poznatků, nechybí ani výklad základní teorie z oblasti paliv a zákonitosti spalování včetně jejich matematicko-fyzikálního odvození, a to vše s ohledem na potřeby studentů a doktorandů. Po zopakování základních charakteristik paliv a principů jejich spalování se text zabývá dokonalým a nedokonalým spalováním paliv (stechiometrické rovnice, objemy vzduchu a spalin, tepelná účinnost aj.), analyticko-početní kontrolou jakosti spalování jednotlivých druhů paliv, spalováním biomasy a tuhého komunálního odpadu (parní kotle na jeho spalování podle projektu EUREKA a jejich konstrukce), vlivem obsahu vody na parametry spalování a možnostmi předsušení paliva, vlivem popela a přísávaného falešného vzduchu na tepelnou bilanci a provoz parního kotle a termodynamikou přestavby vytopenského provozu na teplárenský s cílem dosáhnout efektivnějšího spalování paliv. S ohledem na citlivé přístupy občanské veřejnosti k emisím znečišťujících látek ve spalinách z energetických zařízení je zvýšená pozornost věnována řízení spalovacího procesu a možnostem jeho optimalizace s ohledem na životní prostředí. Samostatně jsou zpracovány pasáže o přímém odsiřování spalin v ohništi parních kotlů, tj. dávkováním aditiv (sloučenin

vápníku) spolu s palivem. Protože velké nebezpečí pro kvalitu ovzduší představují oxidy dusíku NO_x (oxid dusnatý NO a jeho další oxidací mnohem jedovatější oxid dusičitý NO_2), zařadil autor také kapitulu "Modely vzniku NO_x " s rozбором tří hlavních mechanismů jejich tvorby (vysokoteplotní či termické, okamžité či promptní, palivové). Každá ze 12 kapitol je doplněna obsáhlým přehledem knižní a časopisecké literatury, ČSN, sborníků z vědeckých konferencí, studijních materiálů vysokých škol, disertací a dalších použitých a doporučených pramenů, dotýkajících se řešené problematiky.

Monografie je určena širokému okruhu čtenářů odborné literatury – pracovníkům energetického a chemického strojírenství, zaměstnancům výtopen, tepláren a

elektráren, podnikovým energetikům, ekologům, technikům v domovní správě, topenářům, studentům, doktorandům a pedagogům strojních nebo příbuzných fakult oboru energetické stroje a zařízení, procesní a zpracovatelské techniky. Poučení zde také najdou majitelé a provozovatelé malých kotlů a kamen v soukromých obytných domech a bytech. Protože více než polovina stran obsahuje stechiometrické, fyzikálně chemické a technické výpočty a grafy, je pro porozumění textu potřebná znalost matematiky, obecné chemie a konstrukce strojů a zařízení minimálně na středoškolské úrovni. Jak kdysi napsal vtipně věnování v jedné ze svých publikací prof. RNDr. Milan Mareš, DrSc., také tato kniha je určena těm, kterým ve škole matematika nepřípadala jako šíření poplašných zpráv.

Ivan Pelant, Jan Valenta

Luminiscence doma, v přírodě a v laboratoři

(Recenze Ing. RNDr. Bohumil Tesařík)



Luminiscence čili světélkování doma, v přírodě a v laboratoři. Co je luminiscence neboli světélkování za přírodní jev? Kde všude na ni můžeme narazit, jak se zkoumá a jaké má v současné době využití v technické praxi a lidské činnosti vůbec? Jaký je rozdíl mezi teplým a studeným světlem? Které látky mají vlastnost luminiscence? Jaký je rozdíl mezi luminiscencí, fluorescencí nebo fosforescencí? Čím kriminalisté na místě činu vyvolávají modrou luminscenci krevních stop, byť vše pachatel pečlivě vyčistil a pouhým okem jsou neviditelné? Jakou úlohu hraje luminiscence v lékařských diagnostických přístrojích, jako je CT, PET anebo mamograf? Zahrnují se blesky mezi luminiscenční jevy? Souvisí nějak luminiscenční záření s radioaktivním zářením? Patří polární záře mezi luminiscenční efekty?

Odpovědi na tyto a četné další otázky najde široký okruh čtenářů v nové populárně-naučné publikaci "Luminiscence doma, v přírodě a v laboratoři" (Nakladatelství Academia, 11. sv. edice Průhledy, Praha, 2014, 1. vyd., 160 s., ISBN 978-89-200-2394-0), kterou napsal prof. RNDr. Ivan Pelant, DrSc. (Fyzikální ústav AV ČR) a prof. RNDr. Jan Valenta, PhD. (Matematicko-fyzikální fakulta UK). Seznamují v ní zájemce o dění v přírodě a jeho využitím s jedním z mnoha přírodních jevů – luminiscencí neboli světélkováním a s jeho uplatněním v technické praxi a lidské činnosti vůbec. Jak tomu v přírodních vědách bývá, cesta k poznání zákonů luminiscence a jejich využití, nebyla zdaleka přímočará a jeho dnešní stav je výsledkem usilovné práce několika generací chemiků, fyziků, biologů a botaniků. Úroveň celého výkladu byla zvolena tak, aby umožnila chápání žákům vyšších ročníků a absolventům gymnázií a středních technických škol, případně studentům vysokých škol s přírodovědným a technickým zaměřením. Podstatě

luminiscence je dnes možné porozumět i se středoškolskou fyzikou. Stačí si představit atom, jehož elektron se ve vybuzeném stavu (z energetické hladiny E_2), vrací do stavu základního (E_1 s nejnižší, resp. nulovou energií). Je-li přechod doprovázen vyzářením fotonu, mluvíme o zářivém přechodu – luminiscenci. Podle zdroje energie potřebné k přechodu luminoforu (luminiscenční látky) do vybuzeného stavu existuje fotoluminiscence (světelné nebo ultrafialové světlo), elektroluminiscence (elektrické pole či elektrický proud), katodoluminiscence (dopad svazku elektronů, např. na televizní obrazovky), radioluminiscence (ionizující záření), sonoluminiscence (ultrazvuková vlna), lyoluminiscence (rozpuštění některých pevných látek), triboluminiscence (mechanická deformace tělesa), chemoluminiscence (chemické reakce) a bioluminiscence (chemické nebo biologické procesy probíhající v živé hmotě).

Studené světlo, kterým žlutozeleně za letního podvečera svítí světlušky, je v přírodě poměrně rozšířeným jevem u řady biologických objektů suchozemských

(světélkující pařezy a bahenní plyny, ale především vodních organismů (medúzy, hlubinné ryby, hvězdice, krabi a další), přitahovalo lidi odedávna. Písemný doklad pochází již ze 4. stol. př. Kr., kdy se Aristoteles zmiňuje o "věcech, které nejsou viditelné za denního světla, ale ve tmě". Jinou informaci, tentokrát o světélkujícím moři (mořském planktonu) v Neapolském zálivu, uvádí Plinius starší ve svém encyklopedickém díle *Naturalis historia* v 1. stol. Později uvádějí zprávy o svých pozorováních svítící flory a fauny takoví koryfeové vědy, jakými byli Bacon, Boyle, Davy, Faraday, Linné a další. Méně známá je skutečnost, že v okolí Neapole studoval v roce 1756 mořskou faunu a pozoroval luminiscenční jevy český lékař a přírodovědec Jan Křtitel Antonín Boháč a výsledky své práce poté shrnul v latinsky psané knize "O některých mořských živočiších a jejich vlastnostech, vzdělcům dosud neznámých anebo málo známých", která mu zajistila evropský věhlas. Jinou přírodní látkou, která sehrála významnou roli v luminiscenční historii je pomalá oxidace par bílého fosforu za uvolňování reakčního tepla jako dlouhotrvající emise studeného světla. Dosud neznámou látku izolovanou z moči a v noci světélkující nazval v roce 1669 německý alchymista Brandt a nazval ji *phosphorus mirabilis*, tedy česky "světloňoš zázračný". Název luminiscence (z latiny *lumen* = světlo) pochází od německého fyzika Eilharda Wiedemana (1852 – 1928). I když již dávno nehledají přírodní vědy příčinu luminiscenčních jevů v nadpřirozených silách, správný fyzikální výklad umožnila až kvantová mechanika ve 20. stol.: Luminiscence je nerovnovážné záření, vyslané tělesem navíc oproti rovnovážnému záření popsanému Planckovým zákonem.

Po tomto výkladu některých pojmů a zejména obsáhlejší exkurzi do historie luminiscence, které by měly vyvolat u potenciálních zájemců větší zájem o tuto publikaci, vraťme se k jejímu textu. Autoři jej rozdělili do 11 kapitol a dodatku. Po stručném úvodu a troše nejnutnější teorie vztahující se k teplému a studenému

světlu a vzniku luminiscenčních jevů, se následujících 7 kapitol věnuje jednotlivým druhům luminiscence: bioluminiscenci a chemoluminiscenci, katodoluminiscenci, fotoluminiscenci (organických a anorganických látek, nanočástic), elektroluminiscenci (především nastávající době LEDové), termoluminiscenci a exotickým druhům luminiscence. Samostatné pasáže obsahují poznatky o pevných anorganických scintilátorech a stimulované emisi. Závěrem popsané náměty pro luminiscenční pokusy mohou přispět k pochopení předcházejícího textu, vyžadují ale jisté laboratorní vybavení a určitou manuální zručnost. Užitečné však bude i pouhé jejich přečtení.

V dodatku je zařazeno zajímavé vyprávění z nedávné historie luminiscenčního výzkumu o "honbě za modrou LEDkou" spojenou se jménem japonského vědce Shuji Nakamury (1954), původně elektroinženýra v malé chemické firmě a dnes profesora Kalifornské univerzity, ale především informace o dvacet let starém vynálezu modré elektroluminiscenční diody, která umožnila v kombinaci s již dříve objevenými zelenými a červenými diodami možnost vytvořit bílé světlo. Při výčtu řady jeho významných ocenění autoři naší publikace vizionářsky napsali v úvaze o možnosti udělení Nobelovy ceny: "... a možná i ta jednou přijde". Nemohli vědět, že se jejich slova vyplní ještě v téže roce. Blahopřejeme i jim!

Shodou okolností v době korektury této knihy prohlásilo Valné shromáždění OSN rok 2015 za Mezinárodní rok světla (International Year of Light, IYL 2015). Jde o globální iniciativu, která bude zaměřena na všechny občany světa, osvětlí důležitost světla a optických technologií pro současný a budoucí rozvoj celé společnosti, upozorní na pozitivní vliv světla na naše zdraví a duševní pohodu. Podle České komise pro UNESCO je to také jedinečná příležitost inspirovat se, vzdělávat se a zapojit se v globálním i národním měřítku. Vydání této knihy plně zapadá do tohoto okruhu a může být hodnoceno jako jeden z prvních příspěvků našich vědců k dosažení cílů IYL 2015.

Otazníky nad zastavením projektu South-Stream

Börsen-Zeitung

3. 12. 2014

Ocelářský koncern Salzgitter vychází z toho, že možné ztráty z konce plynovodu South Stream jsou z větší části pojištěny díky Euler-Hermes-Kreditversicherung. Podle pozorovatelů trhu je Salzgitter jako výrobce trubek pro transportní potrubí nejpostiženějším podnikem. Jak ale Salzgitter dále uvedl, nebyla zatím definitivní a závazná zpráva o konci projektu předložena. Akcie Salzgitter AG po překvapivém konci projektu, ohlášeném prezidentem Putinem, klesly o 7,4 %. Jako důvody zrušení projektu jsou uváděny rozpory s EU a sankce kvůli ukrajinské krizi. Nebudou to ale zřejmě jediné důvody. Roli také hraje klesající poptávka po plynu v EU a stále klesající ceny plynu. South Stream měl po dokončení pokrývat zhruba desetinu spotřeby plynu v EU.

společenská kronika

Odešel prof. Ing. Lumír Kuchař, DrSc., Dr.h.c.

Dne 30. ledna 2015 jsme zaznamenali smutnou zprávu, kdy po dlouhodobé nemoci zemřel v domově důchodců v Ostravě-Vítkovicích prof. Ing. Lumír Kuchař, DrSc., Dr.h.c. Prof. Kuchař se narodil 25. prosince 1928 v Bilově. Již během vysokoškolského studia nastoupil v r. 1950 jako asistent na katedře chemie a v r. 1952 na katedře metalurgické technologie a slévárenství VŠB v Ostravě. Po absolvování studia s vyznamenáním zde přednášel předmět metalurgie lehkých kovů a slévárenství neželezných kovů. V letech 1953 – 1956 pracoval v metalurgické praxi v Metazu a Ostroji. Obhajoba kandidátské disertační práce v r. 1961 na téma: „Koeficienty segregace v hliníku“ vedla k objevu periodicity rozdělovacích koeficientů příměsí v kovech v závislosti na protonovém čísle příměsových prvků. Tomuto objevu byla přiznána světová priorita. Po vědeckých stážích v Německu a Francii prof. Kuchař habilitoval na Hutnické fakultě VŠB v Ostravě, kde byl jmenován v r. 1965 docentem a v r. 1980 profesorem v oboru neželezných kovů, jaderné metalurgie a metalurgie čistých kovů. Od r. 1966 do 1994 byl vedoucím katedry neželezných kovů a jaderné metalurgie VŠB v Ostravě. Prof. Kuchař se ve své pedagogické a vědecko-výzkumné činnosti zaměřoval zejména na chemickou a fyzikální metalurgii neželezných kovů, slévárenství neželezných kovů a speciálních slitin, metalurgii vysoce čistých kovů, slitin a polovodičových materiálů, jadernou metalurgii palivového cyklu, plazmovou metalurgii, metody zonální rafinace a přípravu krystalů kovů se střední až vysokou teplotou tání od hliníku až po wolfram na odporových, obloukových, plazmových a elektronových pecích, dále na krystalizaci kovů, a to zejména na teorii, skutečný průběh a prognózu rozdělování příměsí a nečistot na fázovém rozhraní krystal-tavenina.

