

ROČNÍK/VOL. LXXII
ROK/YEAR 2019

4



Hutnické listy

METALLURGICAL
JOURNAL

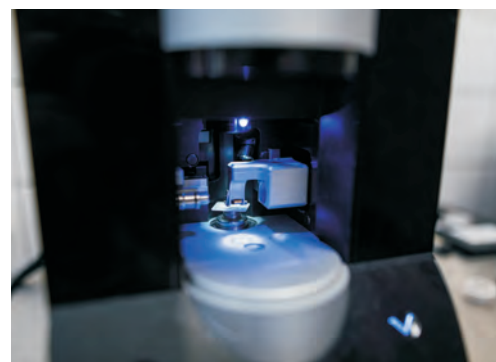
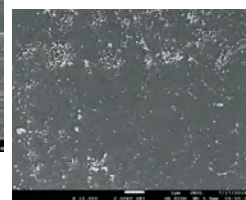
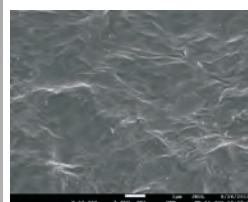
ODBORNÝ ČASOPIS PRO METALURGII A MATERIÁLOVÉ INŽENÝRSTVÍ
PROFESSIONAL PERIODICAL FOR METALLURGY AND MATERIAL ENGINEERING

WWW.HUTNICKELISTY.CZ
ISSN 0018-8069



STUDIJ NANOTECHNOLOGIE A NANOMATERIÁLY

- Naučíš se nanomateriály připravovat a charakterizovat
- Budeš pracovat s moderními přístroji, například s transmisním elektronovým mikroskopem a mikroskopem atomárních sil



Podrobnější informace najdete na adrese:

**www.fmt.vsb.cz
www.cnt.vsb.cz**

**www.facebook.com/studujmaterialy/
www.instagram.com/studuj_materialy/**

Registrační číslo / Registration Number
MK ČR E 18087Mezinárodní standardní číslo / International Standard Serial Number
ISSN 0018-8069

Vydavatel / Publisher

OCELOT s.r.o.
Pohraniční 693/31, 706 02 Ostrava-Vítkovice
IČ: 49245848, DIČ: CZ-49245848
Registrace v obchodním rejstříku Krajského soudu v Ostravě, oddíl C, vložka 30879

Redakce / Editorial Office

OCELOT s.r.o.
Redakce časopisu Hutnické listy
Pohraniční 693/31, 706 02 Ostrava-Vítkovice
Česká republika

Vedoucí redaktor / Chief Editor

Mgr. Šárka Seidlerová
tel.: +420 731 181 238
e-mail: seidlerovas@seznam.cz

Technický redaktor / Technical Editor

Ing. Jan Počta, CSc.
tel.: +420 608 421 162
e-mail: j.poceta@seznam.cz

Grafický redaktor / Graphic Editor

Ing. Dana Horáková
tel.: +420 777 047 666
e-mail: hutnicke.listy@seznam.cz

Tisk / Printing

Printo, spol. s r.o.
Gen. Sochora 1379
708 00 Ostrava-Poruba

Grafika titulní strany / Graphic design of the title page

Miroslav Juřica, e-mail: grafik@konstrukce.cz

Podkladová fotografie / Underlying photograph

Mgr. Viktor Mácha, e-mail: viktor.macha@centrum.cz

Redakční rada – Předseda / Editorial Board – Chairperson

prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc.

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ostrava, Česká republika

Členové / Members

prof. dr. hab. inž. Leszek Blacha
prof. dr. hab. inž. Henryk Dyja
prof. Peter Filip, Ph.D., D. Sc.
prof. Kaishu Guan, Ph.D.Ing. Henryk Huczala
prof. Ing. Vojtěch Hrubý, CSc.
prof. Ing. František Kavička, CSc.
prof. Terry C. Lowe, PhD
Ing. Ludvík Martínek, Ph.D.
prof. dr. hab. Maria Nowicka-Skowron
prof. Ing. Ludovít Parířák, CSc.
Ing. Vladimír Toman
Ing. Zdeněk Vašek, Ph.D.
prof. Wei SunPolitechnika Śląska, Katowice, Polsko
Politechnika Częstochowska, Częstochowa, Polsko
Southern Illinois University, Carbondale, USA
School of Mechanical and Power Engineering, East China University of Science and Technology, Shanghai, China
TRINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s., Trinec, Česká republika
Univerzita obrany, Brno, Česká republika
Vysoké učení technické v Brně, Brno, Česká republika
Colorado School of Mines, USA
ŽDAS, a.s., Žďár nad Sázavou, Česká republika
Politechnika Częstochowska, Częstochowa, Polsko
ŽP VVC s.r.o., Podbrezová, Slovenská republika
Ocelářská unie, a.s., Praha, Česká republika
Liberty Ostrava, a.s., Ostrava, Česká republika
University of Nottingham, UK

Vydavatel uplatňuje tzv. Zpožděný otevřený přístup. Po dobu 12 měsíců od vydání aktuálního čísla vydavatel na webových stránkách časopisu zveřejňuje anotace jednotlivých článků (česká nebo slovenská a anglické verze). Po 12 měsících od vydání jsou zveřejněny na webových stránkách plné texty článků.

Časopis vychází 6× ročně. Cena jednotlivého čísla 200 Kč. K ceně se připočítává DPH. Roční předplatné (tištěného vydání) 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, Česká republika (+420 225 985 225, 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.

Etický kodex

Časopis Hutnické listy se při svém vydávání řídí etickým kodexem, který stanovuje pravidla pro publikaci příspěvků. To se týká jak posuzování autorských příspěvků, tak následného recenzního řízení. Jeho zněním jsou povinni se řídit autoři, recenzenti i redakce. (Celé znění etického kodexu je zveřejněno na www.hutnickelisty.cz)

© OCELOT s.r.o., 2019

Časopis je zařazen Radou vlády ČR pro výzkum a vývoj do seznamu recenzovaných neimpektovaných periodik vydávaných v ČR a do databáze recenzovaných časopisů Publons.

The publisher uses the so-called Delayed Open Access. For a period of 12 months from the publication of the current issue, the publisher publishes abstracts of individual articles (in Czech or Slovak and English versions) on the journal website. Full texts of articles are published on the website after 12 months of their publication.

The journal is published 6 times a year. Price of a single issue is CZK 200 without VAT. Net price of basic annual subscription (printed edition) is CZK 1190, 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, Czech Republic (+420 225 985 225, 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.

Ethical code

The learned journal Hutnické listy (Metallurgical journal) is governed by an ethical code that sets out rules for the publication of papers. This concerns both the assessment of author's papers and the subsequent peer-review process. The authors, reviewers and editors are must follow its wording. (The full text of the Ethical code is published at our website www.hutnickelisty.cz)

© OCELOT s.r.o., 2019

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 and in the database of reviewed journals Publons.

Obsah / Content

Hlavní články (recenzovaná část) / Principal Papers (Peer-reviewed Part)

Recenzované vědecké články / Peer-reviewed Scientific Papers

Ing. Jana Sviželová; doc. Ing. Markéta Tkadlečková, Ph.D.; prof. Ing. Karel Michalek, CSc. 4

Numerické modelování rafinace taveniny hliníku v pánvi
Numerical Modeling of Refinement of Aluminium Melt in Ladle

Ing. Katarína Ďurišinová, Ing. Juraj Ďurišin, CSc., doc. Ing. Ondrej Milkovič, PhD. 10

Mikrostruktúra a mechanické vlastnosti disperzně spevneného nanokompozitu Cu–A₂O₃
Microstructure and Mechanical Properties of Dispersion-Strengthened Cu- A₂O₃ Nano-composite

*doc. Ing. Petr Kotrbáček, Ph.D.; doc. Ing. Michal Pohanka, Ph.D.; Ing. Martin Zachar
Ing. Pavel Beran; Bc. Lubomír Charvát* 15

Energeticky úsporné systémy pro chlazení horkých povrchů a hydraulické odstranění okují
Energy-efficient Systems for Cooling Hot Surfaces and Hydraulic Removal of Scale

Recenzované výzkumné články / Peer-reviewed Research Papers

Ing. Vladislav Kurka, Ph.D.; Mgr. Marek Vindyš; doc. Ing. Petr Jonšta, Ph.D.; Ing. Jaroslav Pindor, Ph.D. 23

Studium vnitřních necelistvostí a napětových stavů během odlévání a tuhnutí těžkého kruhového ocelového ingotu pomocí numerických simulací v softwaru Magma 5 a Forge NxT 2.1
Study of Internal Discontinuities and Stress States during Casting and Solidification of Heavy Circular Steel Ingot by Using Numerical Simulations in Magma 5 and Forge NxT 2.1 software

Informační články / Informative Articles

Zprávy z Ocelářské unie a.s. / Information of Steel Union a.s.

Ondřej Štec 31

Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2018 a 2019

Z hospodářské činnosti podniků, institucí a řešitelských pracovišť / Information on Activities of Companies, Institutions and Research Working Sites

Ing. Roman Czyž, Ing. Gustav Chwistek 33

Úspora nákladů a vyšší efektivita překladů technické dokumentace v hutním podniku Třinecké železářny a.s.
Savings of Costs and Higher Effectivity of Translations of Technical Documentation in the Metallurgical Enterprise Třinecké železářny a.s.

Nová literatura / New Literature

Miloš Matěj a kolektiv 36

Kulturní dědictví kladenské průmyslové aglomerace (Recenzent prof. RNDr. Ivo Kraus, DrSc., FEng.)

Společenská kronika / Social Chronicle

Vzpomínka na Ing. Radovana Grmelu 38

Hutnictví ve světě / Metallurgy in the World

39

Dodavatelé příspěvků ve všeobecné části

- Třinecké železářny a.s. • Ocelářská unie a.s. • Společnost Ocelové pásy • redakce

Inzerce

- VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta materiálově-technologická • Technická univerzita v Košiciach, Fakulta materiálů, metalurgie a recyklácie • TANGER, spol. s r.o.

Oprava obsahu Hutnické listy 3/2019

Nová literatura / New Literature

Ivo Kraus, Eva Semotanová, Zdeněk Kukal, Soňa Šrbáňová, Martina Bečvářová, Jindřich Bečvář

33

Věda v českých zemích

Dějiny fyziky, geografie, geologie, chemie a matematiky (*Recenzent prof. RNDr. Jaroslav Fiala, CSc., FEng.*)

Recenzované vědecké články

Numerické modelování rafinace taveniny hliníku v pánvi

Numerical Modeling of Refinement of Aluminium Melt in Ladle

Ing. Jana Sviželová; doc. Ing. Markéta Tkadlečková, Ph.D.; prof. Ing. Karel Michalek, CSc.

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta materiálově-technologická, Katedra metalurgie a slévárenství,
17. listopadu 2172/12, 708 00 Ostrava-Poruba, Česká republika

Práce je zaměřena na hodnocení dílčích výsledků numerických simulací procesu rafinace hliníkové taveniny inertním plynem dmýchaným pomocí ponorného zařízení využívaného v provozních podmínkách. Současná fáze výzkumu se zabývá analýzou rafinace objemu modelové rafinační pánve, jejíž předlohou byl vodní fyzikální model zkoumaného zařízení. Pomocí Species modelu byly vypočteny koncentrační křivky. Koncentrační křivky popisují šíření koncentrace stopovací látky v objemu taveniny v pánvi a napomáhají stanovit podmínky rafinace. K verifikaci výsledků numerického modelu posloužily výsledky získané na fyzikálním modelu. V rámci této práce byla pozornost zaměřena na zhodnocení vlivu počtu otáček rotoru a vzdálenosti rotoru od dna pánve na charakter proudění taveniny v pánvi a účinnost rafinace hliníkové taveniny.

Klíčová slova: hliník; numerické modelování; CFD analýza; rafinace hliníku; koncentrační křivky

The use of aluminium alloys in many industrial sectors is still increasing. Due to its excellent properties, aluminium is widely used in many industrial fields. The increase in the use of aluminium is also accompanied by increasing demands for chemical and metallographic cleanliness of this metal. The presence of unwanted phases in the molten metal can cause changes in final castings properties, such as porosity, corrosion susceptibility, electrical and thermal conductivity, etc. These phases are represented especially by harmful gases and non-metallic inclusions. Although significant progress has been made in the field of metallurgy in recent decades, great attention is still being paid to the optimization of metallurgical processes. Refining technology of aluminium melts is not the exception. Reducing refining time and process intensification often result in significant financial savings. The paper is focused on the evaluation of the results of numerical simulations of the process of refining of aluminium melt by an inert gas. In operating conditions, aluminium refinement is conducted by a submersible device consisting of a hollow shaft, rotor and breakwaters. Numerical simulations are based on the water physical model of the refining device. The current phase of research deals with the analysis of tracer concentration in the ladle. Using the Species model, concentration curves describing the propagation of tracer concentration in the water were calculated. Concentration curves helped to determine total time of tracer concentration stabilization in the water. In this paper, the attention was focused on the evaluation of the effect of rotational speed and the rotor immersion on the rate of tracer concentration stabilization in the water. Results of numerical simulations proved a positive influence of increasing rotational speed and increasing immersion of the rotor.

Key words: aluminium; numerical simulations; CFD analyses; aluminium refinement; concentration curves

Cílem rafinace hliníkové taveniny je odstranění nečistot, které jsou reprezentovány zejména škodlivými plyny (H) a nekovovými vměstkami [1-4]. V současné době se pro rafinaci hliníkové taveniny používá několik typů technologií, například vakuová rafinace nebo rafinace inertním plynem v pánvových či průběžných reaktorech [2, 5, 6]. Předkládaný příspěvek se věnuje procesu rafinace hliníkové taveniny v pánvi pomocí dmýchání inertního plynu ponorným rotačním zařízením (obr. 1). Ponorné zařízení sestává z hřídele a dutého rotoru, kterými je inertní plyn vháněn do taveniny. Proudění na povrchu taveniny, plocha a tvar fázového rozhraní

kov-atmosféra jsou ovlivňovány jedním nebo dvěma vlnolamy. Účelem vlnolamů je minimalizovat vlnění na povrchu taveniny během dmýchání inertního plynu a otáčení rotoru, a tím omezit riziko absorpce vodíku z okolí.