Aktivně se podílel na mezinárodní spolupráci s vysokými školami a výzkumnými ústavy na Slovensku, ve Francii, Německu, Finsku, Rusku, Polsku a Maďarsku. Jako výsledek mezinárodní spolupráce se zahraničními akademickými a výzkumnými pracovišti vydal mezinárodní učebnici „Kristallisation aus Schmelzen“ v Německu s reedicí „Kristallizacija iz rasplavov“ v Moskvě. V r. 2000 vydal v Košicích společně s prof. Jaromírem Drápalou pod nadací R. Kammela mezinárodně uznávanou monografii „Metalurgie čistých kovů“. Působil v řadě vědecko-technických organizací



tuzemských i zahraničních a byl iniciátorem i organizátorem mezinárodních studentských sympózií evropských zemí.

Prof. Kuchař napsal více než 170 původních vědeckých publikací, byl aktivním organizátorem a účastníkem více než 160 významných mezinárodních sympózií a konferencí doma i v zahraničí. Byl autorem či spoluautorem devíti patentů i s mezinárodní účastí, úspěšným řešitelem 87 vědecko-výzkumných úkolů. Vychoval řadu studentů, více než 30 kandidátů a doktorů věd, docentů a

profesorů nejen doma, ale i v zahraničí. Byl členem řady komisí pro kandidátské a doktorské obhajoby i habilitačních komisí v České republice i Slovenské republice. Byl proděkanem hutnické fakulty a prorektorem VŠB-TU Ostrava. Aktivně se zapojoval do činnosti VTS, a to v komisi hutnictví neželezných kovů nebo jaderné metalurgie. Byl členem Společnosti pro nauku o kovech při ČSAV, dále členem České společnosti pro nové materiály a technologie a členem redakčních rad několika vědeckých časopisů.

Plodná a široká aktivní spolupráce prof. Kuchaře s Hutnickou fakultou TU v Košiciach se datuje od samotného jejího založení v r. 1952. Čestný titul Doctor honoris causa byl prof. Kuchařovi v Košicích udělen při příležitosti jeho významného životního jubilea jako mimořádné ocenění jeho mnohaleté a účinné mezinárodní spolupráce s Hutnickou fakultou TU v Košiciach. V březnu 1999 mu udělil rektor VŠB-TU Ostrava za celoživotní pedagogickou a vědeckou práci v oboru neželezných kovů, jaderné metalurgie a metalurgie čistých kovů a za zásluhy o rozvoj VŠB-TU Ostrava medaili Georgia Agricoly.

Prof. Ing. Lumír Kuchař, DrSc., Dr.h.c. byl vynikajícím, čestným člověkem a světově uznávaným odborníkem, který nejen na technických univerzitách, na kterých působil, ale v celém oboru v mezinárodním měřítku zanechal svou tvůrčí stopu.

S vděčností vzpomínají pracovníci

*katedry neželezných kovů, rafinace a recyklace,
Fakulty metalurgie a materiálového inženýrství
Vysoké školy báňské - Technické univerzity Ostrava*

konference, výstavy, veletrhy



HANNOVER MESSE 2015

Nejvýznamnější světový průmyslový veletrh HANNOVER MESSE proběhne od 13. do 17. dubna 2015 v Hannoveru. HANNOVER MESSE 2015 je spojením deseti vedoucích veletrhů na jednom místě: Industrial Automation, Motion, Drive & Automation (MDA), Energy, Wind, MobilitTec, Digital Factory, ComVac, Industrial Supply, SurfaceTechnology a Research & Technology. Pětí ústředními tématy veletrhu HANNOVER MESSE 2015 je průmyslová automatizace a IT, technika pohonu a fluidní technika, energetická technika a technika životního prostředí, průmyslové subdodávky, výrobní technologie a služby, výzkum a vývoj.

Partnerskou zemí veletrhu HANNOVER MESSE 2015 je Indie. K volbě této partnerské země došlo především ze tří důvodů: nadále rostoucí výkonnost indické ekonomiky, dlouhodobé dobré vztahy německých a indických podniků a pozitivní zkušenosti s Indií jako partnerskou zemí veletrhu HANNOVER MESSE v roce 2006. Svým průměrným meziročním hospodářským růstem v minulých deseti letech ve výši 10 % a současnými cca 5 % patří Indie k nejrychleji rostoucím ekonomikám světa. Pro urychlení růstu se Indie otevírá ještě více zahraničním investorům a chce modernizovat infrastrukturu a průmyslové technologie. Jen německá spolková vláda Indii v minulém roce přislíbila úvěry ve výši okolo 1 mld. Eur. Finanční částka má být použita především ke zvýšení energetické účinnosti, využívání obnovitelných energií a k trvale udržitelnému využívání přírodních zdrojů.

Research & Technology: Podniky start-up na postupu

Tématickými oblastmi začínajících podniků byla v minulém ročníku energie, životní prostředí, mobilita, subdodávky a automatizace. Na veletrhu byla vytvořena síť začínajících podniků (start-up) s tématem výzkum. Pro následující ročník se tento postup pořizuje znovu.

Společný stánek na přehlídce Research & Technology vytvoří celkem sedm začínajících podniků: Fraunhofer Venture, Helmholtz-Gemeinschaft, Leibniz-Gemeinschaft, TU Wien, High-Tech Gründerfonds, netzwerk nordbayern a evobis. Každá ze sítí ukazuje, jakým způsobem podporuje vlastní začínající podniky, a to ve fázi: hned na počátku při zakládání podniku, při financování, při jejich snaze o získání potřebné likvidity pro realizaci myšlenky, při managementu dceřiných společností nebo v oblasti technologického přenosu vědy směrem do podniku tak, aby mohl vzniknout hotový produkt. V tomto roce bude veletrh HANNOVER MESSE pro začínající podniky významným místem jejich prezentace, protože na pozadí energetického obratu a technologií projektu „Průmysl 4.0“ mohou nabídnout velmi kreativní potenciál.

Surface Technology

K tématům, která jsou zde tradičně nejvíc zastoupená, patří galvanotechnika, průmyslová lakovací technika, průmyslová plazmová úprava povrchů a zpracování mikromateriálů. Novinkou bude společný stánek mezinárodního odborného svazu mikrotechniky, nanotechnologie, nových materiálů, optiky a fotoniky. Ve středu pozornosti zde bude zpracování mikromateriálů a mikrosystémová technika. Dalšími ústředními tématy veletrhu SurfaceTechnology bude i nadále energetická účinnost a potenciály úspor, efektivita využívání materiálů a zdrojů přes celý proces úpravy povrchů a předúpravy šetřící životní prostředí.

Veletrh je přehlídkou přímé synergie souvisejících témat. To platí například pro nanotechnologie, které jsou zastoupené na odborném veletrhu Research & Technology, nebo nové materiály, které hrají významnou úlohu na odborném veletrhu Industrial Supply. Na rozdíl od vertikálně uspořádaných odborných veletrhů nebo klasických veletrhů je SurfaceTechnology jako mezinárodní vedoucí veletrh techniky a technologie povrchových úprav zaměřen na

postupy povrchové úpravy nejrůznějších materiálů – kovů, plastů, dřeva, skla nebo keramiky.

Program SurfaceTechnology zahrne opět řadu mimořádných prezentací. Na mimořádné přehlídce „Svět povrchu“, kterou organizuje Ústřední svaz povrchové techniky (Zentralverband Oberflächentechnik – ZVO), budou předváděny inovace ze všech oblastí procesového řetězce. Highlight bude opět představovat praktický park „Kompetenční centrum povrchové techniky“, ve kterém bude společnost AB Anlagenplanung GmbH předvádět pomocí funkčního zařízení na povrchovou úpravu produkty vystavovatelů a jejich praktické využití. Na společném stánku Surface-Plasma-Network bude v centru pozornosti plazmová povrchová technika. Důležitým tématem na společném stánku Svazu německých výrobců strojů a zařízení (VDMA) jsou potenciály úspor energie. Zde se představí výrobci lakovací techniky, tryskací techniky a techniky průmyslové plazmové úpravy povrchů.

„Schauplatz NANO“ se představuje jako platforma B2B firem, které se zabývají nanotechnologiemi. Prezentovány zde budou produkty a řešení, která jsou zralá pro trh a jsou vhodná pro využití v průmyslu. „Schauplatz NANO“ proběhne poprvé na společné ploše s produktovým trhem IVAM „Micro, Nano & Materials“. Půjde zde především o inovace v klíkových technologiích mikrotechniky a nanotechniky, fotoniky a nových materiálů. Vystavovatelé zde předvedou aktuální trendy různých oblastí špičkových technologií určených pro přímé využití v průmyslu.

Motion, Drive & Automation (MDA)

Výrobci pohonové techniky a fluidní techniky dodávají továrnám budoucnosti, které využívají inteligentní samo-optimalizující se autonomní výrobní postupy, klíčové komponenty, a umožňují tak komplexní propojení řídicích a výrobních systémů. Díky tomu se zvyšuje produktivita a energetická účinnost a iniciativa „Průmysl 4.0“ se současně stává hmatatelnější. Přední výrobci představí nejinnovativnější produkty a nejúčinnější systémová řešení.

Veletrh MDA je ústřední platformou pro prezentaci významných témat výroby šetřících zdroje a vysoce výkonných produktů s efektivním využitím energie. Veletrh MDA, kde výrobci vystavují například své převodovky pro větrné elektrárny, má přímé napojení na veletrh Wind, který prezentuje zařízení, součásti a služby pro větrnou energetiku. Zde se představí podniky celé branže výroby větrné energie. Další synergie vzniknou díky blízkému umístění veletrhu MobilTec, jehož ideovým tvůrcem je Svaz německých výrobců strojů a zařízení (VDMA) a Sdružení pro výzkum techniky pohonu (FVA). Toto výstavní setkání bude věnováno elektromobilitě, hybridní a elektrické technice pohonů, mobilním zásobníkům energie a alternativním mobilním technologiím. Také veletrh Industrial Automation nebo ComVac, veletrh techniky stlačeného

vzduchu a vakuové techniky nabízejí mnoho styčných bodů.

Wind

V minulém roce byl zaznamenán růst globálního trhu větrné energie zhruba o 30 %. Tento silný nárůst zahrnuje samozřejmě srovnání s mimořádně slabým rokem 2013. Také střednědobý a dlouhodobý výhled by měl zachovat nastavený trend. Vytvoří se nové trhy, do kterých bude pronikat větrná energie. Na dobré cestě je využívání větrné energie v Evropě a později jistě bude následovat i Čína, a to vedle oblastí onshore také v oblastech offshore. Do roku 2020 celosvětově poroste instalovaný výkon větrné energie ročně více než o 60 GW. Dlouhodobě se tedy nelze globálnímu rozvoji využívání větrné energie vyhnout.

Indie jako partnerská země veletrhu HANNOVER MESSE 2015 je pro průmysl větrné energie zemí s velkým potenciálem v celé oblasti energetiky. Kapacita větrné energie se zde má do roku 2022 zvýšit na 100 GW. K dosažení tohoto cíle musí být posíleny sítě a urychleny schvalovací procesy. Indie se přitom spoléhá nejen na zařízení onshore. Do budoucna má být na pobřeží o délce 7 500 km v blízkosti Indie nainstalováno mnohem více zařízení offshore.

Robotics a Factory Automation

Robotizace zažívá další celosvětový průlom. Je klíčem k větší konkurenční schopnosti a flexibilitě průmyslové výroby. V minulosti byli roboti většinou zařízení o hmotnosti několika tun, oddělená ochrannou zábranou a svou práci vykonávající ve velkém počtu taktů. Stále více se však tyto pomocníci prosazují v malých podnicích, kde se využívají mnohem flexibilněji a jejich úkolem je úzká spolupráce s člověkem. Uvádí se, že v roce 2013 bylo prodáno asi 179 000 průmyslových robotů. To je o 12 % více než v předcházejícím roce. S obdobným nárůstem se počítá i v r. 2015 a následujících obdobích. Důvodem jsou především nové oblasti využití robotů a celosvětově stoupající poptávka zákazníků z průmyslu. Vývoj a výroba robotů zaznamenává dnes velký technologický skok. Veletrh představí digitální propojení výrobních linek, inovativní výrobní postupy a nové modely průmyslových robotů – roboty s inovativní senzorikou, které těsně spolupracují s člověkem bez ochranných plotů a bez dodržování bezpečnostní vzdálenosti. Rovněž zde bude ukázána automatizace s podporou IT, která mění všechny organizační procesy v továrně.

Stejně jako vloni, se počítá s udělením ceny ROBOTICS AWARD. V rámci soutěže budou hodnoceny a oceněny produkty, projekty a technologická řešení, která inovativním způsobem přispívají k řešení s využitím robotů v oblasti průmyslové automatizace a mobilních robotů, případně autonomních systémů.

Digital Factory

Integrace průmyslových procesů tvorby hodnot pokračuje. Přehlídka Digital Factory představí, co potřebuje průmysl pro další evoluční krok, jak je třeba do budoucna sladit procesy vývoje a výroby produktů a jak může konkrétně vypadat propojení informační techniky a automatizace.

Přehlídka Digital Factory se úspěšně etabluje jako přední mezinárodní veletrh integrovaných procesů a řešení pro počítačově řízenou výrobu – od vývoje až po samotnou výrobu produktů. Je proto základnou technologií projektu „Průmysl 4.0“. V rámci přehlídky Digital Factory proběhnou obsažné prezentace těchto řešení IT, která podporují procesy probíhající ve

výrobních podnicích. Půjde o inovace, první projekty s CAX, plánování a řízení výroby pomocí MES a ERP, simulaci a předběžné výpočty pomocí virtuální reality a D-modelů produktů a továren až po celý životní cyklus s podporou PDM a PLM.

V současné době již existují výrobní podniky, které zavádějí komplexní digitalizaci celých hodnototvorných řetězců. Jen tak mohou učinit krok směrem k online produktům a elektronickému propojení samočinně se řídících výrobních zařízení.

red. (podle zdroje:

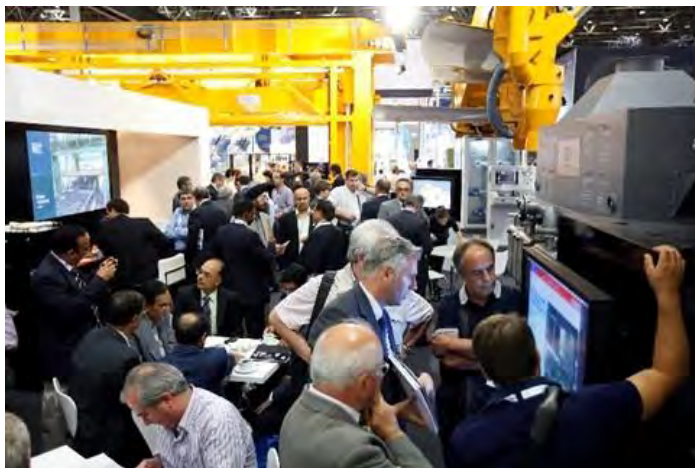
*www.hannovermesse.de/de/presseservice/; tisková
zpráva, 15. 1. 2015)*

Bright World of Metals v Düsseldorfu na startovních blocích

Čtveřice tradičních metalurgických veletrhů GIFA, METEC, THERMPROCESS a NEWCAST proběhne v Düsseldorfu ve dnech 16. až 20.6.2015. Všechny čtyři veletrhy jsou předními akcemi svých oborů, a to v nejvyšším mezinárodním měřítku. Soustředí se na kovy a jejich komplexní, inovativní metody zpracování. Celkem ve 12 halách výstaviště představí téměř 2 000 vystavovatelů nejnovější technologie a výrobní zařízení. Dosavadní stav přihlášek dává tušit, že účast vystavujících firem a rozsah výstavních ploch bude ještě větší, než v minulém ročníku. Výstavní témata, technologie a objekty, instalované v halách 3 až 17, pokryjí prakticky celý světový trh v daných oborech.

Největší metalurgický veletrh **GIFA** má hlubokou tradici – návštěvníkům z celého světa se představuje již téměř 60 let. Bude instalován v halách 10 – 13 a 15 – 17. Zde představí řadu metalurgických technologií, mezi nimi tavicí agregáty, zařízení pro tlakové odlévání, vtokovou techniku, slévárenskou chemii, zařízení a materiály pro výrobu modelů, forem nebo jader, různé slévárenské stroje, měřicí a zkušební zařízení a zařízení k likvidaci odpadů ze slévárenské technologie a regeneraci formovacích hmot, zařízení pro čištění a apretaci.

K veletrhu se druží doprovodné programy, jako jsou přednášky a konference. Nezanedbatelným přínosem



pro vystavovatele i návštěvníky je to, že veletrh GIFA představuje i kontrakční fórum pro všechny zájemce.

Nejvýznamnější mezinárodní veletrh celého metalurgického průmyslu **METEC** již 35 let působí v oblasti velkých investičních celků v metalurgii. Na výstavišti bude umístěn v halách 3 – 5.

Soustředí se na zařízení pro výrobu surového železa, oceli a neželezných kovů, odlévání a tváření kovů v kovárnách, válcovnách a dalších tvářecích provozech. Přestavuje nejen širokou paletu výrobních zařízení, ale i zařízení a technologie pro likvidaci nebo druhotné zpracování a recyklaci odpadů i čištění plynů, což je významným přínosem pro ekologické chování oboru. Atraktivitu už tak přitažlivého veletrhu zvyšuje doprovodný program vyplněný akcí European Metallurgical Steel Technology and Application Days (ESTAD), jejíž témata se zaměřují prakticky na celé portfolio hutních technologií, a to koksovny, vysoké pece, příp. další zařízení na výrobu surového železa, ocelárny, hutní suroviny a materiály pro žáruvzdorné vyzdívky, řídicí systémy, měřicí a zkušební techniku. Pro návštěvníky bude jistě přínosná komunikační burza s výměnou zkušeností European Metallurgical Conference (EMC) pro experty z oboru neželezných kovů, kam mimo jiné akce patří v tomto roce i Blei und Zink Symposium.

Mezinárodní veletrh **NEWCAST** je ve čtveřici metalurgických veletrhů nejmladší. Vystavovatelé a návštěvníci jej využívají 17 let. Soustřeďuje se na slévárenské stroje a odlitky. Kromě praktických zkušeností z průmyslové praxe představuje výsledky výzkumu a vývoje a především vědecký pohled na další směry rozvoje daného oboru orientovaného v materiálové oblasti na ocel, litinu i neželezné kovy a v technologické oblasti na tavení, odlévání, spékání a kování. Veletrh **NEWCAST** bude na výstavišti umístěn v halách 13 a 14. Atraktivitu veletrhu podporuje výměna zkušeností odborníků v rámci organizovaných profesních setkání **NEWCAST Forum** a soutěž **NEWCAST Award** o vyhlášení slévárenských výrobků s největším tvůrčím přístupem a inovací.

Mezinárodní veletrh **THERMPROCESS** má také již hlubokou tradici. V oboru tepelné techniky, proudění a přenosu tepla působí již přes 40 let. Jeho prezentace budou součástí haly 9 a 10. Doprovodný program veletrhu **THERMPROCESS** nabízí různorodý pohled na nejnovější výsledky vývoje a výzkumu v tepelné technice. Na sympoziu **THERMPROCESS**, který připravuje oborový svaz Thermoprozesstechnik – člen **VDMA**, budou diskutovat experti například o technických inovacích v ohřevu materiálu, tepelném zpracování i o moderních energeticko-technických koncepcích příslušných zařízení. Klíčovým tématem prezentace expertů a výrobních firem na specializované výstavě **FOGI**, pořádané výzkumnou asociací **Forschungsgemeinschaft Industrieofenbau e.V.**, bude ohřev kovů z hlediska tepelných agregátů pro tavení a odlévání kovů, pro tváření a tepelné zpracování, pro povrchovou úpravu, dále žáruvzdorné vyzdívky, průmyslová keramika a sklo.

Společným tématem všech veletrhů je kampaň **ecoMetals**. Je to volně přístupný projekt, který již v r. 2011 inicioval pořadatel **Messe Düsseldorf GmbH**, směřující ke snižování energetické a surovinové a materiálové náročnosti metalurgických technologií a všech procesů, které na ně navazují, nebo s nimi technologicky souvisejí. Tento projekt také směřuje k maximálnímu využití materiálu cestou minimalizace odpadů, k jejich recyklaci ve vlastním technologickém procesu nebo k využití odpadů v jiných technologiích



jako druhotné suroviny. Do tohoto projektu je volný přístup všech zájemců-výrobců, ale i jiných účastníků s tím, že jim pořadatel nabízí formou komentovaných prohlídek v anglickém a německém jazyce seznámení se špičkovými prezentacemi v expozicích veletrhu.

Všechny informace k veletrhům **GIFA**, **NEWCAST**, **METEC** a **THERMPROCESS** spolu s aktuálním seznamem všech vystavovatelů je k dispozici na adrese www.tbwom.de nebo www.tbwom.com.

red. (podle zdroje: GIFA, METEC, THERMPROCESS, NEWCAST 2015. Tisková zpráva, Messe Düsseldorf GmbH, 28. 1. 2015)

Ebola ohrožuje 400 pracovních míst

www.tageblatt.lu

1. 12. 2014

ArcelorMittal bude asi muset propustit 400 spolupracovníků, protože dodavatelé zastavili v **Libérii** práci. Epidemie eboly těžce poškozuje hospodářství **Libérie**. Největší světový surovinový koncern **BHP Billiton** se totiž chce z **Libérie** stáhnout a svůj tamější majetek prodat. **ArcelorMittal** již dříve vyjádřil obavy, že epidemie eboly může ohrozit jeho expanzi v **Libérii**. Koncern totiž provádí výstavbu svého vysoce ziskového dolu na železnou rudu v **Mount Nimba**. Již od srpna se ovšem západní společnosti ze západní Afriky stahují. 15 z nich s celkem 645 zaměstnanci již využily katastrofických článků ve svých smlouvách a stáhly se. Proč je důl na železnou rudu v **Libérii** pro **ArcelorMittal** tak důležitý? Koncern zde produkuje 5 mil. t rudy ročně a toto množství chce zdvojnásobit. Náklady na získání 1 t rudy zde dosahují úrovně pod 30 USD.

hutnictví ve světě

Německý ocelářský průmysl sází na Jean Claude Junckera

FORUM

28. 11. 2014

Německé hospodářské sdružení Ocel vidí své hutě jako znevýhodněné. Poplatky související s životním prostředím a obchod s povolenkami poškozují bilanci, říká Hans-Jürgen Kerkhoff, šéf německých ocelářských podnikatelů. Následkem – v Bremerhavenu se nebude stavět plánovaná elektrárna. Německé ocelárny očekávají od nové evropské komise vedené nyní Jeanem Claudm Junckerem pro sebe lepší politické klima. Podle Kerkhoffa je pro obor určitě příznivé, když nový šéf Evropské komise pochází ze země plné oceláren a problémy tohoto průmyslového oboru dokonale zná.

ThyssenKrupp před novou restrukturalizací

www.finanznachrichten.de

4. 12. 2014

Šéf představenstva ThyssenKrupp Heinrich Hiesinger poskytl interview WDR a oznámil přeorientaci koncernu na nová obchodní odvětví, aniž by se v krátké době vzdal obchodu s ocelí. Je si vědom toho, že tradice nechrání výrobce v soutěži budoucnosti. Cestu vidí v tom, aby se ocel posunula kupředu. Společnost investujeme i do oceli: v posledních 12 měsících to bylo 400 mil. €, což je víc, než dostávají ostatní obory firmy. Faktem je ale i to, že problém s nadbytečnými kapacitami v Německu existuje. A proto vychází z toho, že jednou, a nikdo neví, zda to bude za dva, tři nebo pět let, dojde ke konsolidaci. Jak dlouho bude koncern lpět na obchodu s ocelí, nechal Hiesinger otevřený. Ocelářská divize přispívá k celkovému obchodu stále méně, nejnověji byl její podíl už jen 30 %.

Dobré vytížení u plechu a drátu

Stahl Aktuell

2. 12. 2014

Výrobce kovových, vysoce výkonných materiálů VDM Metals vykazuje dobré vytížení ve výrobních oblastech plechu a drátu díky dvěma velkým zakázkám s objemem téměř 6 kt plechu. To se týká hlavně VDM válcovny za tepla v Siegenu a výrobce plechu v závodě Altena.

Technický investiční rekord v Evropě

Bänder Bleche Rohre, Heft7

12/2014

Nejmodernější válcovna drátu v Evropě u ArcelorMittal v Duisburgu má být současně jedna z nejvýkonnějších a energeticky nejefektivnějších drátových tratí na světě pro prémiové produkty. Srdcem válcovny jsou šesti a čtyřstolice válcovací bloky, poháněné tzv. Meerdrive technologií a dodané výrobcem zařízení SMS Meer z Mönchengladbachu. Válcovna je plná technických novinek. Momentálně se hovoří o výrobě 450 kt drátu ročně, maximální kapacita při třisměnném provozu se 170 zaměstnanci je 690 kt. Závod může vyrábět dráty z 200 různých druhů ocelí pro automobilový průmysl, energetiku, strojírenství, jakož i stavbu mostů. Budou se válcovat rovněž vysokopevné a ultra-vysokopevné druhy ocelí. Materiálový záběr sahá od čistého železa, např. pro telefonní dráty, přes pérové oceli v superčisté kvalitě, ocelové kordy pro pneumatiky, nástrojovou ocel až po předepnutou ocel pro betonářské stavební díly. Nová trať je o 60 % rychlejší než starší zařízení. ArcelorMittal zde investoval 135 mil. €, což je jedna z největších investic celého koncernu.

Trvalý trend na německém trhu s jemným plechem

Stahl Aktuell

2. 12. 2014

Na německém trhu s tenkým plechem se toho koncem listopadu mnoho nedělo. Většina firem vede jednání o cenách na první čtvrtletí 2015. S žádnými překvapeními se nepočítá, vychází se přitom z perspektivy lehce klesajících cen. Hlavním argumentem pro pokles cen je přitom klesající cena surovin. Velký vzestup poptávky není na obzoru. Importní materiál se na trhu objevuje, ale nehraje to žádnou velkou roli, protože evropská cenová úroveň je ve srovnání se světem nízká. Co dělá ocelářům v tomto oboru starosti, je obchod s Ruskem, protože klesá počet zakázek.

Trh s ušlechtilou ocelí

Stahl Aktuell

3. 12. 2014

Po hektických jednáních není na německém trhu s ušlechtilou ocelí ani stopa. Obchod žije jen svým pomalým životem a k cenovým skokům ani obřím dodávkám nedochází. Malý vzestup u základních cen, vyvolaný zcela zjevně vyššími cenami niklu, už ztratil svoji dynamiku. Odběratelé objednávají jen nezbytně potřebný materiál. Dostupnost materiálů je dobrá, dodací lhůty výborné. S velkými změnami cen v prvním čtvrtletí 2015 nikdo nepočítá. Jedinou neznámou je vývoj cen niklu. Jisté je zde jen to, že

Indonésie na zákazu vývozu nezpracovaného niklu trvá.

Moody's vidí pro rok 2015 stoupající poptávku po nerezových výrobcích

Stahl Aktuell

4. 12. 2014

Po dlouhém žízňovém období vidí experti ratingové agentury Moody's pro evropský sektor ušlechtilých ocelí pozitivní signály: v roce 2015 zesílí růst poptávky. Hlavním důvodem pro tento růst je zlepšená poptávka na trhu konečných spotřebitelů. Ušlechtilá ocel je ve zvýšené míře používána v automobilním, dopravním a stavebním průmyslu. Ale také v oborech spotřebního zboží a lékařského vybavení se poptávka vyvíjí dobře. Pozitivně se vyvíjí také vytiženost evropských kapacit. Přibývající nabídka z Asie se ovšem postará o to, aby tento pozitivní trend někdy skončil. Dovozy ušlechtilé ploché oceli pocházejí především z Číny a Tajwanu.