Technologie odplynění hliníku inertním plynem (argonem nebo dusíkem, zde s označením jako H) je založena na Sievertsově zákoně vyjádřeného v rov. (1), podle kterého je možné snížit obsah plynu v tavenině snížením jeho parciálního tlaku v bublině inertního plynu, jak ukazuje rov. (2) [7]:

$$\frac{1}{2} \{H_2\}_{(g)} \rightleftharpoons |H|, \quad (1)$$

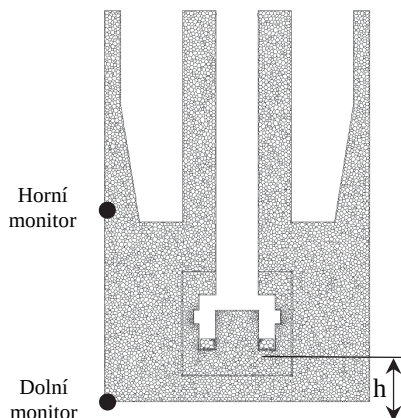
Proud inertního plynu je distribuován v tavenině ve formě bublinek v důsledku otáčení rotoru. Velikost a charakter rozptýlení bublinek inertního plynu výrazně ovlivňuje účinnost rafinace taveniny. S klesající velikostí bublinek

se zvětšuje jejich měrný povrch, tedy povrch, přes který může vodík difundovat z taveniny do inertního plynu. Menší bubliny také vykazují delší retenční čas v tavenině, což poskytuje vodíku více času na difuzi do bubliny inertního plynu.



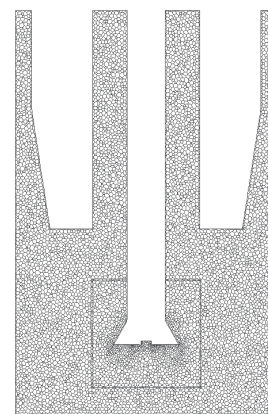
Obr. 1 Fyzikální model zařízení pro rafinaci hliníku [11]

Fig. 1 Physical model of refining device



Obr. 2 Geometrie a výpočetní síť varianty 1 s rotorem F2A, s vyznačením monitorovacích bodů

Fig. 2 Geometry and computational mesh of Variant 1 with F2A rotor and marking of monitoring points position



Obr. 3 Geometrie a výpočetní síť varianty 2 s rotorem J8

Fig. 3 Geometry and computational mesh of Variant 2 with J8 rotor

$$| \%H | = \frac{K_H}{f_H} (p_{H_2})_r, \quad (2)$$

kde je K_H rovnovážná konstanta reakce (-), f_H je aktivitní koeficient vodíku (-) a $(p_{H_2})_r$ je relativní parciální tlak vodíku (-).

1. Procedura numerického modelování

Pro stanovení intenzity odstraňování vodíku z hliníkové taveniny při změně některých procesních parametrů byly provedeny numerické simulace. Numerické modelování rafinace hliníku je komplexní proces, jehož řešení zahrnuje použití několika modelů s různou fyzikální podstatou. Simulace rotačního odplynění spočívají ve výpočtu turbulentního proudění za současné rotace domény a vývinu plynu, tedy interakce fází tavenina-atmosféra a tavenina-plyn. Pro účely předkládaného výzkumu byl zvolen CFD software ANSYS Fluent. Tento program pracuje s metodami konečných prvků a konečných objemů a disponuje modely vhodnými pro numerický popis zkoumané technologie (tab. 1). Více o metodice a postupu numerických simulací je možné se dočíst v publikacích autorů příspěvku [6, 7].

Srovnání numerické simulace s výsledky z fyzikálního modelování poskytuje jedinečnou příležitost k ověření numerického modelu. Primárním cílem numerické analýzy bylo tedy popsat děje probíhající při fyzikálním modelování procesu rafinace hliníkové taveniny. Předmětem simulací byl vodní fyzikální model rafinační pánve [11] (obr. 1). U fyzikálního modelu je podle teorie

podobnosti tavenina nahrazena vodou a škodlivý vodík kyslíkem. Kyslík je odstraňován inertním plynem a změna jeho koncentrace je monitorována dvěma optickými sondami. Proto byla také v případě numerických simulací jako modelové médium definována voda, která nahradila hliníkovou taveninu a kyslík jako náhrada vodíku.

Tab. 1 Zvolené numerické modely

Tab. 1 Selected numerical models

Model	Oblast použití
Turbulent SST k-ω Model	Turbulentní proudění
Volume of Fluid Model	Vícefázové proudění
Species Model	Šíření koncentrace rafinačního plynu
Discrete Phase Model	Velikost a distribuce bublin v tavenině

Protože nelze (nebo jen s velkými obtížemi) numericky vypočítat najednou všechny děje, které probíhají při fyzikálním modelování procesu rafinace hliníkové taveniny, bylo nutné v rámci numerického modelování při vymezení modelu nalézt vhodnou definici. Definice musela respektovat jak dostupné procesy probíhající při rafinaci taveniny, tak možnosti použitého softwaru. K popisu změny koncentrace kyslíku ve vodním fyzikálním modelu byl použit tzv. Species model. Rychlost změny koncentrace kyslíku (resp. vodíku v případě reálného procesu rafinace) během dmýchání inertního plynu byla s využitím Species modelu popsána rychlostí šíření koncentrace monitorovací látky v objemu vody v pánvi. Stopovací látka byla monitorována v bodech, jejichž poloha odpovídala poloze optických sond na fyzikálním modelu (obr. 2). Na základě výsledků

Species modelu byla studována rychlost změny koncentrace stopovací látky v modelové kapalině.

1.1 Geometrie modelované oblasti a výpočetní síť

Geometrie vyšetřovaného agregátu pro dva typy rotorů (F2A, J8) a výpočetní síť jsou zobrazeny na obr. 2 a 3. Geometrii numerického modelu tvoří vnitřní objem pánve, ze které byl vyříznut rotor a vlnolamy. Vzdálenost h spodní hrany rotoru od dna reaktoru představuje ponor rotoru, který je proměnlivý v závislosti na modelovaných variantách.

Na připravené geometrii byla vytvořena polyedrická výpočetní síť (obr. 2 a 3). Tato síť se zvolila s ohledem na cirkulační proudění, které má v různých místech pánve různou orientaci. V těchto případech se od polyedrické sítě očekává dosažení vyšší přesnosti než u jiných typů sítí, zvláště díky většímu počtu sousedních elementů. Dochází tak k výměně hmoty přes více ploch, čímž se snižuje účinek numerické difuze způsobený prouděním, které nesměřuje kolmo na jejich stěnu [12].

1.2 Nastavení okrajových podmínek

Cílem numerických simulací technologie rafinace hliníkové taveniny bylo ověřit vliv některých provozních parametrů na daný proces. Mezi tyto parametry se řadí mimo jiné geometrie rotoru, počet otáček a ponor rotoru. Pro popis vlivu rychlosti otáčení na proudění a turbulentní jevy v reaktoru byly definovány dvě různé rychlosti otáčení používané v provozních podmínkách. Na základě provozních požadavků se také testoval vliv hloubky ponoru rotoru h , a sice 100 mm a 150 mm. Pro přesnější ověření vlivu ponoru na rafinační proces byly dále nadefinovány ponory 50 a 200 mm ode dna pánve. Nastavení a označení modelovaných variant uvádí tab. 2.

Tab. 2 Definice a značení modelovaných variant

Tab. 2 Definition and designation of modelled variants

VARIANTA	1		2	
Typ rotoru	F2A		J8	
	Frekvence otáček (min ⁻¹)			
Hloubka ponoru <i>h</i> (mm)	350	500	350	500
50	1A3	1A5	2A3	2A5
100	1B3	1B5	2B3	2B5
150	1C3	1C5	2C3	2C5
200	1D3	1D5	2D3	2D5

2. Diskuse výsledků

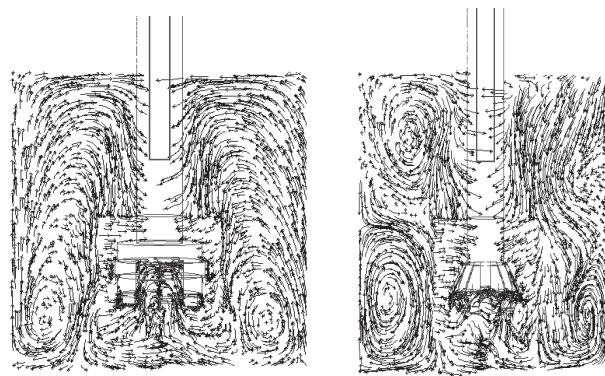
Změna koncentrace vodíku byla monitorována pomocí koncentračních křivek stopovací látky (která ve fyzikálních experimentech nahrazovala vodík) v objemu modelové kapaliny. Koncentrační křivky získané numerickým modelem odpovídají charakteru RTD křivek, naměřených při fyzikálním modelování rafinace taveniny v rámci

výzkumu [13]. Při tomto fyzikálním modelování byla použita k monitorování koncentrační změny injekce NaCl. Současně byly použity frekvence otáček rotoru 300 až 500 min^{-1} a průtok argonu $15 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Tento způsob modelování sice nedefinuje skutečný čas dosažení požadovaného minimálního obsahu vodíku v tavenině, ale pracuje s předpokladem, že nejrychleji dosažená a ustálená koncentrační změna značí nejrychleji homogenizovaný objem taveniny v pánvi a určuje danou variantu jako nejefektivnější i v provozních podmínkách během rafinace taveniny [13]. Proto byly u koncentračních křivek numerického modelování sledovány nejrychleji dosažené časy pro ustálení koncentrace stopovací látky v modelové kapalině.

2.1 Charakter proudění v pánvi a plocha volné hladiny

Charakter proudění v pánvi, vypočtený turbulentním SST $k-\omega$ modelem a vizualizovaný pomocí proudnic pro dvě základní varianty 1B5 a 2B5, je pro představu zobrazen na obr. 4. Proudění u ostatních hodnocených variant dle tab. 2, které se lišily vzdáleností rotoru ode dna pánve, vykazovalo podobné chování.

Je zřejmé, že rotor indukce proudění směřující pod určitým úhlem ke dnu pánve, kde tvoří cirkulační smyčku. Odtud se proud po stěnách šíří do horní oblasti pánve. Tento hlavní proud dělí objem reaktoru na dvě oblasti – pod rotorem a nad rotorem. U varianty 2B5 se navíc v závislosti na natočení rotoru vyskytuje cirkulační smyčka i v oblasti u hladiny.

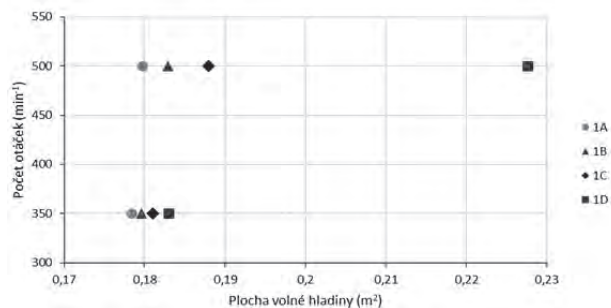


Obr. 4 Ukázka charakteru proudění v pánvi a) 1B5, b) 2B5

Fig. 4 Illustration of flow character in a ladle a) 1B5, b) 2B5

Z hlediska reálného procesu je pohyb hladiny kovu nežádoucí, neboť dochází ke zvětšení povrchu rozhraní mezi taveninou a okolní atmosférou, kterým může do kovu difundovat vodík z různých zdrojů (pecní atmosféra, krycí soli apod. [14]). Při nevhodném nastavení parametrů procesu hrozí také riziko rozstříku kovu, či pohlcování okolní atmosféry do objemu kovu a tvorba bublin. Klidná hladina v pánvi během otáčení rotoru dosahovala plochy kolem $0,18 \text{ m}^2$. S rostoucími otáčkami a vzdáleností rotoru od dna pánve se však povrch volné hladiny zvětšoval. Způsobilo to zintenzivnění vlnění na hladině vlivem pohybu rotoru a obtékáním vlnolamů.

Vliv rychlosti otáčení rotoru na velikost plochy hladiny u všech modifikací varianty 1 s rotorem F2A ukazuje obr. 5. Výrazně větší povrch hladiny byl zjištěn u varianty 1D5, u které docházelo k velmi intenzivnímu vlnění doprovázenému pohlčováním bublin okolní atmosféry do objemu modelované kapaliny. Při reálném procesu rafinace by pravděpodobně docházelo také k rozstříku kovu. U varianty 2 s rotorem J8 nebylo zjištěno intenzivnější vlnění hladiny při změně parametrů procesu, které by vedlo ke zvětšení její plochy. Velikost plochy hladiny při použití rotoru J8 přibližně odpovídala velikosti plochy klidné hladiny v pánvi ($0,18 \pm 0,005 \text{ m}^2$).



Obr. 5 Plocha volné hladiny varianty 1 (rotor F2A) při různých okrajových podmínkách

Fig. 5 Free surface area of Variant 1 (F2A rotor) in dependence on boundary conditions

Tab. 3 Časy ustálení koncentrace stopovací látky – vliv frekvence otáček

Tab. 3 Time of tracer concentration stabilization – influence of rotational speed

Varianta	Čas ustálení koncentrace stopovací látky v monitorech (s)		Celkový čas ustálení koncentrace stopovací látky (s)	Varianta	Čas ustálení koncentrace stopovací látky v monitorech (s)		Celkový čas ustálení koncentrace stopovací látky (s)
	Dolní	Horní			Dolní	Horní	
1B3	11,75	13,25	13,25	2B3	12,50	14,80	14,80
1B5	9,10	9,98	9,98	2B5	8,93	10,13	10,13
1C3	10,75	12,50	12,50	2C3	11,30	11,70	11,70
1C5	7,73	8,70	8,70	2C5	9,35	8,78	9,35

Tab. 4 Časy ustálení koncentrace stopovací látky – vliv ponoru

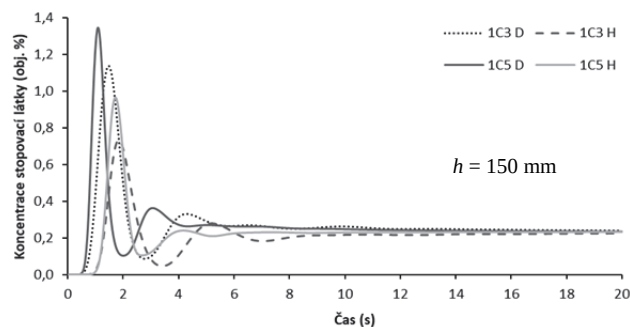
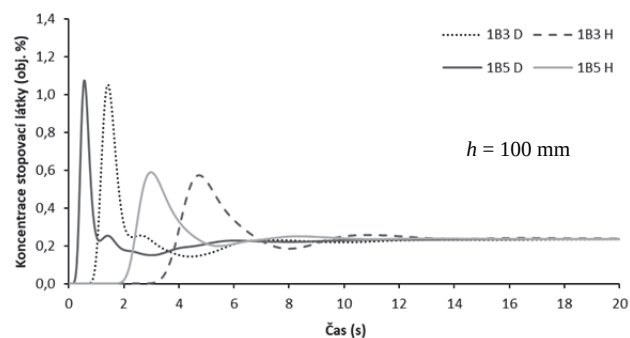
Tab. 4 Time of tracer concentration stabilization – influence of rotor immersion