Tata Steel vyvíjí vysoce tvařitelnou ocel

www.automobil-industrie.vogel.de

1. 12. 2014

Výrobce oceli Tata Steel přivedl na trh nový druh vysoce tvařitelné, žárově pozinkované oceli DX57-GI HyperForm. Ocel se vyznačuje dobrými hlubokotažnými a protahovacími vlastnostmi. Typickými oblastmi jejího použití jsou vnější povrchy rámů bočních stěn a vík u zavazadlového prostoru automobilů. Výhodou je, že se tato nová ocel dá zpracovávat na již existujících zařízeních zpracovatelů. Tímto uvedením na trh rozšiřuje dodavatel svoje portfolio specifických výrobků pro vnější díly vozidel.

Největší ocelárna v Evropě přechodně zestátněna

Börsen-Zeitung

5. 12. 2014

Před dvaceti lety, na podzim 1994, zprivatizoval Romano Prodi, tehdejší šéf státního kolosu IRI (Istituto per la Ricostruzione Industriale) a pozdější prezident Komise EU a italský ministerský předseda, ocelárnu v Terni (AST) a ztrátovou ocelárnu Ilva v Tarantu. Soukromí vlastníci měli investovat, zbavit ocelárny dluhů a ocelářské giganty sanovat, což se nepovedlo. Nyní má být Ilva, největší zaměstnavatel v jižní Itálii, znovu zestátněna, a to se stejným argumentem, se kterým byla kdysi zprivatizována. Stát bude investovat a po sanaci ocelárnu znovu prodá. Zestátnění musí ještě povolit EU.

Sanační plán pro ocelárnu v Terni

www.handelsblatt.com

3. 12. 2014

Když bude osazenstvo souhlasit, mohl by plán sanace odstranit napětí: hluboko v italském zázemí dávají odboráři zelenou pro sanaci ocelárny Terni. Německý koncern ThyssenKrupp smí ušetřit na personálních nákladech. ThyssenKrupp se dohodl na sanačním plánu, který ušetří na osobních nákladech 30 mil. €. Úspory nebude dosaženo výlučně jen odbouráním pracovních míst, ale i jinými kroky, např. snížením příplatků za noční směny apod. Zaměstnanci musí ale ještě plán schválit.

Ocel využitelná od aut až po nábytek

Industrie-Anzeiger

1. 12. 2014

Se značkou Docol 1700 M nabízí SSAB novou ultra-vysokopevnou ocel pro lehká a bezpečná auta, ale také pro jiná použití. Nová značka je martenzitickou ocelí, která se dobře hodí pro tváření zkružováním. Vysoká pevnost v tahu 1700 N/mm² je dosahována speciálním tepelným zpracováním ve spojení s extrémně vysokou ochlazovací rychlostí. Typickou oblastí použití by měly být tlumiče.

Srbsko láká nabídky na většinový podíl ve ztrátové ocelárně

Reuters

5. 12. 2014

Devět podniků projevilo zájem o ocelárnu v srbském Smederevu na základě uskutečněné veřejné soutěže. Nejlépe byla vyhodnocena nabídka amerického Esmark B.V. Prodej ocelárny byl plánován na začátek ledna. Mezi zájemci se nacházelo po dvou firmách z Ruska a Švýcarska, po jedné z USA, Bangladéše, Lucemburska, Polska a Velké Británie. Ocelárna ve Smederevu byla v roce 2003 za 23 mil. USD prodána americkému koncernu US Steel, začátkem roku 2012 odkoupena za 1 USD zpět. V ocelárně pracuje zhruba 5 000 zaměstnanců.

Indonésie potvrdila zákaz exportu rud

Stahl Aktuell

8. 12. 2014

V Indonésii potvrdil tamní Ústavní soud zákaz exportu nezpracovaných rud ze země, a zamítl tak žalobu těžařských podniků. Zákaz exportu je podle soudu přípustný, aby se zajistilo zásobování tuzemských tavíren surovinami. Už od ledna 2014 musí být například niklové rudy, než smí být vyvezeny, zpracovány doma. Podle údajů ministerstva hornictví a energie se plánuje postavit do konce roku 2017 v zemi šest rafinérií na zpracování bauxitu a 30 závodů na zpracování a tavení niklových rud.

OBSAH HUTNICKÝCH LISTŮ 2014, ROČ. LXVII CONTENT OF THE METALLURGICAL JOURNAL, VOL. LXVII	Číslo No.	Strana Page
A) HLAVNÍ – RECENZOVANÉ ČLÁNKY MAIN – REVIEWED ARTICLES		
Výroba surového železa Iron Making		
Ing. Petr Faruzel, Ing. Radek Hermann, Ing. Kazimír Hlisnikowski, Ing. Roman Taska, doc. Ing. Ján Kret, CSc. Náběh a prvotní zkušenosti s injektáží prachového uhlí do vysokých pecí v Třineckých železárnách, a.s. <i>Start-up and Initial Operating Experience with Pulverized Coal Injection into Blast Furnaces in Třinecké železářny, a.s.</i>	2/2014	23-28
Ing. Radek Hermann, Ing. Petr Faruzel, Ing. Václav Mahr, Ing. Marek Hoďa, Ing. Milan Cieslar, Ing. Bohdan Pyszko, doc. Ján Kret, CSc. Trendy a praktické postupy při mimopecním odsíření surového železa v podmínkách Třineckých železáren, a.s. <i>Hot Metal Desulfurization in Třinecké železářny, a.s. – Trends and Operation Experiences</i>	2/2014	29-33
Ing. Radek Olszar, PhD., MBA, Ing. Kazimír Hlisnikowski, Ing. Petr Faruzel Injektáž prachového uhlí do vysokých pecí v Třineckých železárnách, a.s. <i>Pulverized Coal Injection into Blast Furnaces in Třinecké železářny, a.s.</i>	5/2014	37-41
Ing. Petr Mlčoch, Ing. Piotr Zubek, Ing. Petr Faruzel Analýza přestupu podílů železa z jemnozrnných okují v aglomerační vsázce do konečného aglomerátu <i>Analysis of Iron Transfer from Fine-scale in Sinter Charge to Final Sinter</i>	5/2014	70-73
Výroba oceli a feroslitin Steel and Ferro-alloys Making		
Ing. Ladislav Socha, Ph.D., prof. Ing. Jiří Bažan, CSc., Ing. Karel Gryc, Ph.D., Ing. Petr Styrnal, Ing. Pavel Machovčák, Ph.D., Ing. Aleš Opler Hodnocení odsíření oceli při aplikaci ztekucovadel obsahujících Cr₂O₃ v podmínkách ocelárny VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY a.s. <i>Evaluation of Desulphurisation of Steel with Application of Fluxing Agents Containing Cr₂O₃ in Conditions of the Steel-shop at the VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY a.s.</i>	1/2014	2-11
Ing. Tomáš Huczala, Ing. Bohuslav Chmiel, Ing. Daniel Kokotek, prof. Ing. Karel Michalek, CSc., doc. Ing. Marketa Tkadlečková Ph.D. Ochrana liciho proudu během odlévání oceli do ingotů <i>Protection of Casting Stream during Casting of Steel Ingots</i>	5/2014	42-46
doc. Ing. Rudolf Mišičko, CSc., Ing. Sandra Ahmidat Fedáková, Ing. Jaroslav Duška, Ing. Zdenek Kakalejčík Štúdium príčin vzniku prievalov pri plynulom odlievání oceli <i>Study of Breakout Formation at Continuous Casting of Steel</i>	5/2014	47-55
Tváření, tepelné zpracování Forming, Heat Treatment		
Ing. Ervin Marko, Ing. René Malysz Inovace tepelného zpracování ve Slévárnách Třinec, a.s. <i>Innovation of Heat Treatment in the Foundry Slévárny Třinec, a.s.</i>	2/2014	38-42
Ing. Rostislav Kawulok, Ing. Petr Kawulok, Ph.D., Prof. Ing. Ivo Schindler, CSc., Ing. Zdeněk Solowski, Ing. Karel Milan Čmiel, Ph.D., Ing. Zdeněk Havlíček, Ing. Petr Opěla, Ing. Stanislav Ruzs, Ph.D. Vliv deformace na diagram anizotermického rozpadu austenitu oceli 32CrB4 <i>Effect of Deformation on the CCT Diagram of Steel 32CrB4</i>	4/2014	16-20
Ing. Petr Opěla, prof. Ing. Ivo Schindler, CSc., Ing. Tomáš Petrek, Ing. Petr Kawulok, Ph.D., Ing. Filip Vančura, Ing. Rostislav Kawulok, Ing. Stanislav Ruzs, Ph.D. Modely deformačního odporu oceli C45 za tepla <i>Hot Flow Stress Models of the Steel C45</i>	4/2014	21-25
Ing. Stanislav Ruzs, Ph.D., prof. Ing. Ivo Schindler, CSc., Ing. Petr Opěla, Ing. Petr Kawulok, Ph.D. Ing. Rostislav Kawulok, Ing. Rostislav Turoň, Ing. Petra Turoňová, Ph.D. Fázové přeměny a tvárnost vybraných ocelí pro výrobu bezešvých trubek <i>Phase Transformations and Formability of Selected Steels for Production of Seamless Tube</i>	4/2014	26-30
Ing. Tomáš Kubina, Ph.D., Ing. Jaroslav Gubiš Možnosti přípravy ultrajemné struktury u nízkouhlíkové oceli pomocí metody ARB <i>Possibilities of Preparation of Ultrafine Microstructure in Low-carbon Steel Using Accumulative Roll Bonding</i>	4/2014	31-35
Ing. Alexander Schrek, PhD., Ing. Michal Činák, prof. Ing. Pavol Švec, PhD., doc. Ing. Peter Kostka, PhD., Ing. Veronika Gajdošová Vplyv napätovo-deformačnej charakteristiky zvarového spoja na celkovú tváriteľnosť laserom zváraných polotovarov <i>Influence of Stress-strain Characteristic of Laser Weld Join on the Total Formability of Tailored Welded Blanks</i>	4/2014	41-44
Ing. Rostislav Kawulok, prof. Ing. Ivo Schindler, CSc., Ing. Petr Kawulok, Ph.D., Ing. Filip Vančura, Ing. Stanislav Ruzs, Ph.D., Ing. Petr Opěla Vliv velikosti zrna a předchozí deformace na ARA diagram oceli 20MnCrS5 <i>Influence of Grain Size and Previous Deformation on the CCT Diagram of the Steel 20MnCrS5</i>	6/2014	3-9
Ing. Petr Opěla, prof. Ing. Ivo Schindler, CSc., Ing. Bohuslav Chmiel, Ing. Petr Kawulok, Ph.D., Ing. Stanislav Ruzs, Ph.D., Ing. Rostislav Kawulok Plastické vlastnosti nástrojové oceli 48Cr8MoV za vysokých teplot <i>Plastic Properties of Tool Steel 48Cr8MoV at High Temperatures</i>	6/2014	46-50
Výroba trubek Tube Production		
Ing. Roman Noga, Ing. Petr Unucka, Ph.D., Ing. Rostislav Turoň, Bc. Radek Jurča Ověřování procesních parametrů děrování na laboratorní válcovací stolici <i>Verification of Process Parameters during Piercing on the Laboratory Rolling Mill</i>	4/2014	36-40

Ing. Petr Unucka, Ph.D., Ing. Roman Noga, Ing. Petra Turoňová, Ph.D., Ing. Rostislav Turoň, Bc. Michael Squerzi, prof. Ing. Ivo Schindler, CSc., Ing. Pavel Šimeček, Ph.D. Stanovení optimálních technologických parametrů tepelného zpracování bezešvých trubek OCTG <i>Determining the Optimal Technological Parameters of Heat Treatment of OCTG Seamless Tubes</i>	4/2014	51-57
Ing. Martin Ridzoň, PhD., prof. Ing. Ludovít Parilák CSc. Mechanické vlastnosti ocelových přesných rúr vyrobených trojitáhouvou technológiou <i>Mechanical Properties of Precision Steel Tubes Manufactured by Three-pass Cold Drawing</i>	4/2014	58-61
Ing. Roman Ďurčík, prof. Ing. Ludovít Parilák CSc. Numerická simulácia kalibrování a dierování vsádzky pri výrobe bezšvíkových rúr na pretlačovacej stolici <i>Numerical Simulation of Billet Calibration and Piercing in Push-bench Manufacturing Process of Seamless Tubes</i>	4/2014	62-65
Ing. Petr Unucka, Ph.D., Ing. Roman Noga, Mgr. Marek Vindyš Ověření vlivu průměru trnu a jeho polohy pro technologii děrování <i>Verification of the Piercing Plug Diameter and its Position for Piercing Technology</i>	6/2014	51-54
Materiálové inženýrství Material Engineering		
prof. Ing. Ivo Schindler, CSc., Ing. Rostislav Turoň, Ing. Petr Kawulok, Ph.D., Ing. Petr Opěla, Ing. Rostislav Kawulok, Ing. Stanislav Rusz, Ph.D., Bc. Radek Mendrok, Ing. Petra Turoňová, Ph.D., Ing. Petr Unucka, Ph.D. Plastické vlastnosti martenzitické žáropevné oceli P92 za tepla <i>Hot Plastic Properties of Martensitic Heat-resistant Steel P92</i>	2/2014	13-17
M.Sc., Eng. Marek Siemiński Dráty z TRIP oceli <i>Wires from TRIP Steel</i>	2/2014	43-46
Ing. Petra Kováčiková, prof. Ing. Ján Vavro, PhD., Ing. Peter Kopas, PhD., Ing. Marian Handrik, PhD., Ing. Rudolf Valášek, Ing. Ján Vavro, PhD. Únavová životnosť konštrukčnej ocele pri cyklickom zaťažení <i>Fatigue Lifetime of the Construction Steel under the Cyclic Loading</i>	3/2014	13-16
Ing. Adriána Pavúčková, Ing. Michaela Ďurovcová, prof. Ing. Františka Pešlová, PhD., Ing. Stanislav Krum Štruktúrne zmeny vybraných materiálov po teplotných šokoch <i>Structural Changes of Selected Materials after Thermal Shocks</i>	3/2014	17-21
Ing. Zuzana Harmatová, prof. Ing. Eugen Jóna, DrSc., Ing. Veronika Janíková, Ing. Róbert Janík, PhD., Jozef Miklovič Štúdium vplyvu rôznych iónov prechodných kovov na termické a spektrálne vlastnosti materiálov s biologicky významnými heterocyklickými zlúčeninami <i>Study of the Influence of Different Transition Metal Ions on the Thermal and Spectral Properties of Materials with Biologically Important Heterocyclic Compounds</i>	3/2014	22-24
Ing. Jan Holec, doc. Ing. Jiří Cejp, CSc., Ing. Stanislav Krum, prof. Ing. Františka Pešlová, PhD. Abrazivní opotřebení materiálů funkčních součástí vodních turbín <i>The Abrasive Wear of Materials for Functional Parts of Water Turbines</i>	3/2014	29-32
Ing. Daniela Košťáliková, Ing. Ľuba Hajduchová, PhD., prof. Ing. Františka Pešlová, PhD. Kontinuita guľatina pre výrobu servovalcov z materiálu EN-GJS-700-2 <i>Continuously Cast Round Rod of EN-GJS-700-2 Material for Servo-Cylinder Production</i>	3/2014	37-41
Ing. Dana Bakošová, PhD. Experimentálne štúdium vplyvu plnín na vybrané mechanické vlastnosti HDPE <i>Experimental Study of Filler Influence on Mechanical Properties of HDPE</i>	3/2014	74-78
doc. Mgr. Ivan Kopal, PhD., Ing. Karol Kováč, Ing. Leoš Polka Analýza teplotnej závislosti termofyzikálnych parametrov tvrdého polyuretánu <i>Analysis of the Temperature Dependence of Thermophysical Parameters of Hardened Polyurethane</i>	3/2014	79-82
Ing. Karol Kováč, doc. Mgr. Ivan Kopal, PhD. Elektrické vlastnosti tvrdého polyuretánu plneného jednodennými uhlíkovými nanorúrkami s rôznou čistotou <i>Electrical Properties of Hardened Polyurethane Filled by Single Walled Carbon Nanotubes with Different Purity</i>	3/2014	83-85
Ing. Slavomíra Domčeková, prof. Ing. Darina Ondrušová, PhD., Ing. Lenka Španíková, Ing. Zuzana Jankurová, PhD. Overenie vplyvu koloidnej siliky v kaučukových zmesiach <i>Verification of the Colloidal Silica Influence in Rubber Compounds</i>	3/2014	86-89
Ing. Ladislav Janek, PhD., Ing. Vladimíra Krmelová, PhD., doc. Ing. Iva Sroková, PhD., Ing. Jaroslava Janíčková, PhD., RNDr. Vlasta Sasínková Plniva na báze organicky modifikovaného MMT a škrobu pre SBR nanokompozity <i>Fillers for SBR Nanocomposites Based on Organically Modified MMT and Starch</i>	3/2014	90-93
Ing. Michal Pastorek, doc. Ing. Jan Krmela, PhD. Stanovenie vybraných materiálových charakteristík vybraných častí z rôzne starých plášťov pneumatík <i>Determination of Selected Material Characteristics for Chosen Parts from Various Aged Tire Casings</i>	3/2014	94-97
doc. Ing. Petra Skalková, PhD., Ing. Katarína Kostelanská, PhD., Pavol Boško Vplyv plniva na vulkanizačné charakteristiky zmesi NR/celulóza <i>Effect of Filler on Curing Characteristics of NR/Cellulose Blends</i>	3/2014	98-101
Ing. Monika Struhariňanská, doc. Ing. Jan Krmela, PhD. Vyhodnocovanie experimentálnych výsledkov vybraných materiálových charakteristík gumárenských zmesí pred a po zostarnutí <i>Evaluation of Experimental Results for Selected Rubber Compounds before and after Aging Degradation</i>	3/2014	102-105
Ing. Katarína Holcová, prof. RNDr. Mariana Pajtášová, PhD., Ing. Lenka Španíková, Ing. Jana Paliesková, Ing. Zuzana Jankurová, PhD., Ing. Marianna Janeková Štúdium vlastností kaučukových zmesí s obsahom plniva na báze PLA a PP vlákien <i>Study of the Properties for Rubber Compounds with Fillers Based on PLA and PP Fibers</i>	3/2014	106-109
Ing. Jela Legerská, PhD. Vplyv väzby na transportné vlastnosti pletenín <i>Effect of Structure of Knitted Fabric on the Transfer Properties</i>	3/2014	110-114
doc. Ing. Pavol Lizák, PhD., Ing. Anton Schlosser, Ing. Ľubomír Žila Vplyv koeficientu zaplnenia pleteniny na tepelnú odolnosť a odolnosť proti vodným parám <i>The Coefficient Influence of Knitted Fabric Packing Density on the Thermal Resistance and Resistance to Water Vapour</i>	3/2014	115-118
Ing. Petr Havlíček, Ing. Ondřej Vyklícký, CSc., RNDr. Milan Svoboda, CSc., prof. Ing. Karel Stránský, DrSc. Vliv zpevnění výbuchem na tvrdost a strukturu Hadfieldovy oceli <i>Influence of Explosive Hardening on Hardness and Structure of Hadfield Steel</i>	5/2014	8-14
Dr. Ing. Zdeněk Kuboň Nové materiály pro trubky v přehřívacích kotlů pracujících s ultrapřehřátou párou <i>New Materials for the Superheater Tubes of Boilers Working with the Ultra-supercritical Steam</i>	5/2014	20-26
Ing. Petr Unucka, Ph.D., Ing. Magdalena Šmátralová, Ph.D., Ing. Rostislav Turoň Výzkum svařitelnosti bezešvých trubek z vybraných typů oceli pro energetiku <i>Development of Weldability of Samless Tubes Made of Slected Types of Steels for Power Engineering</i>	5/2014	56-62

Neželezné kovy a slitiny Non-ferrous Metals and Alloys		
doc. Ing. Miroslav Greger, CSc., Ing. Michal Madaj Struktura a mechanické vlastnosti wolframového drátu vyráběného práškovou metalurgií a tvářením <i>Structure and Mechanical Properties of Tungsten Wire Produced by Powder Metallurgy and Forming</i>	1/2014	12-17
doc. Ing. Miroslav Greger, CSc., Ing. David Žáček Mikrostruktura a vlastnosti ultra-jemnozrnné mědi zpracované technologií ECAP <i>Microstructure and Properties of Ultrafine Grained Copper Processed by Equal-channel Angular Pressing</i>	1/2014	18-23
Ing. Natália Luptáková, PhD., prof. Ing. Františka Pešlová, PhD. Štúdium konečného produktu pri výrobe ZnO <i>Study of the Final Product in the Production of ZnO</i>	3/2014	42-45
prof. Ing. Ivo Schindler, CSc., Bc. Stanislav Czernek, Ing. Petr Opěla, Ing. Petr Kawulok, Ph.D., Ing. Tomáš Petrek, Ing. Stanislav Rusz, Ph.D., Ing. Rostislav Kawulok, Dr. Ing. Josef Macháček, MBA, Ing. Karel Brada, MBA, Ing. Gabriela Urbanová Deformační chování slitiny AlMg4,5Mn0,7 za tepla <i>Hot Deformation Behaviour of the Alloy AlMg4.5Mn0.7</i>	4/2014	4-10
Ing. Irena Vlčková, Ph.D., Ing. Petr Jonšta, Ph.D., prof. Ing. Zdeněk Jonšta, CSc., Ing. Karel Malaník, CSc. Materiálová analýza žárupevné niklové superslitiny INCONEL 713LC <i>Material Analysis of Refractory Nickel-Based Superalloy INCONEL 713LC</i>	5/2014	15-19
Ing. Lenka Kunčická, doc. Ing. Radim Kocich, Ph.D., Ing. Ivo Szurman, Ph.D., Ing. Martin Pohludka Vliv extrémní plastické deformace na texturu a substrukturu u nově navržené slitiny Mg-Dy-Al-Zn-Zr <i>Influence of Severe Plastic Deformation on Texture and Substructure in a Newly Developed Mg-Dy-Al-Zn-Zr Alloy</i>	6/2014	10-13
Ing. Tomáš Čegan PhD., Ing. Jan Juřica, Ing. Kateřina Skotnicova Ph.D. Ing. Daniel Petlák Zjemnění mikrostruktury slitiny Ti-47Al-8Nb masivní transformací a vliv zjemnění na mechanické vlastnosti v tlaku <i>Refinement of Microstructure of Ti-47Al-8Nb Alloy by Massive Transformation and Effect of Refinement on Compression Properties</i>	6/2014	20-25
prof. Ing. Jaromír Drápala, CSc., Ing. Kateřina Konečná, Ing. Gabriela Kostiuková, Ing. Michal Madaj, Ing. Jan Klapsia, Ing. Vít Michenka, CSc., Ing. Petr Milata Strukturně-metalurgický rozbor odlitků ze slitiny Cr-Ni <i>Structural and Metallurgical Analysis of Castings from Cr-Ni Alloy</i>	6/2014	55-62
Zkušebnictví, měřictví, laboratorní metody Testing, Measurement, Laboratory Methods		
prof. Ing. Karel Michalek, CSc., doc. Ing. Markéta Tkadlečková, Ph.D., doc. Ing. Karel Gryc, Ph.D., Ing. Jiří Cupek, Ing. Michal Macura Fyzikální a numerické modelování nestacionárního proudění oceli přes ponornou výlevku s dozátorem <i>Physical and Numerical Modelling of Non-Stationary Steel Flow through the Subentry Shroud With Inner Metering Nozzle</i>	2/2014	5-12
Ing. Karel Malaník, CSc1, Ing. Roman Gabor, Ing. Irena Vlčková, Ph.D. Hodnocení velkých vměstků v kordových ocelích <i>Evaluation of Large-size Inclusions in Tire Cord Steels</i>	2/2014	18-22
Ing. Petr Kawulok, Ph.D., prof. Ing. Ivo Schindler, CSc., Ing. Bohuslav Chmiel, Ing. Rostislav Kawulok, Ing. Stanislav Rusz, Ph.D., Ing. Petr Opěla, Ing. Kateřina Konečná, Ing. Tomáš Petrek Plastometrická simulace ochlazování bram z nástrojové oceli 48Cr8MoV <i>Plastometric Simulation of Cooling of Slabs from Tool Steel 48Cr8MoV</i>	4/2014	11-15
prof. RNDr. Jaroslav Fiala, CSc., Ing. Jan Říha, Ph.D. Rentgenová difrakční analýza fázového složení materiálů <i>X-ray Diffraction Phase Analysis of Materials</i>	5/2014	2-7
Ing. Ondřej Dorazil, prof. Ing. Karel Matocha CSc., Ing. Ladislav Kander, Ph.D., prof. Kaishu Guan, Yifen Xu Vliv „U“ vrubu na tranzitní teplotu penetračních testů TSP <i>Effect of „U“ shape Notch on Small Punch Transition Temperature TSP</i>	5/2014	33-36
prof. Ing. Karel Michalek, CSc., prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc., doc. Ing. Karel Gryc, Ph.D., doc. Ing. Bedřich Smetana, Ph.D., doc. Ing. Markéta Tkadlečková, Ph.D., Ing. Ladislav Socha, Ph.D., doc. Ing. Rostislav Dudek, Ph.D., Ing. Monika Kawuloková, Ph.D., Ing. Michaela Strouhalová, Ing. Silvie Rosypalová, Ph.D., Ing. Simona Zlá, Ph.D. Rozsah výzkumných aktivit v „Laboratoři modelování procesů v tekuté a tuhé fázi“ projektu RMTVC <i>The Scope of Research Activities in the “Laboratory for Modelling of Processes in the Liquid and Solid Phases” of the Project RMSTC</i>	6/2014	30-38
Tepelná technika, pece, žárovzdorný materiál Thermal Engineering, Reheating Furnaces, Refractory Material		
Ing. Česlav Kantor, Ing. Adam Molin, Ing. Jan Lasota, Roman Powetz Konstrukční a materiálová optimalizace pracovní vyzdívky nalévacích pánvi v podmínkách TŽ, a. s. <i>Refractory Linings of Pig Iron Transfer Ladles</i>	2/2014	58-61
Koroze Corrosion		
prof. Ing. Františka Pešlová, PhD., prof. RNDr. Tatiana Liptáková, PhD., Ing. Michal Bukovina, PhD., Ing. Michaela Ďurovcová, Ing. Pavlína Hájková Korózne vlastnosti vybraných materiálů pre lopatky vodných turbín <i>Corrosion Properties of Selected Materials for Blades of Water Turbines</i>	3/2014	5-8
Ing. Zuzana Říhová, Ing. Barbora Roháčová, prof. Ing. Františka Pešlová, PhD. Hodnocení korozního napadení nelegované oceli průmyslového plynovodu <i>Evaluation of Unalloyed Steel Corrosion for Industrial Pipeline</i>	3/2014	9-12
doc. RNDr. Ján Bezecný, CSc., Ing. Andrej Dubec, Ing. Róbert Vavřík Korózne praskanie demonomerizačnej kolóny <i>Corrosion Cracking of the Demonomerizing Column</i>	3/2014	46-51
Ing. Lukáš Pindor, Ph.D., Ing. Vojtěch Dudek, Ing. Stanislav Závodný Zkouška korozní odolnosti řetězů pro rybí farmy <i>Test of Corrosion Resistance of Chains for Fish Farms</i>	5/2014	63-66