Varianta	Čas ustálení koncentrace stopovací látky v monitorech (s)		Celkový čas ustálení koncentrace stopovací látky (s)	Varianta	Čas ustálení koncentrace stopovací látky v monitorech (s)		Celkový čas ustálení koncentrace stopovací látky (s)
	Dolní	Horní			Dolní	Horní	
1A5	13,20	16,05	16,05	2A5	8,60	10,98	10,98
1B5	9,10	9,98	9,98	2B5	8,93	10,13	10,13
1C5	7,73	8,70	8,70	2C5	9,35	8,78	9,35
1D5	8,20	8,45	8,45	2D5	5,85	8,03	8,03

2.2 Vliv počtu otáček na účinnost rafinace taveniny v pánvi

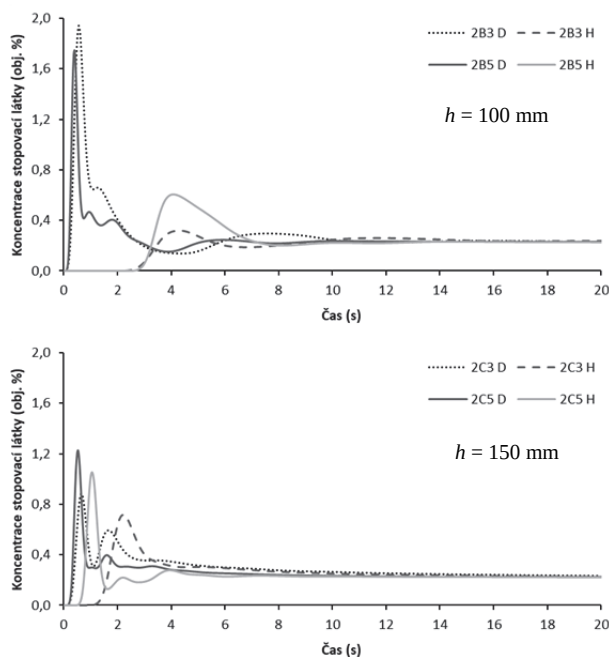
Obr. 6 a 7 znázorňují vliv počtu otáček rotoru na rychlost šíření koncentrace monitorovací látky v objemu kapaliny v pánvi u varianty 1 a 2. V případě obou variant 1 a 2 docházelo k dřívější detekci stopovací látky v dolním monitorovacím bodu, což je plně v souladu s charakterem proudění zjištěným v rámci analýzy proudění (obr. 4) – hlavní proud směřuje od rotoru směrem ke dnu pánve, poté se šíří po stěně pánve směrem k hladině.

Při frekvenci otáček 500 min^{-1} byla stopovací látka na dolním monitorovacím bodu zachycena téměř bezprostředně po započetí simulace. Při frekvenci otáček 350 min^{-1} byla zřejmá prodleva od startu do zachycení koncentrace na dolním monitoru, která se pohybovala v rozmezí 0,5 až 1,4 s. Podobné trendy byly pozorovány také u šíření koncentrace v horním monitorovacím bodu. U variant s frekvencí otáček 350 min^{-1} se koncentrace stopovací látky rozšířila do horní části pánve průměrně po 2 až 4 s. Při vyšších otáčkách není tato prodleva natolik významná.



Obr. 6 Koncentrační křivky varianty 1 (rotor F2A) – vliv frekvence otáček

Fig. 6 Concentration curves of Variant 1 (F2A rotor) – influence of rotational speed



Obr. 7 Koncentrační křivky varianty 2 (rotor J8) – vliv otáček
Fig. 7 Concentration curves of Variant 2 (J8 rotor) – influence of RPM

Z uvedeného je zřejmé, že při vyšších otáčkách rotoru dochází k rychlejší změně koncentrace monitorovací látky v objemu kapaliny v pánvi, a lze tedy předpokládat i lepší podmínky a účinnost rafinačního procesu. Rychlost změn koncentrace pro všechny modelované verze je souhrnně uvedena v tab. 3.

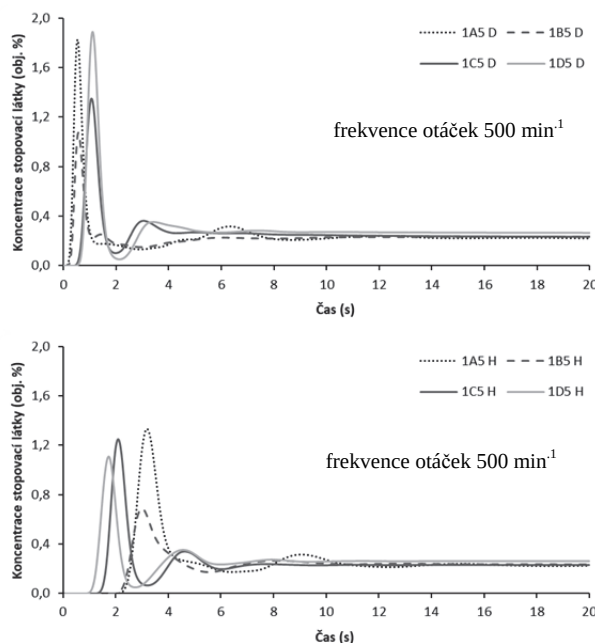
2.3 Vliv pozice rotoru na účinnost rafinace

Vliv ponoru rotoru na rychlost šíření koncentrace monitorovací látky v pánvi je demonstrován na variantách 1 a 2 při frekvenci otáček 500 min^{-1} , za kterých dochází k výraznějším fluktuacím koncentrací v monitorovacích bodech a představují tak názornější příklad.

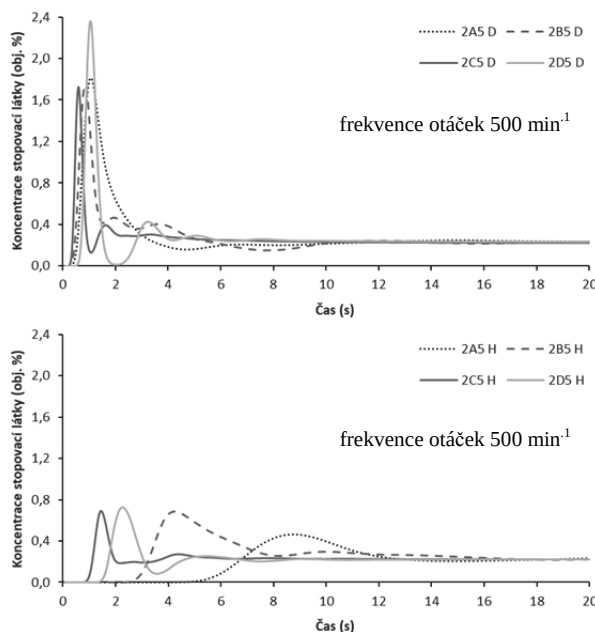
Obr. 8 zobrazuje šíření koncentrace stopovací látky v pánvi u varianty 1 s rotorem F2A. V dolním monitorovacím bodě dochází k dřívější detekci stopovací látky v případě variant 1A5 s ponorem rotoru 50 mm a 1B5 s ponorem rotoru 100 mm, jejichž rotory jsou dolnímu monitorovacímu bodu více přiblíženy. Naopak v horním monitorovacím bodu byly dříve detekovány koncentrace stopovací látky u varianty 1D5 s ponorem 200 mm a 1C5 s ponorem 150 mm. Časy homogenizace stopovací látky v pánvi jsou uvedeny v tab. 3. Z těchto dat je patrné, že u varianty 1 s rotorem F2A k dřívějšímu ustálení koncentrace dochází v případě všech ponorů v dolní části reaktoru. S rostoucí vzdáleností rotoru od dna pánve se zkracoval celkový čas ustálení koncentrace v pánvi. Tato skutečnost může naznačovat méně intenzivní proudění v oblasti nad rotorem, jehož důsledkem byl problematictější transport stopovací látky k hornímu monitoru. S rostoucí vzdáleností rotoru ode dna se tato oblast zmen-

šovala a docházelo k urychlení šíření koncentrace objemu pánve.

Průběhy koncentrací stopovací látky varianty 2 s rotorem J8 jsou zobrazeny na obr. 9. Je zřejmé, že s rostoucí vzdáleností rotoru J8 od dna pánve dochází k urychlení šíření stopovací látky k dolnímu i hornímu monitorovacímu bodu, s výjimkou varianty 2D s ponorem 200 mm. U varianty 2 s rotorem J8 tedy zvyšování ponoru urychluje čas ustálení koncentrace stopovací látky v kapalině podobně jako v případě rotoru F2A.



Obr. 8 Koncentrační křivky varianty 1 – vliv ponoru rotoru
Fig. 8 Concentration curves of Variant 1 – influence of rotor immersion



Obr. 9 Koncentrační křivky varianty 2 – vliv ponoru rotoru
Fig. 9 Concentration curves of Variant 2 – influence of rotor immersion

3. Závěr

Príspevek prezentuje výsledky numerického modelování rafinace taveniny hliníku v pánvi za současného použití inertního plynu. Závěry plynoucí ze současného stavu výzkumu lze shrnout do následujících bodů:

- Předlohou pro numerické simulace uvedené technologie byl fyzikální model poloproduktu pánve pro rafinaci kovů. Tato skutečnost řešitelům umožnila ověření funkce numerického modelu.
- Pro výpočet proudění byl zvolen SST $k-\omega$ model. Chování volné hladiny bylo popsáno pomocí multifázového VOF modelu. Výpočet koncentračních křivek se provedl pomocí Species modelu.
- Charakter proudění v reaktoru vykazuje podobné chování v případě všech modelovaných variant nezávisle na počtu otáček a ponoru rotoru. U všech variant byl zaznamenán hlavní proud, který v objemu modelové kapaliny vytváří dvě cirkulující oblasti.
- Výsledky VOF modelu poukázaly na nadměrné vlnění hladiny a zatahování bublin okolní atmosféry do objemu kapaliny v reaktoru při použití rotoru F2A s ponorem 200 mm a frekvencí otáček 500 min^{-1} .
- S rostoucími frekvencí otáček dochází k rychlejšímu ustálení koncentrace stopovacích látek v objemu modelované kapaliny v pánvi.
- Zvětšení vzdálenosti rotoru od dna pánve přináší pozitivní vliv na urychlení procesu změny koncentrace stopovacích látek. Při zvyšování ponoru rotoru nad 150 mm je ovšem nutné brát ohled na chování volné hladiny. Jak bylo prokázáno, každé přiblížení rotoru k hladině znamená zvětšení její plochy, a tedy zvýšení nebezpečí dalšího přísávání nežádoucího vodíku do objemu taveniny.

V další fázi výzkumu bude snahou numericky popsat chování vhněteného plynu a popsat korelaci mezi dosaženými výsledky fyzikálního a numerického modelování. U výsledků fyzikálního modelu se zřejmě uplatňují další vlivy, které nebyly při numerických simulacích brány v potaz (např. difuze kyslíku z okolní atmosféry přes hladinu do objemu pánve, difuze kyslíku z vody do bublin argonu apod.)

Poděkování

Práce vznikla za podpory Ministerstva průmyslu a obchodu ČR v rámci programu TRIO a projektu FV10080 "Výzkum a vývoj pokročilých rafinačních technologií hliníkových tavenin pro zvýšení kvality výrobků". Finanční podpora byla také poskytnuta projektem Studentské grantové soutěže č. SP2019/148 a SP2019/43. Dík patří také Ministerstvu školství, mládeže a tělovýchovy, které tuto práci podpořilo v rámci projektu Velké infrastruktury pro výzkum, experimentální vývoj a inovace „IT4Innovations National Supercomputing Center – LM2015070“.

Literatura

- [1] WARKE, V. S., TRYGGVASON, G., MAKHLOUF, M. M. Mathematical Modelling and Computer Simulation of Molten Metal Cleansing by the Rotating Impeller degasser, Part I. Fluid Flow. *J. Mat. Pro. Tech.*, 168 (2005) 1, 112–118. DOI: 10.1016/j.jmatprotec.2004.10.017.
- [2] MERDER, T., SATERNUS, M., WARZECHA, P. Possibilities of 3D Model Application in the Process of Aluminium Refining in the Unit with Rotary Impeller. *Arch. Metal. Mater.*, 59 (2014) 2, 789–794 DOI 10.2478/amm-2014-0134.
- [3] SIGWORTH, G. K. A Scientific Basis for Degassing Aluminum. *AFS transactions*, (1987) 73–78. ISBN 0-87433-106-4.
- [4] GOMÉZ, E. R., ZENIT, R., RIVERA, C. G., TRÁPAGA, G., RAMÍREZ-ARGÁEZ M. A. Mathematical Modelling of Fluid Flow in a Water Physical Model of an Aluminium Degassing Ladle Equipped with an Impeller-Injector. *Metal. Mater. Trans. B*, (2013) 44B, 423–435 DOI: 10.1007/s11663-012-9774-8.
- [5] SATERNUS, M., MERDER T. A Flow Rate of Gas Versus the Level of Gas Dispersion in Physical Model of Continuous Refining Reactor. *Metalurgija*, 54 (2015) 1, 27–30. ISSN 0543-5846.
- [6] POPESCU, G., GHEORGHE, I., DĂNILĂ, F., MOLDOVAN, P. Vacuum Degassing of Aluminium Alloys. *Materials Science Forum*, 217-222 (1996) 147-152.
- [7] ADOLF, Z. *Teorie procesů při výrobě železa a oceli*, část II - Teorie ocelářských pochodů. (Studijní opora) VŠB-TU Ostrava, 2013, 94 s.
- [8] HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, M., CAMACHO-MARTÍNEZ J. L., GONZÁLEZ-RIVERA C. et al. Impeller Design Assisted by Physical Modelling and Pilot Plant Trials. *J. Mater. Process. Technol.* 236 (2016) 1-8. DOI: 10.1016/j.jmatprotec.2016.04.031.
- [9] SVIŽELOVÁ, J., TKADLEČKOVÁ, M., MICHALEK, K., WALEK, J. Development of a Monitoring Method of Hydrogen Removal from Aluminium Melt Using Numerical Modelling. In: *METAL 2019: 28th International Conference on Metallurgy and Materials: list of abstracts*. Ostrava: Tanger, 2019, 161 p. ISBN 978-80-87294-91-8.
- [10] SVIŽELOVÁ, J., TKADLEČKOVÁ M., MICHALEK K., WALEK J., SATERNUS M., PIEPRZYCA J., MERDER T. Numerical Modelling of Metal Melt Refining Process in Ladle With Rotating Impeller and Breakwaters. *Arch. Metal. Mater.*, 64 (2019) 2, 659–664. DOI: 10.24425/amm.2019.127595.
- [11] MICHALEK, K., SOCHA, L., GRYC, K., TKADLEČKOVÁ, M., SATERNUS, M., PIEPRZYCA, J., MERDER, T.: Physical Modelling of Degassing Process at Blowing of Inert Gas. *Arch. Metal. Mater.*, 63 (2018) 2, 978–992 DOI: 10.24425/122432
- [12] SOSNOWSKI, M., KRZYWANSKI, J., GNATOWSKA, R., SUWAŁA, W., DUDEK, M., LESZCZYŃSKI, J., ŁOPATA, S. Polyhedral Meshing as an Innovative approach to Computational Domain Discretization of a Cyclone in a Fluidized Bed CLC unit. *E3S Web of Conferences*, 2017, 14. DOI: 10.1051/e3sconf/20171401027. ISSN 2267-1242.
- [13] SATERNUS, M., MERDER, T. Physical Modelling of Aluminum Refining Process Conducted in Batch Reactor with Rotary Impeller. *Metals*, 9 (2018) 8. DOI: 10.3390/met8090726. ISSN 2075-4701.
- [14] MICHNA, Š. *Encyklopedie hliníku*. Děčín: Alcan Děčín Extrusions, 2005. ISBN 80-890-4188-4.