Povrchová úprava Surface Treatment		
Ing. Jakub Horník, Ph.D., Ing. Stanislav Krum, Ing. David Tondl, prof. Ing. Františka Pešlová, Ph.D. Funkční PVD povlaky pro nástrojové oceli <i>Functional PVD Coatings for Tool Steels</i>	3/2014	52-55
Ing. Petr Jonáš, Ph.D., Ing. Irena Vičková, Ph.D., Ing. Miriam Gabčová, prof. Ing. Zdeněk Jonáš, CSc. Analýza plazmově nitrídaných vnitřních povrchů hlavní z chrom-molybdenové oceli PO209 <i>Analysis of Plasma Nitrided Inner Surfaces of the Firearms Barrel Systems made from PO209 Chromium – Molybdenum Steel</i>	6/2014	14-19
doc. RNDr. Jaroslav Vlček, CSc., doc. Dr. Ing. Michal Lesňák, Mgr. Petr Otipka, Ing. Ivo Vávra, CSc. Aproximace metalických nanostruktur efektivním médiem <i>Effective Medium Approximation of Metallic Nanostructures</i>	6/2014	26-29
Ing. Lenka Faltýnková, Ing. Roman Gabor, Ph.D. Stanovení koncentrace prvků v závislosti na analyzované hloubce s využitím techniky GDOES <i>Determination of Elemental Concentration in Dependence on the Analysed Depth with Utilization of GDOES Technique</i>	6/2014	63-66
Ing. Jiřina Vontorová, Ph.D., doc. Ing. Petr Mohyla, Ph.D. Studium zinkové vrstvy na plechu po tepelném ovlivnění pájením <i>Study of Zinc Layer on the Plate after the Heat Influencing by Soldering</i>	6/2014	67-72
Ekologie, recyklace, druhotné zpracování odpadů Environmental Protection, Recycling, Secondary Wastes Processing		
Ing. Pavlína Pustějovská, dr. inž. Edyta Kardas, Ing. Simona Jursová, Ph.D., dr. inž. Manuela Ingaldi, Ing. Silvie Brožová, Ph.D., dr. hab. inž. Anna Konstanciak Nové metody zpracování a recyklace jemnozrnných kovonosných odpadů <i>New Methods of Processing and Recycling of Fine Metal Waste</i>	1/2014	24-28
doc. Ing. Petra Skalková, Ph.D., Ivan Labaj Štúdium mechanických vlastností zmesí NR/biopolymér <i>Study of Mechanical Properties of NR/Biopolymer Blends</i>	3/2014	60-64
Ing. Lenka Špániková, Ing. Michaela Ďurčková, prof. Ing. Darina Ondrušová, Ph.D., Ing. Slavomíra Domčeková, Ing. Katarína Holcová Využitie prírodného a Ca-klinoptilolitu vo funkcii sorbenta zinku z technologickej odpadovej vody- vplyv času a pH <i>Utilization of Natural and Ca-clinoptilolite in the Function of Sorbent of Zinc from Technological Wastewater-Effect of Time and pH</i>	3/2014	65-69
Ing. Michaela Ďurčková, Ing. Lenka Špániková, prof. Ing. Darina Ondrušová, Ph.D. Odstraňovanie Fe(III) a Pb(II) z vodných roztokov pomocou prírodného a modifikovaného zeolitu <i>Removal of Fe(III) and Pb(II) from Aqueous Solutions Using Natural and Modified Zeolite</i>	3/2014	70-73
Ing. Agnesa Doráková, PhD, Prof. Dr. Tamás Kékesi, DSc Predúprava oxidických sterov cinu a hliníka pre hydrometalurgické spracovanie <i>Pre-treatment of Tin and Aluminium Oxide Drosses for Hydrometallurgy</i>	5/2014	27-32
Hutní energetika Power Engineering in Metallurgy		
Ing. Silvie Brožová, Ph.D. Ing. Ivan Šperlín, prof. Ing. Jaromír Drápala, CSc. Regulace napětí a jalového výkonu u disperzních zdrojů v soustavě VN <i>Control of Voltage and Reactive Power of Dispersion Sources in HV Network</i>	6/2014	78-83
Strojírenské dohotovení a užití hutních výrobků Machinery Finishing and Utilization of Metallurgical Products		
Ing. Vojtěch Dudek Vývoj důlních řetězů <i>Development of the Mining Chains</i>	2/2014	47-50
Ing. Tomáš Grulich Přímé kalení šroubových pružin, navíjených za tepla <i>Direct Quenching of Hot-wound Coil Springs</i>	2/2014	51-53
Ing. Stanislav Sosna, Ph.D. Ocelové kordy vysokých nosností <i>High and Ultra-high Tensile Steel Cords</i>	2/2014	54-57
Ing. Peter Vido, Ing. Jozefína Panáčková, doc. Ing. Jan Krmela, Ph.D., Ing. Rudolf Valášek Zhodnotenie interakcie oceľový kord – elastomér v plášti pneumatík <i>Evaluation of Interaction of Steel Cord – Elastomer in Tire Casing</i>	3/2014	56-59
Ing. Martin Olszar Výroba vysokopevnostních šroubů tříd 10.9 a 12.9 ze značek oceli 23MnB4 a 30MnB4 <i>Production of High-strength Screws of the Classes 10.9 and 12.9 of Steel Grades 23MnB4 and 30MnB4</i>	5/2014	67-69
Počítačová simulace, výpočetní metody Computer Simulation, Computing Methods		
Ing. Jaroslav Pindor, Ph.D., Ing. Vladislav Kurka, Ph.D., Ing. Zbýnek Hudzieczek, Ph.D. Numerická simulace odlévání a tuhnutí vysokouhlíkové oceli <i>Numerical Simulation of Casting and Solidification of High Carbon Steel</i>	2/2014	34-37
Ing. Ján Vavro, PhD., jr., prof. Ing. Ján Vavro, PhD., Ing. Petra Kováčiková, Ing. Peter Kopas, PhD., Ing. Marián Handrik, PhD., Ing. Radka Bezdedová Numerická analýza napät'ových stavov liatiny s guľôčkovým tvarom grafitu <i>Numerical Analysis of Stress States for Cast Iron with the Spheroidal Shape of Graphite</i>	3/2014	25-28
Ing. Pavel Šimeček, Ph.D., Ing. Zdeněk Vašek, Ph.D., Ing. Daniel Hajduk, Ph.D.	4/2014	45-50

Počítačové modelování metalurgických vlastností za tepla válcovaných důlních výztuží Computer Model of Metallurgical Properties of Hot Rolled Mining Reinforcements		
doc. Ing. Markéta Tkadlečková, Ph.D., prof. Ing. Karel Michalek, CSc., Dr. Ing. Ladislav Válek, Ing. Marek Kováč, doc. Ing. Karel Gryc, Ph.D., doc. Ing. Bedřich Smetana, Ph.D., Ing. Ladislav Socha, Ph.D., prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc., Ing. Monika Žaludová, Ph.D., Ing. Simona Zlá, Ph.D., Ing. Michaela Strouhalová	6/2014	39-45
Numerické modelování tuhnutí plynule litého kruhového ocelového předlitku za tepelně ustálených podmínek Numerical Modelling of Solidification of Continuously Cast Round Steel Billets under Thermal Steady State Conditions		
Ing. Tomáš Perna, Ing. Jaroslav Pindor, Ph.D.	6/2014	73-77
Spojení matematického modelování a numerických simulací pro objektivně vyladěné modely tvářecích procesů Combination of Mathematical and Numerical Simulations for Objectively Tuned Models of Forming Processes		
Řízení jakosti Quality Management		
Ing. Roman Meca, RNDr., Ing. Miroslav Kvíčala, Ph.D., prof. Ing. Zora Jančíková, CSc., Ing. Ondřej Zimný, Ph.D.	1/2014	29-32
Použití umělých neuronových sítí při předpovědi výskytu vnitřních defektů v blocích z Cr-Mo ocelí po válcování Use of Artificial Neural Networks at Prediction of Occurrence of Internal Defects in Billets from Cr-Mo Steels after Rolling		
Ing. Adam Hrabina, prof. Ing. Darja Noskievičová, CSc., doc. Ing. Jiří David, CSc.	1/2014	33-42
Průmyslové aplikace metod umělé inteligence v oblasti managementu kvalit Industrial Applications of Artificial Intelligence in Quality Management		
Ing. Mariana Janeková, Ing. Luba Hajduchová, PhD., prof. Ing. Františka Pešlová, PhD.	3/2014	33-36
Porušení hřídele vznikem povrchových vád při opracování Defect of Shaft Due to Occurrence of Surface Failure during Machining Process		
doc. Ing. Pavol Lizák, PhD.	3/2014	119-121
Fyziologická funkcia v odevnom dizajne Physiological Function in the Clothing Design		
B) INFORMAČNÍ ČLÁNKY INFORMATION ARTICLES		
Informace HŽ, a.s. Information of HŽ, a.s.		
Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2012 a 2013 Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2013a 2014, vč. upřesnění r. 2013 Ing. Vladimír Toman	1/2013	43 44 45-46
Legislativa a ekologie v hutnictví		
Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2014 a 2013	2/2014	62-63
Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2014 a 2013	3/2014	122
Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2014 a 2013	4/2014	66-67
Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2014 a 2013	5/2014	74-76
Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2014 a 2013 Ing. Vladimír Toman	6/2014	84-85
Bariéry dalšího rozvoje v odvětví hutnictví železa		86-90
Z hospodářské činnosti podniků, institucí a řešitelských pracovišť Information on economical activities of companies, institutions and research workplaces		
Ing. Jan Čepec Zahájena výstavba nového fluidního kotle ve společnosti ENERGETIKA TŘINEC, a.s. Ing. František Červenka, Ing. Milan Krojzl Vývoj výroby vaček ve Šroubárně Kyjov Ing. Luděk Slapnicka Sochorová válcovna TŽ, a.s. - pokračovatel hutnické tradice na Kladensku Ing. Josef Audy, MBA, Ing. Ladislav Rajnec D&D Miskolc včera a dnes Ing. Martin Louda, Ph.D. Výzkum a vývoj nových typů povlaků ve VÚHŽ a.s. Ing. Jaroslav Pindor, Ph.D., prof. Ing. Karel Matocha, CSc. Společnost MATERIÁLOVÝ A METALURGICKÝ VÝZKUM s.r.o. - partner průmyslu v oblasti aplikovaného výzkumu, vývoje a inovací Ing. Ladislav Jílek, CSc.	2/2014	64-69 70-72 72-74 74-77 77-81 81-87
Využívání radiálních kovacích strojů zaznamenává rozmach Ing. Ladislav Jílek, CSc., Ing. Oskar Kwarteng Provozní aplikace radiálních kovacích strojů Ing. Petr Buchta	4/2014	68-73
Vliv použití tlakových a standardních průvlaků na vlastnosti drátu po tažení Influence of Use of Preassure and Standard Dies to Properties of Wire after Drawing	5/2014	77-81 82-85
doc. Ing. Václav Kafka, CSc. Některé poznatky ze slévárny BESKYD ve Frýdlantu nad Ostravicí Redakce	6/2014	91-92 92
V ČR roste recyklace odpadu		
Ze spolkové činnosti a odborných akcí Information on associations and professional events		
doc. Ing. Václav Kafka, CSc. Vývoj technologie těžkých odlitků pro energetiku a všeobecné strojírenství	1/2014	47-48
doc. Ing. Václav Kafka, CSc. Odborná komise ekonomická v JMA, s.r.o. Hodonín poděkovala jubilantům	2/2014	89-90

<i>Organizační výbor konference</i> Tradiční konference Oceláři	3/2014	123
<i>prof. Ing. Jiří Klíber, CSc., prof. Ing. Miroslav Kursá, CSc., Ing. Tasilo Prnka</i> Zhodnocení mezinárodní konference metalurgie a materiálů METAL 2014 - 23. ročník, 21. - 23. 5. 2014, Hotel Voroněž, Brno	4/2014	74-75
<i>Ing. Jaroslav Pindor, Ph.D.</i> 7. mezinárodní konference European Oxygen Steelmaking Conference	5/2014	86-87
Ze života škol Information on activities of Universities		
<i>doc. Dr. Ing. Peter Horňák, prof. Ing. Karel Tomášek, CSc., prof. Ing. Tibor Kvačkaj, CSc., doc. Ing. Pavol Vadász, CSc., doc. Ing. Martin Fajda, PhD.</i> Ako je to vlastne so vzdelávaním v metalurgických odboroch na Slovensku?	1/2014	49-51
Historie hutnictví History of metallurgy		
<i>prof. Ing. Karel Stránský, DrSc., Ing. Drahomíra Janová, Ing. Lubomír Stránský, CSc., doc. Ing. Libor Pantělejev, Ph.D., prof. Ing. František Kavička, CSc., Ing. Bohuslav Sekanina, CSc., Ing. Zdeněk Spotz, Ph.D., Karel Křížek</i> Hutnické zpracování polymetalických Pb-Cu-Zn-Ag rud na Českomoravské vrchovině Metallurgical Processing of Complex Pb-Cu-Zn-Ag Ores on the Bohemia-Moravia Highlands	5/2014	88-99
<i>Redakce</i> 65 let od výroby první trubky v Kunčicích – počátky provozu	6/2014	93-94
Nová literatura New literature		
<i>Joan Magretta</i> Michael Porter jasně a srozumitelně	1/2014	52-53
<i>Helma Frank, Jaroslav Fiala, Ivo Kraus</i> Elektronová struktura a reaktivita povrchů a rozhraní	2/2014	91-92
<i>Terry Leahy</i> Management v deseti slovech		92-93
<i>Jiří Stýblo, Otto Hain</i> Manažerské trumfy	3/2014	124-125
<i>Petr Martinovský, Tomáš Šmíd a kol.</i> Přírodní zdroje a ozbrojené konflikty – aktuální trendy		125-126
<i>Petr Klán</i> Čísla - Vztahy, vhledy a věčné inspirace	4/2014	76
<i>Michael J. Mauboussin</i> Dvakrát měř, než rozhodneš		77
<i>Ladislav Samek, František Černý</i> Fyzika v příkladech/ Mechanika/Pro studenty vysokých škol		78
<i>Ivo Kraus</i> Století fyzikálních objevů - Objevy, které změnily obraz světa	6/2014	95-96
Společenská kronika Social chronicle		
<i>doc. Ing. Václav Kafka, CSc.</i> Ing. Ludvík Martínek, Ph.D. oslavil šedesáté narozeniny	1/2014	54
<i>Ing. Josef Bořuta, CSc., Ing. Tomáš Kubina, Ph.D., Ing. Jan Počta, CSc.</i> Rozloučení s Ing. Vladimírem Dědkem, CSc.	6/2014	97-98
<i>Ing. Albin Magera</i> Ing. Vladimír Šebelík, in memoriam		99
Konference, veletrhy, výstavy Conferences, trade fairs, exhibitions		
<i>redakce</i> HANNOVER MESSE 2014	1/2014	55-59
<i>Redakce</i> Veletrh zpracování plechu EuroBLECH 2014	3/2014	127
C) ÚVODNÍKY LEADING ARTICLES		
<i>Ing. Jan Czudek, generální ředitel</i> Úvod - Třineckým železárnám je 175 let	2/2014	3-4
<i>prof. Ing. Ján Vavro, PhD.</i> Foreword	3/2014	4
<i>Úvod</i> Forming 2014	4/2014	3

Hlavní zásady pro publikování v Hutnických listech

Hutnické listy jsou strukturovány do dvou částí: do první části recenzovaných tzv. hlavních článků a do druhé, všeobecně informační části, která obsahuje vedlejší články.