Mikroštruktúra a mechanické vlastnosti disperzne spevneného nanokompozitu Cu–Al₂O₃

Microstructure and Mechanical Properties of Dispersion-Strengthened Cu- Al₂O₃ Nano-composite

Ing. Katarína Ďurišinová; Ing. Juraj Ďurišin, CSc.; doc. Ing. Ondrej Milkovič, PhD.

Ústav materiálového výskumu SAV, Watsonova 47, 040 01 Košice, Slovenská republika

Experimentálny materiál Cu–Al₂O₃ bol pripravený technológiami práškovej metalurgie. Práca analyzuje vplyv 1 obj. % Al₂O₃ na spevňovanie nanoštruktúry medenej matrice mechanizmom disperzného spevňovania. Z výsledkov vyplýva, že homogénne rozptýlené častice disperzoidu s veľkosťami pod 30 nm účinne spevňujú hranice zrna/kryštalitu pri zvýšených teplotách a kompozit je štruktúrne stabilný do teploty 900 °C. Odrazom nanoštruktúry a nízkeho obsahu sekundárnych častíc je dobrá pevnosť ($R_{p0.2} = 255$ MPa) a vhodná ťažnosť ($A_5 = 15$ %), čo predstavuje výhodnú kombináciu pre praktické využitie materiálu. Práca tiež porovnáva teplotnú stabilitu štruktúry a mechanické vlastnosti materiálu pripraveného z čistej Cu s vlastnosťami kompozitu Cu–Al₂O₃.

Kľúčové slová: nanokryštalická kompozitná med'; disperzné spevňovanie; mikroštruktúra; mechanické vlastnosti

Dispersion-strengthened nano-crystalline Cu–Al₂O₃ alloys are very promising materials suitable for a large number of electrical engineering applications operating at elevated temperatures. For practical applications of these materials, it is necessary to create a thermally stable structure, which reflects a combination of high strength and good ductility. The experimental material is prepared by a powder metallurgy route. The study analyses the influence of the 1 vol. % of alumina content on the strengthening of the Cu–Al₂O₃ nanostructure. Also, the mechanical properties of the bulk nano-composite and monolithic copper are examined. The results of the analyses show that the dispersion-strengthened Cu-1 vol. % Al₂O₃ is structurally stable up to 900°C. Throughout the processing route in the line: starting powder - compacting - compacting after thermal stress, the structure was maintained in the nano-metric range (< 100 nm). It can be stated that homogeneously dispersed Al₂O₃ particles below 30 nm in size effectively strengthen the grain/crystallite boundaries at elevated temperatures by anchoring dislocations and preventing diffusive grain growth. The reflection of nanostructure and the low secondary particle content is good strength ($R_{p0.2} = 255$ MPa) and suitable ductility ($A_5 = 15$ %), which is a good result for practical use of the material.

Key words: nano-crystalline composite copper; dispersion strengthening; microstructure; mechanical properties

Nanomateriály vykazujú výborné pevnostné vlastnosti pri teplotách okolia, ale pri zvyšovaní teploty dochádza u nich k okamžitému hrubnutiu zrna, a tým k degradácii očakávaných vlastností. Tento nežiaduci jav predstavuje vážny problém. Jedna z účinných možností zvýšenia teplotnej stability nanoštruktúry spočíva v rozptýlení jemnej, termodynamicky stabilnej sekundárnej fázy (disperzoidu) do kovovej matrice. Častice disperzoidu s veľkosťami pod 50 nm obmedzujú pohyb hranice zrna, prípadne brzdia pohyb dislokácií nachádzajúcich sa vo vnútri zŕn mechanizmom disperzného spevňovania [1]. Disperzne spevnené (DS) materiály možno pripraviť práškovou metalurgiou. DS kompozitom na báze medi je venovaná sústavná pozornosť [2 – 6], lebo predstavujú materiály, ktoré by boli vhodné na výrobu rôznych vysokoteplotných aplikácií v elektrotechnickom priemysle (kontakty, vodiče, spínače, elektródy pre bodové odporové zváranie atď.). Takýto kompozit sa vyznačuje veľmi dobrou životnosťou materiálu, výbornou

teplotnou stabilitou štruktúry, zlepšenou pevnosťou pri zvýšených teplotách a iba nízkou degradáciou elektrickej a tepelnej vodivosti v porovnaní s čistou med'ou. Značné zvýšenie pevnosti oproti hrubozrnnej konvenčnej Cu možno doceliť prípravou medenej matrice s nanokryštalickou štruktúrou, t.j. s veľkosťou kryštálov/zŕn pod 100 nm. Nevýhodou je, že pôvodne tvárna med' (ťažnosť okolo 50 %) stráca tu túto svoju vlastnosť, lebo ako je známe, nanoštruktúrne materiály sa vyznačujú veľmi nízkou ťažnosťou (pod 5 %), spôsobenou malým objemom zŕn nevhodných pre mobilitu dislokácií. Taktiež prítomnosť tvrdých a krehkých častíc v kovovej matici prispieva k ďalšiemu zhoršeniu plasticity nanokompozitu. Pre praktické využitie nanokompozitov je nevyhnutné vytvoriť teplotne stabilnú štruktúru, odrazom ktorej bude kombinácia vysokej pevnosti a dobrej ťažnosti. Táto úloha je výzvou pre výskum a vývoj materiálov v danej oblasti [7, 8].

Cieľom práce bolo vytvoriť nanokryštalickú Cu, disperzne spevnenú malým množstvom efektívnych sekundárnych častíc Al_2O_3 . Štúdia analyzuje vplyv 1 objemového percenta (1 obj. %) Al_2O_3 na vývoj štruktúry v procese: prášok – kompak – kompak po teplotnom namáhaní a hodnotí odraz štruktúry na mechanické vlastnosti skúmaného materiálu.

1. Experimentálny materiál a metódy

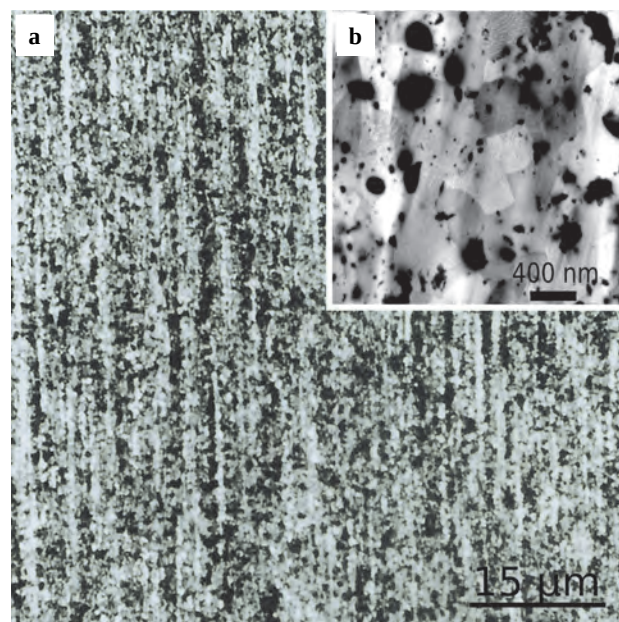
Príprava nanokryštalickej práškovej Cu obsahujúcej 1 obj. % Al_2O_3 bola realizovaná prostredníctvom fázo- vých premien – metódou in situ a mechanického mletia. Východiskový CuO prášok bol pripravený oxidáciou elektrolytickej práškovej Cu. Priamo v CuO vznikla termochemickou transformáciou $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ sekundárna fáza – nanočastice Al_2O_3 a chemickou redukciou prekursora CuO vznikla nanokryštalická prášková matrica Cu. Aktuálnym problémom prípravy disperzne spevnených materiálov je silná tendencia nanočastíc sekundárnej fázy k nežiaducemu zhukovaniu. Preto boli do syntézy práškovej zmesi zaradené mliec procesy, ktoré zabezpečili homogénne rozloženie disperzoidov a tiež zjemnenie štruktúry matrice. Zvolená metóda prípravy, ktorá vytvorila podmienky na vznik teplotne stabilnej nanoštruktúry, je podrobne popísaná v práci [9].

Zhutňovanie ultrajemnej zmesi Cu–1 obj. % Al_2O_3 bolo realizované lisovaním prášku v ochrannnej atmosfére tlakom 150 MPa, spekaním výlisku v H_2 pri teplote 950 °C po dobu 30 min a následným pretlačovacím lisovaním s 95% deformáciou, prepočítanou na prierez. Výsledkom bol kompak v tvare tyčky s priemerom 5 mm a jeho priemerná relatívna merná hmotnosť dosahovala 96,5 % teoretickej hodnoty. Rovnakým spôsobom bola zhutnená čistá, elektrolytická prášková meď, ktorá bola použitá ako prekursor na prípravu skúmanej zmesi, a jej vlastnosti boli porovnávané s materiálom Cu– Al_2O_3 .

Mikroštruktúra bola analyzovaná svetelnou mikroskopiou, rastrovacou a transmisnou elektrónovou mikroskopiou (REM a TEM) a tiež hodnotená röntgenovou difrakciou. Priemerná veľkosť kryštálov/zŕn D bola vypočítaná na základe rozšírenia difrakčných línií Braggových reflexií (111), (200) a (220) pomocou Scherrerovho vzťahu [10]. Teplotná stabilita štruktúry po 1 h žiňaní vzoriek v atmosfére H_2 pri teplotách v rozsahu od 200 do 900 °C bola testovaná aj nepriamo, a to porovnávaním zmeny východiskovej tvrdosti voči tvrdosti materiálu po jeho teplotnom namáhaní. Skúška tvrdosti podľa Brinella bola stanovená oceľovou guľôčkou s priemerom 2,5 mm pri zaťažujúcej sile 612,9 N s časovou výdržou 30 s. Statická skúška pevnosti v ťahu bola uskutočnená pri izbovej teplote a rýchlosti deformácie $0,05 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ na zariadení TIRA test 2 300.

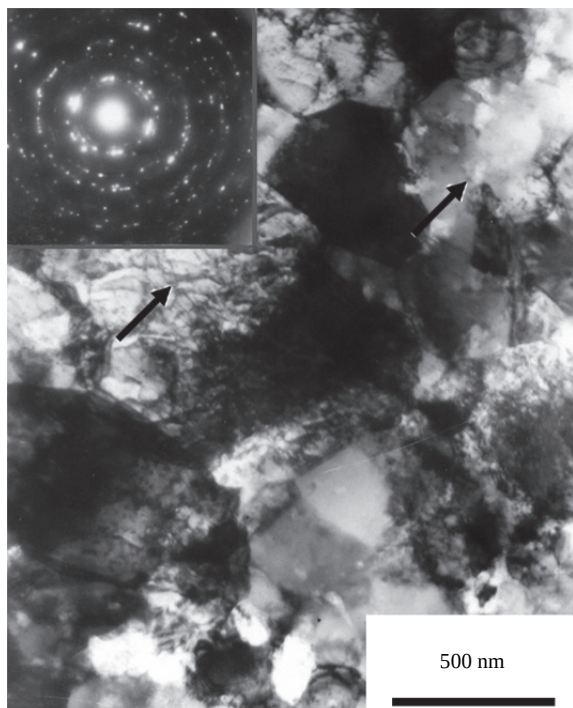
2. Výsledky a diskusia

Ako vidno na obr. 1, mikroštruktúra materiálu je homogénna, tvorená jemnými zrnami Cu matrice s polygonálnou morfológiou, prednostne usporiadanými paralelne so smerom pretlačovacieho lisovania. Tieto zrná môžu pozostávať z menších útvarov – subzŕn/kryštálov, čo bolo odhalené pozorovaním na TEM. Typická TEM snímka na obr. 2 ukazuje zrná majúce veľkosti od 200 do 500 nm, ktoré sú ďalej fragmentované do jemnej bunkovej subštruktúry. Jemnosť štruktúry a jej kryštalickú povahu potvrdzuje kružnicový charakter elektrónového difraktogramu. Indexáciou difrakčných kružníc bola identifikovaná prítomnosť dvoch fáz, a to Cu (JCPDS 04-0836) a $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ (JCPDS 47-1292). Dislokácie sa vyskytujú vo forme hraníc zŕn/subzŕn a rôznych sieťových štruktúr. Nanočastice sekundárnej fázy s veľkosťami pod 30 nm sú rozmiestnené po celej ploche a nachádzajú sa rovnako vo vnútri zŕn, ako aj na ich hraniciach, čo zodpovedá požiadavke na teplotnú stabilizáciu matrice mechanizmom disperzného spevňovania. Na obr. 3 zreteľne vidieť interakcie častica – dislokácia, t. z. zachytávanie teplotne aktivovaných dislokácií nanočasticami sekundárnej fázy, výsledkom čoho je brzdenie ich pohybu. Čím je viac takýchto prekážok – nanočastíc homogénne rozložených v matrici, tým účinnejšie sú potlačené rekryštalizačné procesy a rast zrna. Pre meď typická prítomnosť dvojčiat nebola zaznamenaná, čo naznačuje, že prevládajúcim mechanizmom plastickej deformácie je sklzový pohyb dislokácií. Ukazuje sa, že ultrajemné zrná spolu s disperznými nanočasticami bránia vzniku dvojčiat.

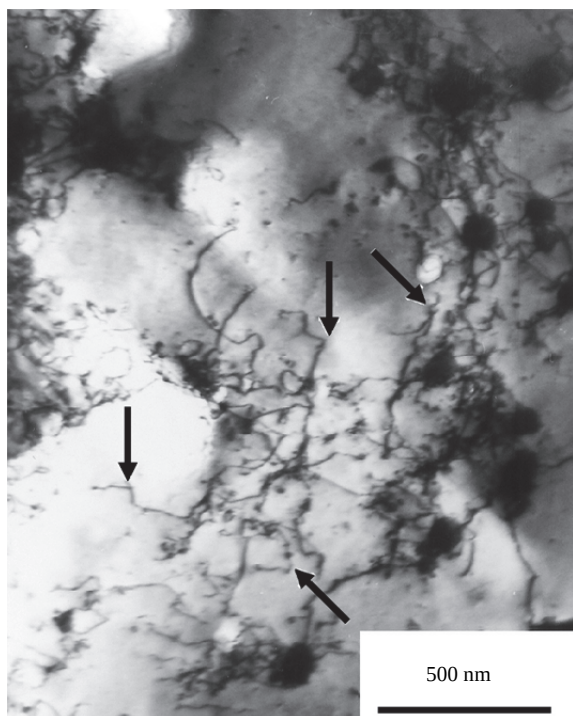


Obr. 1 Mikroštruktúra materiálu Cu– Al_2O_3 : a) celkový pohľad, b) detail ultrajemnej mikroštruktúry

Fig. 1 Microstructure of the Cu– Al_2O_3 material: a) overall view, b) detail of ultrafine grain microstructure



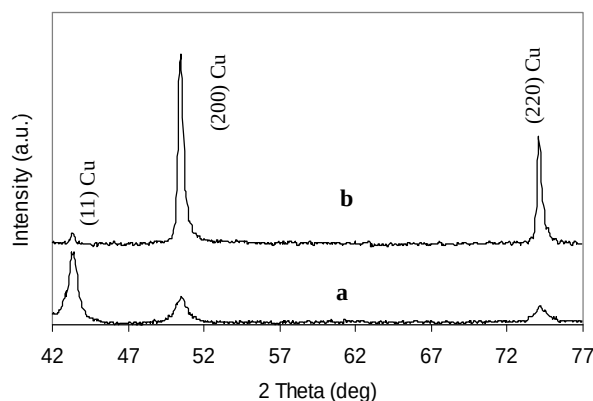
Obr. 2 Typická TEM snímka štruktúry a jej elektrónový difraktogram
Fig. 2 Typical TEM image of the microstructure and its corresponding SAED pattern



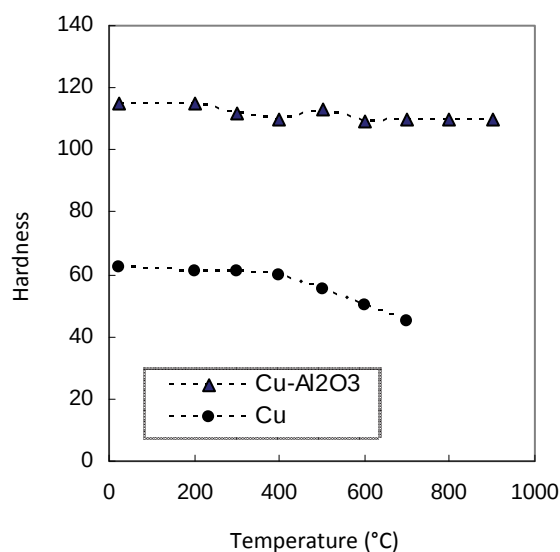
Obr. 3 TEM snímka ukazujúca interakcie častice – dislokácia, t. j. brzdenie pohybu teplotne aktivovaných dislokácií nanočasticami Al_2O_3
Fig. 3 TEM image shows particle-dislocation interactions, i.e. movement of thermally activated dislocations blocked by Al_2O_3 nano-particles

Z porovnania relatívnych vrcholových intenzít rtg záznamov na obr. 4 vyplýva, že u kompaktu došlo k ich výraz-

ným zmenám voči východiskovému prášku, intenzity ktorého sú v súlade s intenzitami náhodne orientovaného Cu štandardu získaného z JCPDS databázy (Joint Committee on Powder Diffraction Standards). Počas termo-deformačného spracovania prášku na kompakt sa v materiáli vytvorila prednostná kryštalografická orientácia – deformačná textúra. Výrazné potlačenie sklzovej roviny (111) poukazuje na to, že sklzový pohyb dislokácií, ktorým sa realizuje plastická deformácia, nie je dostatočne brzdený prítomnosťou 1 obj. % Al_2O_3 a daný materiál sa vyznačuje vyšším stupňom plasticity. Z rtg difrakčnej analýzy vyplynulo, že priemerná veľkosť kryštálov D v prášku, pohybujúca sa v rozmedzí od 56 do 76 nm, narástla v kompakte na hodnoty od 75 do 83 nm, tzn. štruktúra materiálu sa udržala v nanometrickej oblasti (< 100 nm) a je teplotne stabilná. Priemerná veľkosť kryštálov je v relatívnej zhode s veľkosťou zŕn/subzŕn pozorovaných na tenkých fóliách na TEM.



Obr. 4 Rtg difrakčný záznam materiálu Cu- Al_2O_3 :
(a) prášok a (b) kompakt
Fig. 4 X-ray diffraction pattern of the Cu- Al_2O_3 material:
(a) as-prepared powder and (b) as-extruded compact



Obr. 5 Tvrdosť Cu- Al_2O_3 a čistej Cu po namáhaní materiálov po dobu 1 h v atmosfére H_2 v závislosti od teploty
Fig. 5 Brinell hardness of the Cu- Al_2O_3 and monolithic Cu after 1 h treatment in H_2 atmosphere in dependence on temperature

Výsledky meraní tvrdosti sú zaznamenané na obr. 5. Z obrázku jasne vyplýva, že východisková tvrdosť nanokryštalickej kompozitnej medi s hodnotami 115 HB sa nemení, resp. zanedbateľne mení v závislosti od teplotného zaťažovania po dobu 1 h, čo svedčí o výbornej stabilite štruktúry až do teploty 900 °C. Naproti tomu u čistej Cu nastáva pokles východiskovej tvrdosti 63 HB už po dosiahnutí teploty 400 °C. Táto teplota je spojená so začiatkom rekryštalizačných procesov a následným rastom zrna so zvyšujúcou sa teplotou. Po tepelnom spracovaní pri teplote 700 °C dosahuje čistý Cu materiál tvrdosť iba 45 HB, čo je výrazný rozdiel oproti značne vyššej hodnote tvrdosti u Cu–1 obj. % Al₂O₃.

V tab. 1 sú zhrnuté výsledky mechanických vlastností zo statickej skúšky v ťahu realizovanej pri izbovej teplote pre obidva skúmané materiály. Ultrajemný kompozit Cu–Al₂O₃ vykazuje viac ako dvojnásobné hodnoty pevnosti v porovnaní s čistou Cu. Na základe výsledkov popísaných v našej práci [11] možno prisúdiť vysoké hodnoty medze klzu/tvrdosti dominantnému spevňovaciemu mechanizmu, ktorým je spevňovanie odvodené od jemného zrna podľa známeho Hall-Petchovho vzťahu, v menšej miere Orowanovmu spevneniu pochádzajúcemu od častíc s veľkosťami pod 100 nm, ktoré musia dislokácie prekonávať ohýbaním, a nakoniec spevneniu od zvýšenej hustoty dislokácií, ktoré sú vyvolané nezhodou koeficientov teplotnej rozťažnosti na rozhraniach matrica – častica.

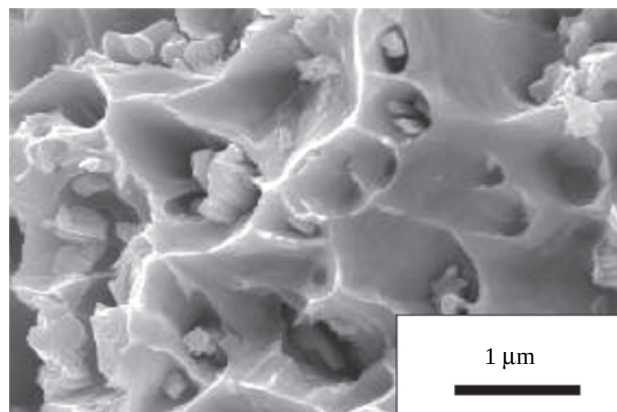
Tab. 1 Porovnanie mechanických vlastností materiálu Cu–1 vol.% Al₂O₃ a čistej Cu

Tab. 1 Comparison of mechanical properties of the Cu–1 vol.% Al₂O₃ composites and pure Cu

Material	Yield strength	Ultimate tensile strength	Ductility	Brinell hardness HB
	(MPa)		(%)	
Cu–Al ₂ O ₃	255	307	15	115
Cu–Al ₂ O ₃ after 1h treatment at 900 °C/H ₂	249	299	16	110
Cu	100	135	24	63

Ťažnosť Cu–1 obj. % Al₂O₃ je 15 %, čo je veľmi dobrý výsledok, pretože plasticita nanomateriálov je veľmi nízka. Vysoký podiel hraníc zŕn u nanokryštalických materiálov brzdí dislokačné aktivity, čo sa významne odráža v zhoršenej schopnosti materiálu plasticky sa deformovať. Zlepšenie ťažnosti skúmaného nanokompozitu možno vysvetliť tým, že Cu kryštalitu/zrná s veľkosťami od 75 do 83 nm si ešte udržiavajú vysokú tvárnosť, čo vedie k zlepšenej plastickej deformovateľnosti nanokompozitu počas statickej skúšky v ťahu. Pre porovnanie, materiál Cu–Al₂O₃ majúci veľkosti zŕn v rozmedzí 24–31 nm a obsahujúci 3 obj. % Al₂O₃, dosiahol hodnotu ťažnosti iba 2 % [12]. Rovnako neprítomnosť dvojčiat a prítomnosť mikropórov v štruktúre skúmaného materiálu sú faktory, ktoré znižujú ťažnosť nanokompozitu. Na druhej strane, nízky podiel – 1 obj. %

disperzných častíc v Cu matrici zhoršuje túto vlastnosť menej, ako je tomu pri ich vyššom zastúpení.



Obr. 6 REM snímka lomovej plochy vzorky

Fig. 6 SEM image of fracture surface of the Cu–Al₂O₃ sample

Na obr. 6 je zdokumentovaná typická lomová plocha vzorky Cu–Al₂O₃, ktorú možno charakterizovať ako transkryštalický tvárny lom s jamkovou morfológiou. Na dne jamiek sa často nachádzajú častice sekundárnej fázy. Možno predpokladať, že prítomnosť rôznych iniciačných miest v štruktúre (mikropóry, dutiny, mikrotrhliny vzniknuté dekohéziou na rozhraní veľká častica – matrica a ďalšie) vytvára konečnú veľkosť jamky, a to svojím spolupôsobením počas ťahovej deformácie.

Záver

Z výsledkov štruktúrnych analýz vyplýva, že disperzne spevnený materiál Cu–1 obj. % Al₂O₃ je štruktúrne stabilný do teploty 900 °C. V priebehu celého procesu spracovania v línii: východiskový prášok – kompak – kompak po teplotnom namáhaní sa štruktúra udržala v nanometrickej oblasti (< 100 nm). Homogénne rozptýlené častice disperzoidu s veľkosťami pod 30 nm účinne spevňujú hranice zrna/kryštalitu pri zvýšených teplotách tým, že ukotvujú mriežkové dislokácie a bránia difúznemu rastu zrna. Nanočastice Al₂O₃ sú účinnými bariérami voči rekryštalizácii a rastu zrna. Odrazom štruktúry je kombinácia dobrej pevnosti a vhodnej ťažnosti materiálu. Predpokladáme, že dosiahnuté mechanické vlastnosti nie sú konečné a môžu byť ďalej zlepšené optimalizáciou/výberom zhutňovacieho procesu tak, aby vznikol dokonale zhutnený, bezpórovitý kompaktný materiál.

Pod'akovanie

Práca vznikla s podporou Vedeckej grantovej agentúry Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu SR a Slovenskej akadémie vied v rámci riešenia projektu č. 2/0141/19.

Literatúra

- [1] RÖSLER, J. Int. J. Mater. Prod. Technol. 18 (2003) 70–90.

- [2] ZHOU, D., GENG, H., ZENG, W., ZHENG, D., PAN, H., KONG, C., ZHANG, D. *Mater. Sci. Eng.*, A 712 (2018) 80–87.
- [3] ZHOU, D., GENG, H., ZENG, W., SHA, G., KONG, C., QUADIR, Z., ZHANG, D. *J. Mater. Sci.*, 53 (2018) 5389–5401.
- [4] WANG, X., LI, J., ZHANG, Y., WANG, Y. *J. Alloys Compd.*, 695 (2017) 2124–2130.
- [5] A. WAGIH A., FATHY, A. *Adv. Powder Technol.*, 28 (2017) 1954–1965.
- [6] ZHANG, X. H., LI, X. X., CHEN, H., LI, T. B., SU, W., GUO, S. *Mater. Des.*, 92 (2016) 58–63.
- [7] OVIĐKO, I. A., VALIEV, R. Z., ZHU, Y. T. *Prog. Mater. Sci.*, 94 (2018) 462–540.
- [8] DAO, M., LU, L., ASARO, R. J., HOSSON, J. T. M. D., MA, E. *Acta Mater.*, 55 (2017) 4041–4065.
- [9] ĎURIŠINOVÁ, K., ĎURIŠIN, J., OROLÍNOVÁ, M., ĎURIŠIN, M., SZABÓ, J. *J. Alloys Compd.*, 618 (2015) 204–209.
- [10] KLUG, H. P., ALEXANDER, L. E. *X-ray Diffraction Procedures for Polycrystalline and Amorphous Materials*. New York: J. Wiley & Sons, 1974.
- [11] OROLÍNOVÁ, M., ĎURIŠIN, J., ĎURIŠINOVÁ, K., DANKOVÁ, Z., BESTRECI, M., ĎURIŠIN, M., SZABÓ, J. *Kov. Mater.*, 52 (2014) 395–402.
- [12] ĎURIŠINOVÁ, K., ĎURIŠIN, J., ĎURIŠIN, J., ĎURIŠIN, M., SZABÓ, J. *Powder Metall. Prog.*, 14 (2014) 58–63.

Ostravská huť modernizuje za 296 milionů elektrostatické filtry na aglomeraci. Při montáži pomáhá jeden z největších mobilních jeřábů v České republice

www.arcelormittal.com/ostrava, tisková zpráva z 25.4.2019

ArcelorMittal Ostrava modernizuje tři elektrostatické filtry za 296 mil. Kč, které slouží jako první stupeň odprášení spalin na aglomeraci. Modernizací huť sníží spotřebu elektrické energie filtrů v severní části aglomerace o polovinu a ušetří tak neobnovitelné zdroje. Na modernizaci se podílejí firmy ZVVZ - Enven Engineering a ZK Termochem. Za snížení konečné spotřeby energie získá huť na projekt dotaci Ministerstva průmyslu a obchodu z programu OPPIK ve výši 23 mil. Kč.