1. Hlavní články

Hlavní články jsou určeny pro publikování těchto témat:

- paliva, koksárenství
- výroba surového železa
- výroba oceli
- výroba feroslitin
- tváření, tepelné zpracování
- výroba trubek
- materiálové inženýrství
- neželezné kovy a slitiny
- zkušebnictví, měřictví, laboratorní metody
- tepelná technika, pece, žárovzdorný materiál
- hutní energetika
- slévárenství
- koroze
- povrchová úprava
- ekologie, recyklace, druhotné zpracování odpadů
- strojírenské dohotovení hutních výrobků
- údržba
- automatizace technologických procesů, počítačová simulace, výpočetní metody
- řízení jakosti
- ekonomika, organizace a řízení

Paleta tématických okruhů není tímto uzavřena. Je možno ji rozšířit podle toho, jaký oborový záběr budou mít příspěvky k publikaci a zda rozšíření řady vyjmenovaných témat odpovídá zaměření Hutnických listů. Kromě dvojího recenzování podléhají hlavní články jazykové korektuře.

Hlavní články jsou zařazovány do dvou oddílů:

- původní vědecké články
- výzkumné články

Hlavní články z obou oddílů jsou recenzovány.

Do oddílu původních vědeckých článků redakce zařazuje publikace s nejvyšší úrovní, s dostatečnou literární rešerší, resp. citací literárních zdrojů, přičemž dává přednost publikacím, jejichž text je napsán v anglickém jazyce.

O případném nezařazení hlavních článků do Hutnických listů rozhoduje redakce na základě negativního posouzení recenzentů, dále v případě, že se téma článku neslučuje se zaměřením časopisu, že mají články nízkou odbornou úroveň nebo jsou beznadějně neopravitelně napsány nebo nebyly u nich provedeny autorské opravy

na základě recenzních posudků nebo redakčních pokynů.

1.1 Odborná úroveň

Hlavní články musí mít dostatečnou odbornou úroveň. Úkolem časopisu je uveřejňovat původní práce vědecko-výzkumné povahy z výzkumných pracovišť, akademické sféry, podniků a institucí, a to z okruhu teorie a technologie hutnických pochodů, materiálového inženýrství a příbuzných nebo navazujících oborů, z okruhu výrobních zařízení, vývojových směrů ve výrobě a koncepci zařízení, z hospodářování a řízení výroby, zvyšování jakosti hutních materiálů a výrobků. Hlavní články mají vědeckou, vědecko-výzkumnou nebo aplikační výzkumně-technickou povahu, přinášejí nové myšlenky nebo doplňují a rozvíjejí dosavadní platné oborové názory. Mohou vycházet z laboratorního výzkumu, provozního sledování či z teoretického studia. V této části není účelné uveřejňovat články pouze popisné a pojednávající o věcech v technické praxi již známých a dostatečně literárně popsaných.

1.2 Původnost

Články určené pro Hutnické listy nesmějí být předem uveřejněné v doslovném znění v jiném časopisu nebo sborníku, pokud si to redakce sama u autora a prvního vydavatele nevyžádá.

1.3 Koncepce článku

Hlavní články zaujímají v časopiseckém tisku zhruba 5 až 6 stran vč. obrázků a tabulek s případnou odchylkou 1 strany v obou směrech. Jedna strana autorského konceptu na formátu A4 psaného typem písma Times New Roman o velikosti 12 bodů vychází v časopiseckém tisku s menším písmem a ve sloupcovém uspořádání zhruba na 0,65 – 0,75 časopisecké strany. Redakce si vymíní po dohodě s autory změnit počet stran, většinou zkrátit články, s cílem příliš nezvyšovat rozsah Hutnických listů při větším počtu zařazených publikací. Na skutečném počtu stran, i větším, se však redakce většinou dohodne s autorem individuálně.

Autorské články obsahují tři části:

- Úvod, který se nenadepisuje žádným dílčím nadpisem.
- Hlavní stať, kterou je účelné podle složitosti publikovaného tématu členit na dílčí kapitoly. Číselné označení nadpisů těchto dílčích kapitol nebo nadpisů bez číslování ponechává redakce na uvážení autorů dle složitosti článku. V případě číslování dílčích kapitol používat arabské číslice.

- Závěr, který obsahuje stručný a výstižný souhrn poznatků z hlavního statí. V závěru by se neměly objevovat pasáže nemající odezvu v rozšířených komentářích v hlavní části. Shrnující pasáže ze závěru mohou sloužit také k doplnění rozšířeného abstraktu. Nadpis závěru není vhodné číslovat.

Za závěrem se umísťuje citace výzkumného projektu, z jehož řešení článek vychází.

Na samém konci článku autor provede citaci literárních zdrojů. Literární citace musí být uvedeny v dostatečném počtu, aby literární rešerše z nich vycházející a uvedená na začátku článku v dostatečné míře charakterizovala stav poznání v daném oboru. Uvádějí se ty literární prameny, na které je v textu uveden odkaz, a v tom pořadí, v jakém jsou v textu zmiňovány. Není vhodné uvádět autocitaci ve větším rozsahu než 20 % všech literárních zdrojů. Literární odkazy je nutno důsledně uvádět v souladu s normou ČSN ISO 690:1987, resp. ČSN ISO 690-2:2000. Tato norma doplněná o řadu praktických příkladů bývá uváděna také na různých webových stránkách. Prezентují je např. univerzitní knihovny nebo jiné prameny.

Redakce vyžaduje uvádění správného pořadí údajů v bibliografických citacích, správné psaní textových částí citací velkým a malým písmem, stejně tak stojatým písmem a kurzívou, správné vyznačení sborníků (In) a správné používání interpunkčních znamének mezi jednotlivými textovými částmi citací. Jednotlivé citace je vhodné psát vždy na samostatných řádcích. V tom případě se za citací jednotlivých položek literárních zdrojů nepíše tečky. Číselné odkazy na literaturu v textu se provádějí v hranatých závorkách a se stejným označením se pak tyto literární zdroje citují na konci článku. Hutnické listy upouštějí od dřívějšího značení literatury vyjádřeného horním indexem před kulatou závorkou, na kterou si možná pamatují starší autoři z 80. a dřívějších let minulého století. Odvolává-li se autor na více zdrojů, pak je možné v textu tato jejich číselná označení uvádět ve společné závorce (např. [1, 2], [1 až 5], [1, 2 – 5], ale tak, aby toto označení bylo v celém článku jednotné). U citace literárních zdrojů je možno tolerovat některé drobné, nepodstatné odchylky, které nijak neomezují přesnost v určení daného literárního zdroje. V každém případě však musí autoři dodržet ve své publikaci jednotný systém u všech svých uvedených citací.

1.4 Úprava textu

Psaní autorských článků se řídí pravidly uvedenými na webových stránkách Hutnických listů:

www.hutnickelisty.cz

Zde redakce vyjímá některé hlavní zásady při psaní publikací. Vychází z nejčastějších chyb, ať už to je nedodržování redakčních pokynů nebo obecně platných norem či zvyklostí respektujících přehlednost a srozumitelnost odborných textů.

1.4.1 Veškeré textové části se píše ve formátu word.

1.4.2 Nadpisy článků jsou dvojjazyčné. Mají být srozumitelné a stručné, nikoliv dlouhé, nemají obsahovat všeobecně neznámé zkratky. Pokud je text článku napsán v českém nebo slovenském jazyce, je tento nadpis napsán jako první. Druhý v řadě je anglický nadpis. Pokud je text článku napsán anglicky, pak anglický nadpis je uvedený jako první a druhý v řadě je český nebo slovenský nadpis. V anglickém nadpise celého článku se první písmena slov píše velká, kromě členů, předložek a spojek. Totéž pak platí o psaní názvů titulů v seznamu literatury.

1.4.3 U autorů se uvádějí plná jména a všechny tituly, plná adresa organizace, kterou autor v Hutnických listech svou publikací reprezentuje, vnitřní útvar zaměstnavatele, v němž autor pracuje, pokud jej autor chce zveřejnit, e-mailové adresy autorů v závorce, přičemž na první místo se zařazuje nebo jiným způsobem zvýrazňuje autor, který je určen ke komunikaci s redakcí v etapě přípravy článku pro tisk, případně pro diskusi s externími zájemci z okruhu čtenářů. Všechny e-mailové adresy jsou využívány pro budování archivu autorů na webových stránkách Hutnických listů.

1.4.4 Hutnické listy publikují články v jazyce českém, slovenském nebo anglickém, a to podle toho, jak je autoři redakci dodávají. K hlavním, recenzovaným článkům je nutno dodávat dvojjazyčné abstrakty. V případě českého nebo slovenského textu článku má český nebo slovenský abstrakt minimálně 8 řádků a anglický abstrakt má minimálně 18 řádků, a to tak, aby obsahoval i hlavní závěry publikace. V případě anglického textu článku má český nebo slovenský abstrakt minimálně 18 řádků, a to tak, aby obsahoval i hlavní závěry publikace, a anglický abstrakt má minimálně 8 řádků. Oba abstrakty tedy nejsou vůči sobě překlady. Abstrakty mají mít svou vlastní vypovídací schopnost, relativně nezávislou na textu článků. Proto se v nich neuvádějí odvolávky na obrázky, tabulky, rovnice, ani číslované literární zdroje, jakož i údaje o grantové podpoře.

1.4.5 Za každým abstraktem se uvádějí klíčová slova v jazyce abstraktu, oddělená od sebe středníkem.

1.4.6 Při české nebo slovenské textaci článků pokud možno dávat přednost českým nebo slovenským výrazům před cizojazyčnými ekvivalenty. Vyhnout se zbytečným závorkám a pomlčkám, které vesměs zhoršují přehlednost textu.

1.4.7 I když je časopis vydáván v barevném provedení, obrázky a tabulky koncipovat přednostně v černobílém provedení, pokud to nesníží jejich vypovídací schopnost. U obrázků se vyhnout tzv. business grafice, která je vhodná pro propagační nebo marketingové účely, nikoliv však pro vědecké a technické publikace.

Názvy obrázků a tabulek jsou dvojjazyčné, jednak české nebo slovenské a jednak anglické. Označování obrázků se provádí pod obrázky, a to ve struktuře: Obr. (mezerník) „číslo obrázku“ (mezerník) „český nebo slovenský název obrázku“

Fig. (mezerník) „číslo obrázku“ (mezerník) „anglický název obrázku“

Chybné je označení obrázku např.: Obr. č. 1 „Název ...“ nebo Obr. 1- „Název“ nebo Obr. 1: „Název“ nebo jakékoliv další modifikace. Obrázky se v textu článku uvádějí s malým počátečním písmenem (obr. 1), pokud toto označení nestojí na začátku věty nebo pokud není součástí názvu pod daným obrázkem. Stejná pravidla platí pro označování tabulek (česky, slovensky nebo anglicky, přičemž redakce doporučuje sjednotit na tab., Tab.), avšak s tím, že jejich nadepisování se provádí nad tabulkami. Obrázky i tabulky se popisují arabskými číslicemi.

U obrázků a tabulek přejatých z literatury je nutno v názvu uvést jejich původ (literární zdroj). Za názvy obrázků a tabulek se nepíše tečky. U obrázků a tabulek pocházejících od autorů se odkaz nepíše, pokud tím autor výslovně nechce upozornit na svou dřívější publikaci, z níž čerpá podklady pro předmětnou publikaci. Na všechny obrázky a tabulky musí být v textu uveden odkaz a musí být dostatečně vysvětleny a komentovány.

1.4.8 V textu pokud možno využívat výlučně normalizované označování fyzikálních veličin a technických parametrů. Odlišování označení fyzikálních veličin a technických parametrů od ostatního textu se provádí šikmým písmem – kurzívou.

1.4.9 Matematické rovnice se do textu píše s využitím funkce editor rovnic. Číslojí se základními číslovkami, psanými arabskými číslicemi v kulatých závorkách, a toto označení se provádí na stejném řádku při samém okraji na pravé straně. Odkazy na rovnice v textu lze v českém nebo slovenském jazyce psát zkratkou podle vzoru: rov. (1), rov. (2) atd., příp. v anglickém jazyce eq. (1), eq. (2) atd.

1.4.10 Je nutno rozlišovat psaní číslovek v anglickém a českém nebo slovenském textu. V českém nebo slovenském textu mají číslovky desetinné čárky, v anglickém textu desetinné tečky. Řády 10^3 redakce doporučuje v českém, slovenském i anglickém textu vyznačit v číslech jednotně jen mezerníkem, nikoliv použitím teček či čárek (např. 10 000).