Nové elektrostatické filtry budou mít přibližně poloviční spotřebu elektřiny oproti stávajícím a postarají se o optimální chod tkaninových filtrů, které jsou na ně napojeny jako druhý stupeň odprášení spalin a které mimo jiné ochrání před žhavými částicemi prachu. Zároveň zamezí nadměrné abrazi, a tudíž i opotřebování odsávacího ventilátoru umístěného v toku spalin mezi elektrostatickými a tkaninovými filtry.

Huť postupně do konce roku vymění všechny tři elektrostatické filtry v severní části aglomerace. S výměnou filtrů velikosti dvacetipatrového domu pomáhá 135metrový kolový autojeřáb, který unese šestitunový náklad a díky přídatnému ramenu umí dosáhnout až do výšky 192 metrů.

Přepravu jeřábu do huti zajišťovalo pětadvacet kamionů a jeho montáž na aglomeraci pak trvala čtyři dny. Jeřáb dosáhne na všechny tři filtry z jednoho místa a poradí si i s tím, že z padesátimetrového filtru je potřeba vytáhnout šestnáctimetrové elektrody z vodorovné vzdálenosti až devadesáti metrů.

Kvalitu trubek v rouravně ostravské huti ArcelorMittal bude nově kontrolovat plně digitalizovaný systém za 35 milionů

www.arcelormittal.com/ostrava, tisková zpráva z 28.5.2019

ArcelorMittal Ostrava investuje 35 milionů Kč do nové zkušební linky pro nedestruktivní kontrolu bezešvých trubek v rouravně. Starý analogový systém bude nahrazen novým, plně digitálním, který splňuje nejnáročnější požadavky norem. Investice přinese především rozšíření zkušebního rozsahu linky i možnost dodávat trubky pro náročnější aplikace. Dokončení je plánováno na leden 2020. Dodavatelem nového digitálního systému je firma Institut Dr. Foerster z Německa, která v oboru patří ke světové špičce.

Tento projekt je další fází procesu digitalizace provozů a přizpůsobení se novým požadavkům norem a zákazníků. Instalace nového zkušebního systému zároveň umožní rozšířit nabídku trubek zejména o kotlové trubky menších průměrů, které dříve nebyly možné testovat.

Trubky z produkce provozu Malého Stiefelu ostravské rouravny, které se používají pro rozvody plynu nebo ropy, pro kotle, výměníky tepla i ocelové konstrukce, se dosud kontrolovaly pomocí analogového systému z roku 1996. Nová zkušební linka za 35 milionů korun umožní nedestruktivní testování celého rozměrového sortimentu Malého Stiefelu, tedy bezešvých trubek průměru 21,3 mm – 140 mm.

Energeticky úsporné systémy pro chlazení horkých povrchů a hydraulické odstranění okují

Energy-efficient Systems for Cooling Hot Surfaces and Hydraulic Removal of Scale

doc. Ing. Petr Kotrbáček, Ph.D.¹; doc. Ing. Michal Pohanka, Ph.D.¹; Ing. Martin Zachar¹; Ing. Pavel Beran²; Bc. Lubomír Charvát²

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

² SIGMA DIZ spol. s r.o., Jana Sigmunda 313, 783 49 Lutín, Česká republika

Stanovení reálných okrajových podmínek chlazení je základním předpokladem pro využití numerických modelů sloužících k optimalizaci a řízení vybraných dějů v oblasti hutnictví. Pro získání těchto okrajových podmínek byl vypracován postup, kdy vstupní informace o chlazení jsou získávány na základě experimentů. Poté je provedeno zpracování experimentálně získaných dat a jsou vytvořeny funkce, které vhodným způsobem popisují okrajové podmínky chlazení. Znalost průběhů teplot během chlazení umožňuje určení součinitele přestupu tepla mezi horkým povrchem a chladicím médiem. Reálné okrajové podmínky umožňují následnou optimalizaci chladicích sekcí a návrh finálních konfigurací. Ke zjištění okrajových podmínek jsou využívána unikátní laboratorní zařízení, která dovolují nastavení takových podmínek chlazení, které jsou blízké podmínkám ve válcovnách. V příspěvku jsou uvedeny příklady optimalizace chlazení pracovních válců, příklady návrhů sekcí pro in-line tepelné zpracování kovů a postup při navrhování vysokotlakého ostříku okují.

Klíčová slova: okrajové podmínky; válcování; chlazení válců; tepelné zpracování; hydraulické odstranění okují

Determination of real boundary cooling conditions is a fundamental requirement for numerical models and simulations to optimize and control selected processes in metallurgy. To obtain these boundary conditions, a special method has been developed. The input temperature history of cooling is obtained from experiments. The measured data are then mathematically evaluated. Realistic boundary conditions, as the heat transfer coefficient between hot surface and the coolant, allow next optimization of the cooling sections and the design of their configurations. To realize the cooling test, unique laboratory equipment was developed. It allows setting of cooling conditions close to the plant conditions. The paper presents examples of optimization of working roll cooling, examples of design of sections for in-line heat treatment of metals and procedure for designing a new high-pressure descaling sections. The methodology proposed by the Laboratory of Heat Transfer and Flow of the Brno University of Technology is typically used to determine the heat transfer coefficient on the surface of high-temperature material in the applications of heat treatment, cooling of rolls of hot rolling mills and high-pressure descaling. The methodology makes it possible to identify the effect of nozzle water jets on the heat transfer coefficient or on removal of high-temperature scale and leads to optimization of cooling and descaling for industrial partners.

Key words: boundary conditions; rolling; roll cooling; heat treatment; hydraulic descaling

1. Chlazení pracovních válců

Významnou oblastí ocelářského průmyslu, skýtající značný prostor pro optimalizaci chlazení a značné energetické úspory, jsou provozy válcoven tlustých plechů. Dříve byla při návrzích chlazení pracovních válců těchto válcoven využívána buď strategie vysokých průtoků, kdy mělo být dosaženo dobrých chladicích účinků zalitím válců vodou, nebo strategie vysokých tlaků, které měly bez ohledu na energetickou náročnost chladicích systémů prodloužit životnost válců. Tento postup je však velmi nevhodný a často kontraproduktivní. Tlustá vrstva vody brání dynamickému působení vodních paprsků z trysek, a tím i intenzivnímu chlazení. Současně je velmi

problematická i regulace takového systému. Zdálo se, že v této oblasti nelze již nic zásadního změnit, a to byla i strategie výrobců zařízení a dodavatelů trysek. Moderní výzkumné metody vyvinuté a úspěšně používané v Laboratoři přenosu tepla a proudění VUT v Brně však prokázaly, že existuje značný prostor na zlepšení současného stavu. Návrhy nových chladicích systémů válců jsou založeny na optimalizaci procesu. To znamená dosáhnout co nejvhodnější chladicí charakteristiky při minimální energetické náročnosti. Při návrhu nového chlazení se využívá propojení výpočtů teplotního zatížení válců s laboratorním měřením chladicích účinků různých typů a konfigurací vodních trysek. Údaje o přenosu tepla jsou nezbytné pro navrhování a řízení chladicích sekcí [1 – 3].

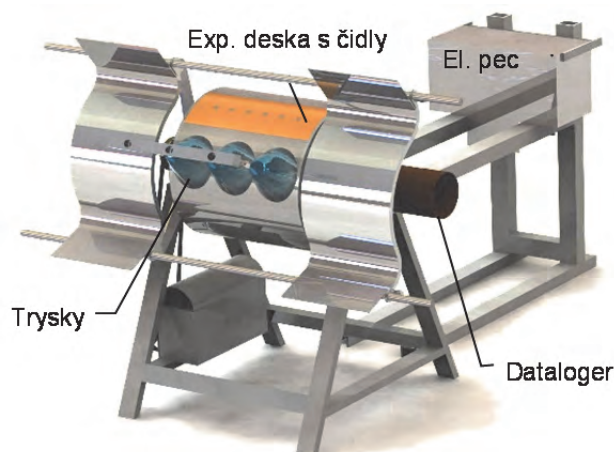
Laboratorní měření je využito ke zjištění průběhu teplot během chlazení. Tyto teploty slouží jako vstupní parametry pro výpočet skutečných hodnot součinitele přestupu tepla α , který odpovídá intenzitě chlazení. Celý postup umožňuje optimalizaci i velmi složitých chladicích sekcí. Nasazení optimalizovaných chladicích systémů přináší značné úspory z pohledu prodloužení životnosti válců, zvýšení kvality a užitných vlastností vývalků a snížení spotřeby chladicí vody o 25 – 60 %, což představuje jak úspory energie, tak i úspory v počtu trysek a času nutného

na údržbu chladicích systémů. Obr. 1 zobrazuje experimentální válec pro určení součinitele přestupu tepla při chlazení válců. Zařízení se skládá z měřicí desky osazené teplotními čidly schopnými zaznamenávat velmi rychle změny teplot. Údaje o podpovrchové teplotě a poloze snímačů jsou zaznamenávány do datalogeru a slouží jako vstupní hodnoty do inverzní úlohy. Pomocí inverzní úlohy jsou vypočítány tepelné toky, povrchové teploty a součinitel přestupu tepla.



Obr. 1 Experimentální válec pro určení součinitele přestupu tepla

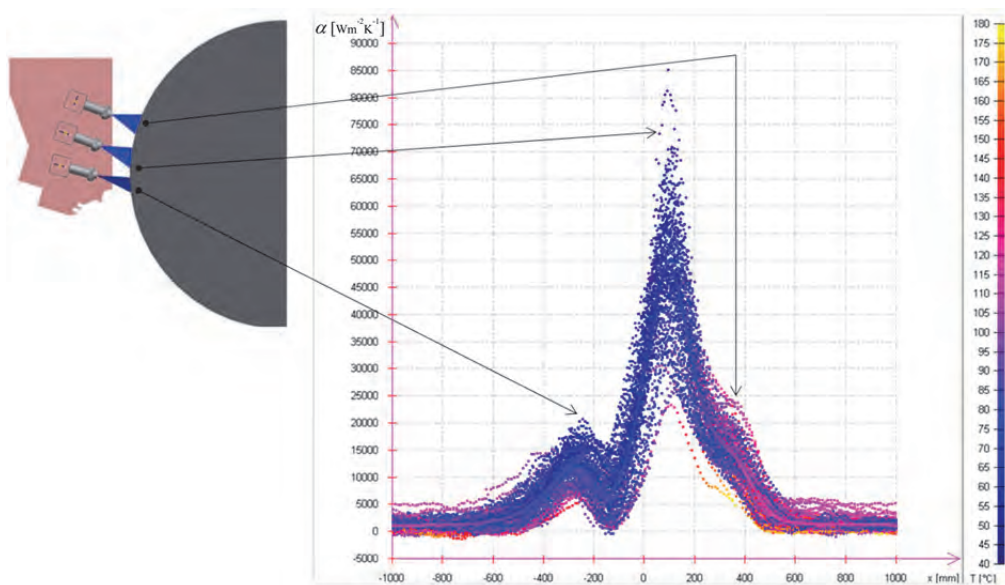
Fig. 1 Experimental roll serving for determination of heat transfer coefficient



Na obr. 2 je uveden příklad vyhodnocení experimentu s víceřadým vodním chlazením. Graf zobrazuje průběh součinitele přestupu tepla α v závislosti na poloze teplotního snímače zabudovaného těsně pod povrchem válce. Průběhy součinitele přestupu tepla mohou být využity jak pro porovnání různých konfigurací chlazení, tedy pro

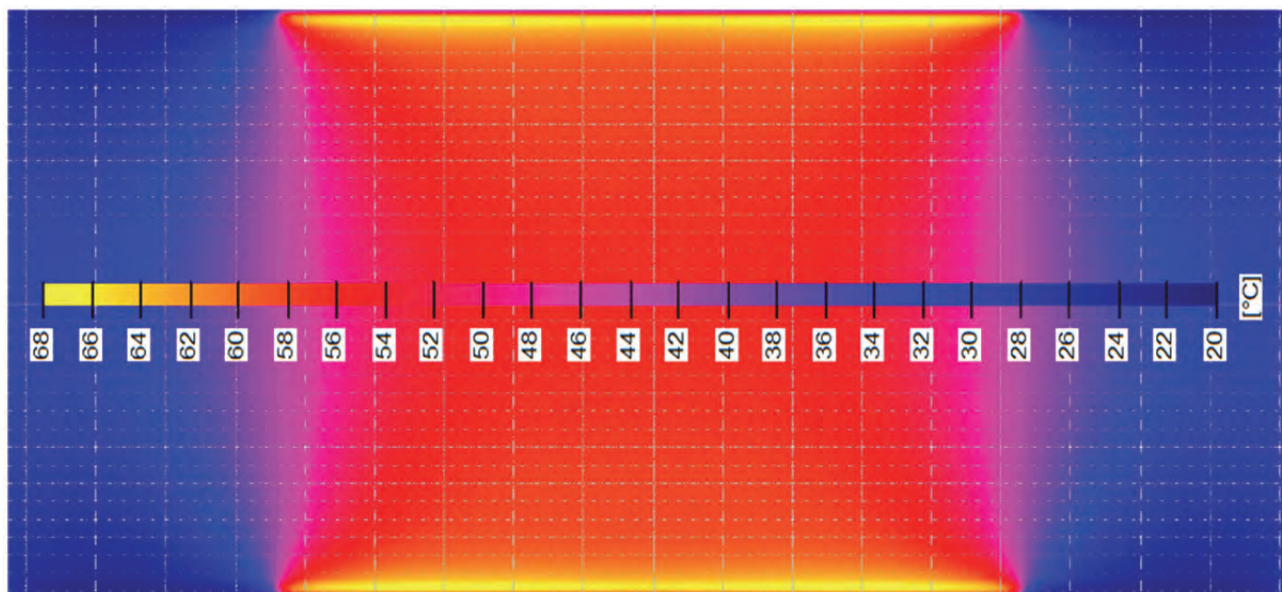
optimalizaci chladicích sekcí, tak i pro matematickou simulaci válcování a výpočet teplotního pole ve válci.

Příklad výsledků simulace je zobrazen na obr. 3, kdy byl výpočet proveden na základě experimentálně zjištěných okrajových podmínek chlazení.



Obr. 2 Vyhodnocení výsledků měření chlazení válce. Závislost součinitele přestupu tepla (α) na poloze snímače

Fig. 2 Evaluation of roll cooling experiment. Dependence of heat transfer coefficient (α) on position of sensor



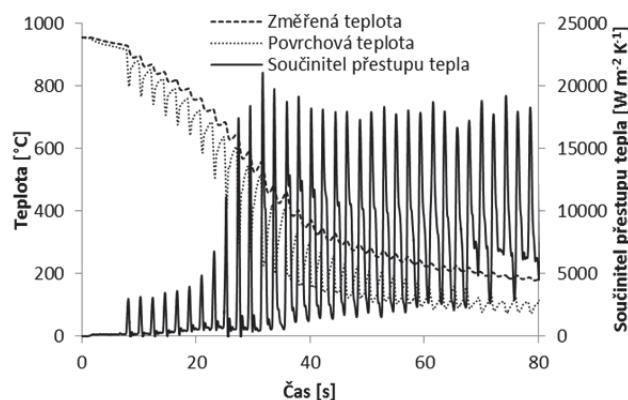
Obr. 3 Výpočet teplotního pole v pracovním válci na základě experimentálně zjištěných okrajových podmínek (součinitele přestupu tepla).

Fig. 3 Calculation of the temperature field inside the work roll based on the experimentally obtained boundary conditions (heat transfer coefficient)

2. In-line tepelné zpracování

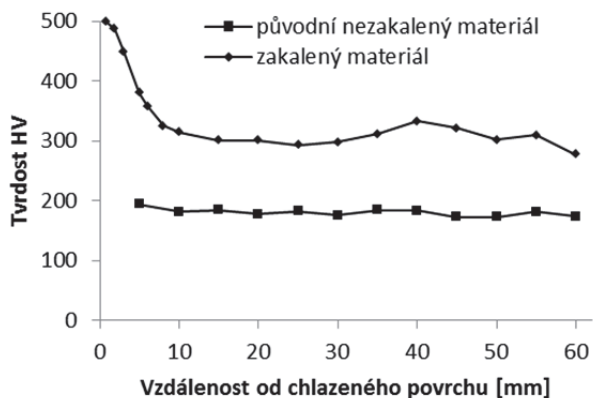
Další oblastí zpracování kovů umožňující dosažení významných energetických úspor je řízené tepelné zpracování v kombinaci s velikostí deformace v závěru tvářecího pochodu. Důraz je kladen na dosažení definované mikrostruktury výrobků, a tím dosažení lepších mechanických vlastností bez nutnosti úpravy chemického složení, tedy bez nutnosti použití drahých legujících prvků. Podstatnou výhodou in-line tepelného zpracování je úspora re-ohřevu materiálu, kdy je materiál tepelně zpracováván bezprostředně po vyválnování. Speciální experimentální zařízení postavené na řešitelském pracovišti, umožňuje nastavování různých režimů chlazení a následné vyhodnocování vlivu těchto režimů na finální strukturu chlazených vzorků. Geometrie chlazení průběhy teplot a výsledná struktura jsou v jednotlivých krocích optimalizovány [4]. Tento postup se dá s výhodou využít pro výzkum a návrhy tepelného zpracování plechů, drátů, kolejnic, trubek a dalších jednoduchých i tvarových profilů. Tepelně zpracované trubky se například používají v petrochemickém průmyslu, kde je kladen důraz na vysokou pevnost. U tepelně zpracovaných kolejnic je nutné dodržet přísné normy na homogenitu vnitřní struktury materiálu bez fázových a výrazných pevnostních změn. Pro získání požadovaných mechanických vlastností finálního produktu je vždy nezbytné nalézt vhodný chladicí režim. Tento režim se liší v závislosti na typu materiálu a podmínkách výroby. Intenzita chlazení je funkcí několika parametrů, jako je typ trysky, průtok a tlak vody, teplota vody, teplota povrchu chlazeného materiálu,

kvalita povrchu a rychlost pohybu chlazeného materiálu. Dosud není k dispozici žádná funkce pro predikci chladicí intenzity, která zahrnuje všechny uvedené parametry [6]. Experimentální měření v kombinaci s inverzními výpočty okrajových podmínek při chlazení je tedy jediným způsobem, jak přesně stanovit intenzitu sprchového chlazení a nalézt vhodný chladicí režim. Změřená teplota je použita jako vstup pro inverzní úlohu vedení tepla, jejímž výstupem je časově závislá povrchová teplota a součinitel přestupu tepla (obr. 4) [7]. Příklad vlivu optimalizovaného in-line tepelného zpracování na zvýšení tvrdosti materiálu trubek je znázorněn na obr. 5 [8].



Obr. 4 Experimentálně změřená teplota, vypočtená povrchová teplota a součinitel přestupu tepla

Fig. 4 Experimentally measured temperature, calculated temperature and heat transfer coefficient

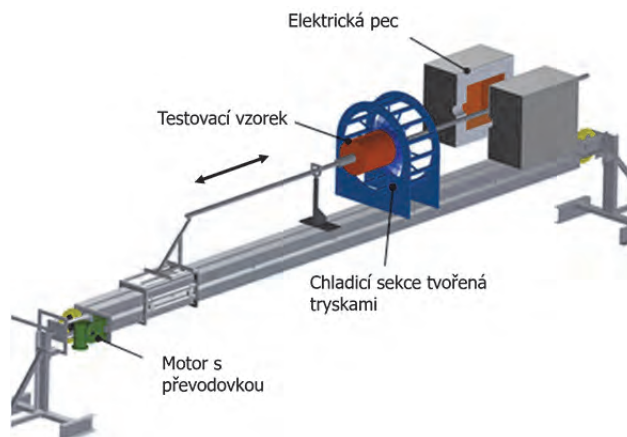


Obr. 5 Zvýšení tvrdosti trubky před a po tepelném zpracování
Fig. 5 Increase of the tube hardness after heat treatment

Schéma laboratorního zařízení navrženo pro výzkum chladicích sekcí a in-line tepelné zpracování vzorků ukazuje obr. 6.

Konkrétní případy optimalizace chlazení profilů, zde bezešvé trubky a kolejnice, pomocí laboratorních chladicích zkoušek jsou znázorněny na obr. 7. Tyto sekce svojí geometrií respektují provozní podmínky a po jejich laboratorním testování lze přistoupit ke konstrukci poloprovodných a provozních chladicích sekcí.

V Laboratoři přenosu tepla a proudění VUT v Brně byla vyvinuta metodika pro návrh in-line tepelného zpracování ocelových profilů a trubek [9, 10]. Metodika využívá kombinace numerického modelování, laboratorního měření a v poslední fázi vývoje také ověřovacích provozních měření. Tato metodika minimalizuje množství drahých provozních experimentů a eliminuje možné konstrukční chyby.



Obr. 6 Schéma laboratorního zařízení pro návrhy a optimalizaci chladicích sekcí pro vývalky
Fig. 6 Diagram of the laboratory test rig for designing and optimization of cooling sections for rolled products

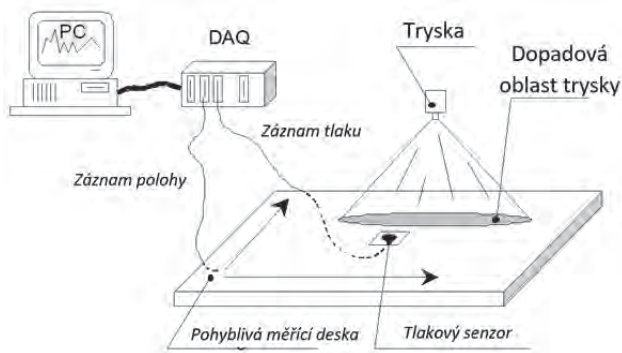


Obr. 7 Optimalizace chlazení trubek (vlevo), optimalizace chlazení kolejnic (vpravo)
Fig. 7 Optimization of tube cooling (left), optimization of rail cooling (right)

3. Hydraulické odstranění okují

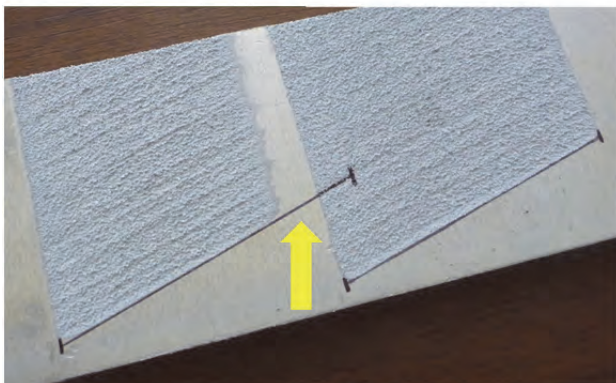
Experimentální výzkum hydraulického odstranění okují byl motivován jednak požadavky průmyslu na nalezení optimálních parametrů ostříku a dále pak snahou o teoretický popis a porozumění mechanismu odokujení [11]. Při konstrukci sekcí pro ostřík okují je nutné navrhnut typ trysek, jejich rozteče, vzdálenosti od povrchu čištěného

materiálu, úhly natočení a tlaky vody. Provozní experimenty jsou drahé a mohou navíc vést ke značným finančním ztrátám. Proto je nutné optimalizovat uvedené parametry na základě laboratorních měření. Ke studiu účinků vysokotlakých ostříků jsou využívány tři přístupy. V prvním kroku jsou proměřeny impaktní tlaky vodních paprsků z trysek ve vysokém rozlišení. Experimentální zařízení vlastní konstrukce využívá snímač s průměrem 0,2 mm zabudovaný do ostříkávané plochy (obr. 8).



Obr. 8 Schéma měření impaktních tlaků
Fig. 8 Diagram of impact pressure measurement

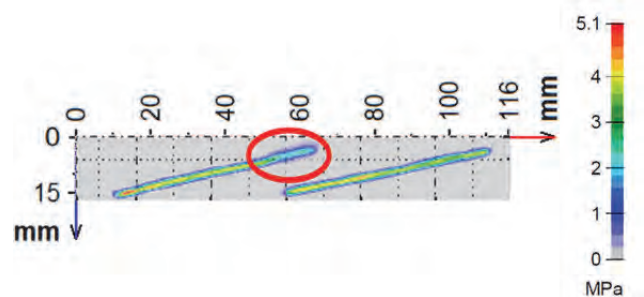
Vizualizace mechanických účinků vodních paprsků z trysek může být následně doplněna také tzv. erozivním testem. Erozivní test dobře znázorňuje problematickou oblast překryvu paprsků trysek (tzv. overlapping). Na obr. 9 jsou zakresleny konečné polohy paprsků trysek, které zároveň znázorňují jejich šířku. Směr pohybu hliníkové desky je označen žlutou šipkou. Po vyhodnocení erozivního působení paprsků vysokotlakých trysek je patrné, že oblast s výrazným úbytkem impaktního tlaku se nachází nejen v oblasti překryvu trysek, ale i vedle ní, v oblasti zvané „washout“ (obr. 9). Zde dochází k deformaci a oslabení vodního paprsku paprskem, který byl v kontaktu s pohybujícím se povrchem jako první. Tento jev nastává v oblasti, kde voda odražená od čištěného povrchu s velkou energií naráží do vodního paprsku sousedící trysky.



Obr. 9 Erozivní test vysokotlakých trysek
Fig. 9 Erosion test of high pressure nozzles

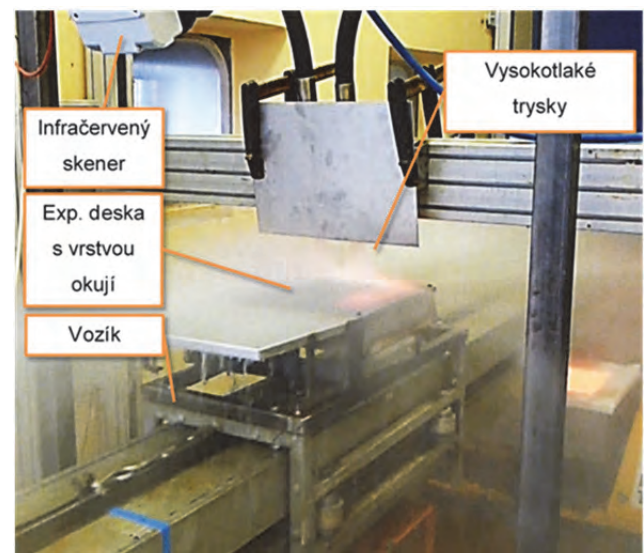
Vypovídající schopnost tohoto erozivního testu ovšem nemůže nahradit proměření impaktních tlaků vysokotlakých trysek. Z grafu na obr. 10 je patrné, že ovlivnění impaktních tlaků paprsků trysek není ohraničeno pouze oblastí překryvu, ale pokračuje ještě zhruba 10 mm za tuto oblast směrem k sousedící trysce, která je v kontaktu s čištěným povrchem později. V této vedlejší oblasti,

vyznačené v grafu červeným oválem, nemusí být zajištěno dostatečné odstranění okují a může docházet k povrchovým vadám (tzv. tygřím pruhům).



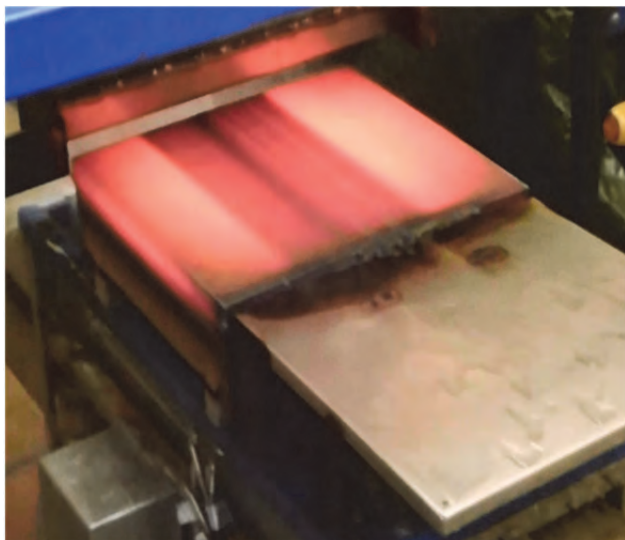
Obr. 10 Výsledky měření distribuce impaktních tlaků dvojice trysek
Fig. 10 Result of impact pressure distribution measurements of the pair of nozzles

Dalšími testy, využívanými při studiu vysokotlakých ostříků, jsou testy za pohybu vzorků. Jsou to zkoušky kvality ostříků, kdy jsou vyhodnocovány povrchy experimentálních vzorků a jsou určovány podíly odstraněných okují pro různé parametry ostříků a pro různé režimy vysokoteplotní oxidace vzorků (obr. 11).