1.4.11 Nedoporučuje se textovat články v 1. osobě jednotného čísla a činném rodě – aktivu. Nejvhodnější je použít trpný rod – pasivum. Stejně tak v textech není vhodné volit přivlastňovací zájmena osobní, vztahující se k 1. osobě jednotného i množného čísla

2. Vedlejší články

Druhá, všeobecně informační část Hutnických listů obsahuje vedlejší články zařazované do těchto oddílů:

- informace HŽ, a.s.
- zprávy z podniků, institucí a řešitelských pracovišť
- informace z odborných společností, konferencí a veletrhů
- zprávy z vysokých škol, výchovy technického dorostu a celoživotního vzdělávání
- historie hutnictví
- nová literatura
- společenská kronika
- připravované konference, veletrhy a výstavy
- aktuality z hutnictví ve světě

Povaha vedlejších článků z této všeobecně informační části nutně nevyžaduje recenzování, pokud si to autor sám nevyžádá, a to např. z toho důvodu, že jeho článek je výsledkem řešení výzkumného projektu hrazeného kontrolovanými finančními zdroji. V případě, že se recenze neprovádí, podléhají články jen případné redakční jazykové korektuře. Vedlejší články jsou zpravidla kratší než hlavní články. Nemusí mít abstrakty dle bodu 1.4.4, ani klíčová slova dle bodu 1.4.5 a nemusí být ani strukturovány tak, jak uvádí bod 1.3. Pokud je však vedlejší článek napsán jako výsledek řešení výzkumného projektu, pak redakce doporučuje, aby měly vedlejší články všechny parametry hlavních článků podle bodu 1.1 – 1.4. Pro formu psaní vedlejších článků platí pravidla z bodu 1.4, vyjma dvojjazyčnosti. V případě, že je však vedlejší článek recenzovaný, redakce doporučuje publikovat jeho dvojjazyčnou modifikaci stejně, jako je tomu u hlavních článků.

3. Evidence článků

Hlavní články jsou v každém čísle Hutnických listů uvedeny v obsahu. Všechny vedlejší články, spolu se všemi hlavními články, kromě aktualit z oddílu „aktuality z hutnictví ve světě“ a příspěvků z oddílu „připravované konference, výstavy a veletrhy“, jsou uvedeny v celoročním obsahu předešlého ročníku, který je uváděn vždy v prvním čísle časopisu následujícího roku.

Redakce vždy jen prvnímu autorovi hlavních článků anebo jinému autorovi určenému ke komunikaci posílá recenzní posudky za účelem provedení případných autorských změn a dále mu posílá také tzv. autorský separát článku, tj. konečnou verzi článku pro tisk v elektronické podobě, která slouží k potřebě celého autorského kolektivu. Je pak věcí autorů, jak si mezi sebou poskytnou tento doklad k vlastní potřebě a evidenci publikační činnosti, jakožto výsledku v řešení výzkumných a vývojových projektů.

red.

Zásady pro recenzování hlavních článků v Hutnických listech

Před publikací v Hutnických listech se odborná úroveň hlavních článků hodnotí dvěma nezávislými recenzními posudky. Recenzováni mohou být případně též vedlejší články zásadního významu ze druhé, všeobecně informační části časopisu, a to v tom případě, že ony vedlejší články jsou výsledkem řešení výzkumného projektu financovaného kontrolovanými finančními zdroji. Styk recenzentů a autorů zprostředkovává redakce. Recenzní posudky mají důvěrnou povahu. Jsou archivovány v elektronické nebo listinné podobě v redakci, a to podle toho, jak je recenzenti do redakce dodávají.

Recenzní posudky hlavních článků uvádějí název článku, autory článku a dále vyjádření recenzenta podle této osnovy:

1. Vyjádření k původnosti článku, zda jsou jednoznačně odděleny autorské poznatky od poznatků z literárních zdrojů.
2. Vyjádření k vědecko-výzkumné, aplikační výzkumně-technické nebo jiné odborné úrovni článku.
3. Vyjádření k věcné správnosti článku. Zde recenzenti posoudí, zda a jak byly uvedeny počáteční podmínky autorských úvah a experimentů, správnost terminologie a označování technických parametrů a fyzikálních veličin. Dále posoudí vhodnost textů z hlediska jejich délky a nevyhnutelnosti nebo neopakování, avšak při zachování srozumitelnosti, a zda článek přináší nové poznatky.
4. Vyjádření k možnosti využití poznatků z článku v technické praxi (provozní, laboratorní), v následném teoretickém nebo experimentálním bádání, ve vyučovacím procesu či v jiné oblasti.
5. Vyjádření k jazykové a stylizační úrovni, je-li publikační jazyk recenzentovi blízký; dále k úrovni obrázků, tabulek a fotografií, jejich vhodnosti pro tisk, přiměřenosti jejich počtu a odkazů na jejich původ, správnosti literárních odkazů a způsobu jejich uvádění, příp. k dalším formálním stránkám článku.

6. Doporučení k:

- publikování
- nepublikování
- publikování po úpravách

7. V třetím výše uvedeném doporučení v bodě 6 recenzenti do svého posudku napíší doporučené úpravy vyžadující zásah autora, jako např. dopracování závěru nebo abstraktu, věcných údajů v textu, odkazy na literaturu v textu, vysvětlení nejasných částí, požadované zkrácení textových pasáží či posílení jiných důležitých pasáží. V případě drobných úprav formálního nebo jazykového rázu mohou recenzenti přímo v textu článku odlišnou barvou vyznačit své doporučované úpravy, přičemž ponechají původní text v přeškrtnuté podobě. Recenzní úpravy nesmějí změnit původní smysl a záměr autorského příspěvku. Takto označený a upravený text pošlou recenzenti redakci jako přílohu recenzního posudku. V textu obdrženém z redakce přitom ponechají již vyznačené redakční poznámky a barevné značky, se kterými se v redakci souběžně pracuje při přípravě článku pro tisk..

8. Případné další důležité posouzení recenzovaného článku či recenzentovo vyjádření.

Vhodnost publikace s ohledem na oborové zaměření časopisu Hutnické listy posuzuje redakční rada a redakce.

Na závěr posudku uvedou recenzenti den vypracování posudku, své plné jméno se všemi tituly a kontakt zahrnující korespondenční adresu, e-mailovou adresu, příp. tel. číslo.

Za článkem publikovaným v Hutnických listech jsou otištěna jména recenzentů, pokud recenzenti výslovně nevynesou námitku k tomuto jmennému zveřejnění a výslovně neuvedou, že svůj recenzní posudek budou chtít označit v Hutnických listech jako anonymní.

red.

Růst čínského exportu v roce 2015

Stahl Aktuell

2.12.2014

Podle odhadu expertů Citibank by mohly čínské exporty oceli v roce 2015 dále stoupnout. Očekává se, že čínské exporty půjdou dále do Evropy a USA, kde se ceny ještě pohybují na srovnatelně vysoké úrovni. Další export bude směřován do jihovýchodní Asie, kde existuje strukturální nedostatek. Podle Citibank stoupnou netto exporty ve srovnání s rokem 2014 o 10 mil. t oceli, což je nárůst o 12 %.

Zlato a striebro na Slovensku

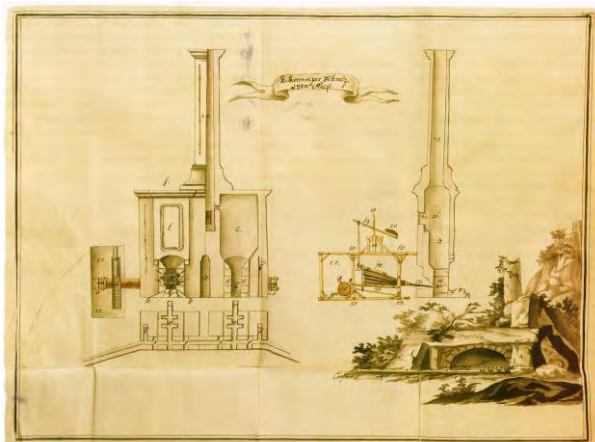
(Zaniknuté hutnícké technológie na Slovensku, 3. časť)



Obr. 1 Detail expozície Košického zlatého pokladu, nájdeného v roku 1935 pri prestavbe budovy bývalej Spišskej komory na Hlavnej ulici v Košiciach. Obsahuje 2 920 zlatých mincí, 3 medaily a 2,14 m dlhú reťaz o celkovej hmotnosti 11,5 kg. Mince prevažne pochádzajú z Uhorska a Nizozemska, ale aj nemeckých a talianskych štátov, Českých zemí a i. Bol ukrytý po roku 1679 (datované podľa najmladšej mince Leopolda I.) pravdepodobne pred Imrichom Thökölym, ktorý v rámci protihabsburských povstaní obsadil Košice v roku 1682

Zlato a striebro sú ušľachtilé kovy mimoriadneho spoločenského významu, ktoré v minulosti ovplyvňovali dejiny a osudy národov a štátov. Tento ich vplyv sa okrem technického využitia prejavuje dodnes. Využívajú sa najmä v monetárnej oblasti (obr.1), klenotníctve, medicíne a vďaka svojim chemickým a fyzikálnym vlastnostiam sú nezastupiteľné v modernej technike. Na území Slovenska sa zlato a striebro dobývalo už v eneolite (medená doba 4400 - 2300 pred Kristom) a neskôr Keltmi. Začiatkové spôsoby získavania zlata a striebra sa týkali ryžovania na Dunaji, Váhu, Hrone, Iplí, Hornáde a v oblasti Zlatých Moraviec, Zlatníkov, Banskej Štiavnice, Kremnice a Zlatej Idky. Ryžovali Kelti, Rimania a neskôr Slovania až do útlmu ťažobných lokalít v 13. – 16. storočí. Krátka zlatá horúčka ryžovania zlata bola stimulovaná Ryžovacím patentom Márie Terézie z roku 1749. Po nemeckej kolonizácii Horného Uhorska v 13. storočí nastupujú hlbinné procesy dobývania a pyrometalurgické postupy získavania zlata a striebra. Po vyčerpaní ľahkotaviteľných rúd bola už koncom 13. storočia potrebná nová technológia, ktorú priniesli nemeckí kolonisti. Bolo to tzv. zolovňovanie, keď sa bohaté rudy vmiešavali do roztaveného olova [1]. Tomu predchádzali zložité úpravnícke procesy triedenia, drvenia v stupách, mletia a premývania.

Centrom výroby zlata na Slovensku bola v 14. storočí Kremnica. Technológia výroby a delenia zlata od striebra bola pyrometalurgická. Metóda sa nazývala cementovanie. Spracovaním rudy získaný zliatok zlata a striebra sa znovu taval za prídavku medi a olova opakovane až po získanie potrebného zloženia, potom sa rozdrvil a zmiešal s tehlovým práškom a soľou. Zmes sa navrstvila do taviacej pece a pri tavení sa striekala vodou. Výsledok bol, že sa zlato oddelilo od striebra. Technológia sa realizovala výlučne v kremnickej mincovni a bola prísne utajovaná. Vďaka rozvoju ťažby a výroby zlata a striebra boli Kremnici v roku 1328 udelené privilégia kráľovského slobodného mesta. Mesto skoro získalo právo na raženie mincí. V roku 1329 začali v Kremnici ražiť uhorské groše, v roku 1335 potom zlaté florény, známejšie pod názvom kremnické dukáty. V tom istom roku bola v meste založená Kráľovská mincovná komora. Kremnické dukáty sa stali najvyhľadávanejšou mincou v Európe. Zo všetkých európskych platidiel boli najťažšie, razili sa z čistého zlata (23 karátov a 9 granov) a vážili 3,55851 g. Zahraničné dukáty mali aspoň o 1 g menej. Kremnické zlaté dukáty sa do konca 14. storočia dostávali vo veľkom množstve do Rakúska, Nemecka, Nizozemska a Talianska – najmä do Florencie a Benátok. Predpokladá sa, že v kremnickej mincovni sa ročne spracovalo približne 1 500 kg zlata asi na 500 000 kusov dukátov. Strieborných denárov a grošov sa ročne vyrazilo asi 12 mil. kusov. Kremnická mincovňa pracuje a razí mince nepretržite až dodnes, čo je raritou medzi svetovými mincovňami. Z daňového súpisu obyvateľov mesta Kremnice z roku 1442 – 1443 je známe, že v tomto období tam bolo už 40 banských mlynov a 12 hút. Veľký rozvoj a vysokú rentabilitu dosahovalo kremnické baníctvo v 14. a 15. storočí. Začiatkom 16. storočia začala ťažba klesať. Na kremnickom ložisku malo rozhodujúci význam získavanie zlata. Ťažba striebra bola vedľajším produktom banskej činnosti. Odhad výšky produkcie ušľachtilých kovov v období rokov 1328 až 1970 je spolu 46 095 kg Au a 208 490 kg Ag. Striebra je v porovnaní s banskoštiavnickými ložiskami podstatne menej. Významné technologické inovácie boli aj po poklese ťažby v 18. storočí (obr. 2) a najmä na prelome 19. a 20. storočia, kedy bol v Kremnickej mincovni zriadený lúčobný rafinačný závod a v r. 1923 inštalované elektrolyzéry Siemens na Möbiusovu rafináciu striebra ako aj rafináciu zlata (obr. 3).



Obr. 2 Taviaca pec na zlato-strieborné rudy v Kremnici podľa rukopisu Zlatej knihy baníckej z roku 1764

2015 :: SUSTAINABLE INDUSTRIAL PROCESSING SUMMIT & EXHIBITION

3rd International Symposium on Sustainable Materials Recycling Processes & Products

- Non-Ferrous Metals (Pb, Zn, Cu, Ni, Sb, Sn, Te etc)
- Light and heavy metals; Noble and rare earth elements
- Iron and Steel Related Products; Polymeric materials
- Melting, casting and other forms of material processing
- Recycled raw material for further refining & new products
- Advanced principles of chemistry & physics
- Practical chemical & physical metallurgy & materials processes
- Regulatory rules, policies & guidance on materials recycling
- Environmental protection materials recycling
- Impact of materials recycling on the environment, industry & economy
- Silicon Production, Refining & Recycling for Photovoltaic Cells

Opening Event :
Technological Entrepreneurship -
Key to World Peace and Prosperity

4 - 9 October 2015,
Cornelia Diamond
Antalya, Turkey



Prof. Dan SHECHTMAN
2011 Nobel Prize in Chemistry

FLOGEN
STAR OUTREACH



Tomas Havlik
Technical Univ. of Kosice
Slovak Republic



Francesca Pagnanelli
Sapienza Univ. of Rome
Italy

Check Website for
important dates

Summit WebSite: www.flogen.org/sips2015 **Contact:** Dr Florian Kongoli (fkongoli@flogen.org)
Phone: 1-514-344-8786 **Toll Free:** 1-877-2-FLOGEN (Within North America) **Fax:** 1-514-344-0361