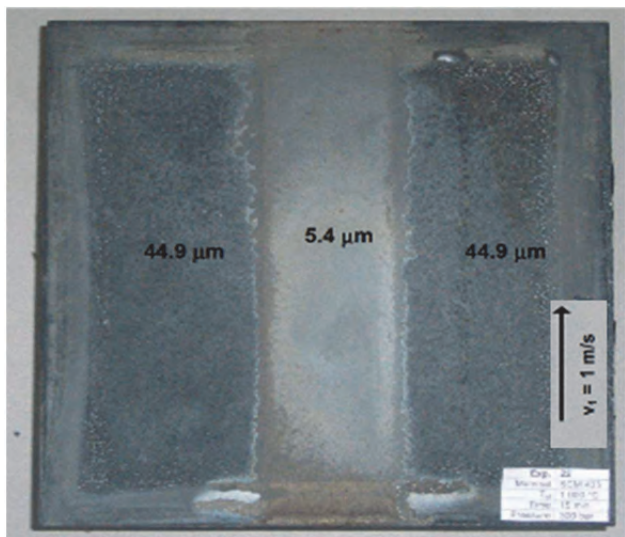


Obr. 11 Zařízení pro testy zaměřené na kvalitu povrchu po odstranění vysokoteplotních okují
Fig. 11 Test devices focused on surface quality after removal of high temperature scales

Detail experimentální desky po průjezdu vysokotlakým ostříkem je zobrazen na obr. 12. Experimentální deska je po průjezdu vychlazena v ochranné atmosféře a je vyhodnocen podíl zbylých okují ve stopách trysek. Tento podíl a stopa trysky jsou dobře patrné na snímku experimentální desky se zamraženými okujemi, které na povrchu zůstaly po průjezdu pod vysokotlakou tryskou (obr. 13). Tloušťka vrstev okují je měřena elektromagnetickou sondou kalibrovanou pomocí elektronového mikroskopu.

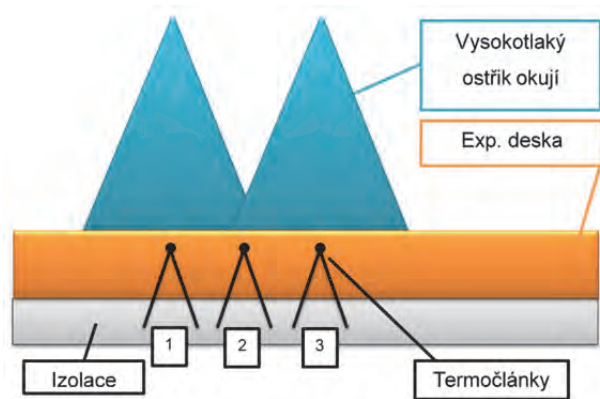


Obr. 12 Experimentální deska po průjezdu pod tryskami
Fig. 12 Experimental plate after passage under the descaling nozzles



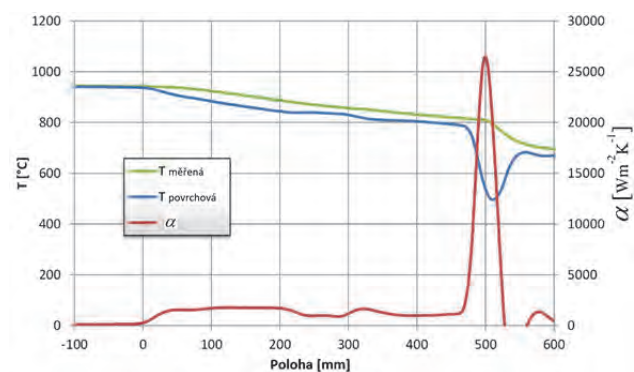
Obr. 13 Experimentální deska se zamraženou strukturou okují
Fig. 13 Experimental plate with frozen scale structure

Další laboratorní měření umožňuje zkoumat teplotní ovlivnění oškrávaného povrchu. Vzorek je osazen snímači a po ohřevu projíždí pod vysokotlakými tryskami. Je zaznamenávána poloha vzorku a průběhy teplot blízko oškrávaného povrchu. Změřené teploty slouží jako vstupní parametry pro inverzní úlohu a pomocí ní je vypočítán součinitel přestupu tepla. Pomocí prováděných teplotních experimentů je možné získat informace o intenzitě přenosu tepla. Pomocí simulací je poté možné zjistit vliv změny nastavení ostříku okují na teplotní režim provalků. V případě problémů s dodržení teplot provalku je možné provést optimalizaci nastavení trysek. Obr. 14 znázorňuje schéma laboratorního měření podpovrchových teplot. Experimentální deska se zabudovanými termočlánky projíždí pod dvojicí trysek a jsou zaznamenávány poklesy teplot v osách paprsků trysek a v oblasti překrývání.



Obr. 14 Schéma měření podpovrchových teplot při vysokotlakém oškrábání okují
Fig. 14 Diagram of temperature measurement in case of high pressure descaling

Příklad výsledků měření je uveden na grafu (obr. 15). Z termočlánku číslo 1, získáváme měřenou podpovrchovou teplotu znázorněnou v grafu zelenou křivkou. Tvar křivky odpovídá průběhu experimentu, kdy pozorujeme pozvolný pokles měřené teploty při přesunu desky z pozice 0 mm do pozice vysokotlakového ostříku (500 mm). Od polohy 500 mm měřená teplota prudce klesá z hodnoty 800 °C na zhruba 700 °C. Tento průběh změřených teplot slouží jako vstupní hodnoty pro inverzní úlohu. Pomocí inverzní úlohy jsou dopočítány povrchové teploty (modrá křivka) a součinitel přestupu tepla α (červená křivka).

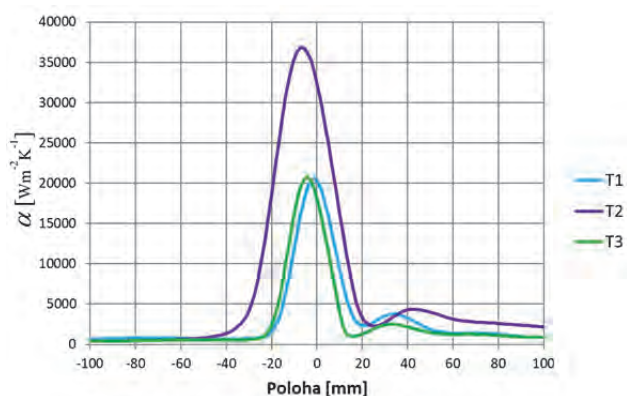


Obr. 15 Závislost podpovrchové (měřené) a povrchové (vypočítané) teploty a součinitele přestupu tepla na poloze experimentální desky vůči tryskám při vysokotlakém oškrábání okují v oblasti překrývání trysek

Fig. 15 Dependence of (measured) and surface (calculated) temperature and heat transfer coefficient on the position of the experimental plate relative to the nozzles at high-pressure descaling in the overlap area of the nozzles

Porovnáním průběhů součinitele přestupu tepla v polohách termočlánků ve stopě paprsků trysek (T1 a T3) a v oblasti překrývání paprsků trysek (T2) je zřejmé, že oblast překrývání paprsků trysek se kromě poklesu impaktního tlaku vyznačuje výrazným nárůstem součinitele přestupu tepla (obr. 16). Pro standartní natočení

trysek 15° (tzv. offset angle) a pro úhel natočení kolektoru 15° proti směru pohybu provačku prochází termočlánek T2 oblastí, která je tvořena nejen dvojicí dopadových stop trysek, ale i velmi turbulentním prouděním mezi těmito tryskami. Následkem toho je maximální hodnota součinitele přestupu tepla v oblasti překrývání trysek téměř dvojnásobná. Další důležitou charakteristikou oblasti překrývání paprsků trysek je její šířka. Tato oblast je nejdéle v kontaktu s ostřikem. Všechny uvedené faktory přispívají k možnému podchlazení povrchu provačky v této oblasti, a proto je důležité provést experimentální měření a matematické simulace teplotního pole v provačku.



Obr. 16 Součinitel přestupu tepla pod tryskami a v oblasti překryvu paprsků trysek

Fig. 16 Heat transfer coefficient below the nozzles and in the area of the nozzle jet overlap

Laboratorní měření poskytuje informaci o vlivu různých parametrů ostřiku na výslednou kvalitu odstranění okujů a na pokles teplot provačky po hydraulickém odstranění okujů. Je možné optimalizovat výběr typu trysek, nastavení tlaku ostřiku, vzdálenosti a rozteče trysek, úhel sklonu trysek a způsob překrývání vodních paprsků. Dříve byla považována oblast překrytí vodních paprsků vysokotlakých trysek (overlapping) za hlavní zdroj problémů s povrchovou kvalitou válcovaných plechů, tj. výskytem tzv. tygřích pruhů. Laboratorní výzkum však prokázal, že problematickou oblastí z pohledu významného poklesu impaktního tlaku je nejen oblast překrývání trysek, ale hlavně oblast zvaná washout. V této oblasti odokujovaný materiál prochází pouze pod jedním paprskem trysky, který je navíc deformován a oslaben odrazy vodního paprsku sousedící trysky. Lze tedy předpokládat, že zásadní vliv na vznik tygřích pruhů má právě oblast washout (obr. 9 a 10).

Na základě získaných výsledků bylo přistoupeno k návrhu nového typu ostřikového vysokotlakého kolektoru, který je v současné době testován ve firmě Liberty Ostrava a.s. na provozu Steckel. Tento nový kolektor vznikl v rámci projektu „Progresivní vysokotlaké hydraulické systémy pro těžký průmysl“ CZ.01.1.02/0.0/0.0/15 019/0004924.

Závěr

Metodika navržená v Laboratoři přenosu tepla a proudění VUT v Brně byla využita pro zjištění součinitele přestupu tepla na povrchu materiálu s vysokými teplotami v aplikacích tepelného zpracování, chlazení pracovních válců válcoven za tepla a vysokotlakého ostřiku okujů. Pro úspěšné zvládnutí výzkumu a optimalizace těchto úloh jsou využívány poznatky z problematiky přenosu a měření mnohakanálových nízkoúrovňových signálů. Pozornost je věnována konstrukci a zabudování teplotních snímačů. Naměřená data jsou dále zpracována s využitím několika specializovaných programů. V případě hledání okrajových podmínek přenosu tepla je nezbytné provedení přesného výpočtu inverzní úlohy. Výsledky získané v Laboratoři přenosu tepla a proudění jsou pravidelně publikovány a konfrontovány s výsledky českých a světových pracovišť zabývajících se danou problematikou [12] až [18].

Metodika umožňující určení působení vodních paprsků trysek na součinitel přestupu tepla a odstranění vysokoteplotních okujů byla využita pro optimalizaci chladicích a odokujovacích sekcí pro průmyslové partnery. Příkladem úspěšných spoluprací je návrh tepelného zpracování trubek pro Třinecké železářny a.s., návrh tepelného zpracování H-profilu pro Primetals Technologies, Itálie. Ve válcovnách tlustých plechů je to optimalizace a rekonstrukce chlazení válců pro firmy Voestalpine Stahl GmbH, Rakousko, U. S. Steel Košice, Ltd., Slovensko a HYUNDAI STEEL, Korea. Proto-typový kolektor pro hydraulické odstraňování okujů je v současné době testován ve firmě Liberty Ostrava a.s. na provozu válcovny P 1500 Steckel.

Poděkování

Príspevek vznikl za podpory projektu CZ.01.1.02/0.0/0.0/15 019/0004924 a také za podpory projektu FSI-S-17-4346.

Literatura

- [1] KOTRBACEK, P., POHANKA, M., ZACHAR M., SCHÖRKUBER, K. W. Optimization of Work Roll Cooling in Rolling. *METEC & 4th ESTAD 2019 European Steel Technology and Application Days*, 24.-28. June 2019, CCD Congress Center Düsseldorf, Düsseldorf, Germany.
- [2] KOTRBÁČEK, P., RAUDENSKÝ, M., HORSKÝ, J., POHANKA, M. Experimental Study of Heat Transfer in Hot Rolling. *Revue de Métallurgie - Cahiers d'Informations Techniques*, 7-8 (2006) 103, 333–341. ISSN 0035-1563.
- [3] KOMÍNEK, J., KOTRBÁČEK, P., HORSKÝ, J. Design of Cooling Systems for Grooved Rolls. In *METAL 2016, Conference Proceedings*, 25th International Conference on Metallurgy and Materials, Ostrava: Tanger Ltd., 2016, pp. 255–260. ISBN 978-80-87294-67-3.
- [4] HORSKÝ, J., RAUDENSKÝ, M., KOTRBÁČEK, P. Experimental Study of Long Product Cooling in Hot Rolling. *Journal of Materials Processing Technology*, 80-81 (1998) 337–340. Available at <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924013698001915>. 80-81.

- [5] KOTRBACEK, P., POHANKA, M., CHABICOVSKY M., RAUDENSKÝ, M. Study of Heat Transfer Distribution during Plate Heat Treatment, In *METEC & 4th ESTAD 2019 European Steel Technology and Application Days*, 24.-28. June 2019, CCD Congress Center Düsseldorf, Düsseldorf, Germany.
- [6] CHABIČOVSKÝ, M., HORSKÝ, J. Factors Influencing Spray Cooling of Hot Steel Surfaces. In *METAL 2016, Conference Proceedings*, 25th International Conference on Metallurgy and Materials. Brno, 2016, pp. 77–83. ISBN 978-80-87294-79-6.
- [7] HORSKÝ, J., KOTRBÁČEK, P. In-line Heat Treatment of Long Products. In *METAL 2014, Conference Proceedings*. 23rd International Conference on Metallurgy and Materials. Ostrava: Tanger Ltd., 2014, pp. 253–258. ISBN 978-80-87294-54-3.
- [8] RAUDENSKÝ, M., CHABIČOVSKÝ, M., TUROŇ, R. Development and Plant Verification of Tube Quenching Unit. In *7th International Congress on Science and Technology of Steelmaking*, Milano: Associazione Italiana di metallurgia, 2018, pp 1–8. ISBN 978-88-98990-14-6.
- [9] HNÍZDIL, M., KOTRBÁČEK, P. Heat Treatment of Rails. *Materiali in tehnologije*, 51 (2017) 2, 329–332. ISSN 1580-2949.
- [10] CHABIČOVSKÝ, M., HORSKÝ, J., RAUDENSKÝ, M., HNÍZDIL, M., KOTRBÁČEK, P. Design of Quenching Units for Heat Treatment of Tubes. In *European Conf. on Heat Treatment 2015 and 22nd IFHTSE Congress*. Milano: Associazione Italiana di metallurgia, 2015, pp. 1–9. ISBN 978-88-98990-03-0.
- [11] RAUDENSKÝ, M., HORSKÝ, J., HORÁK, A., POHANKA, J., KOTRBÁČEK, P. Hydraulic Descaling Improvement, Findings of Jet Structure on Water Hammer Effect. *Revue de Métallurgie*, 2 (2007) 104, 84–90. ISSN 1156-3141.
- [12] WENDELSTORF, J., SPITZER, K.-H., WENDELSTORF, R. Spray water cooling heat transfer at high temperatures and liquid mass fluxes, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 51 (2008) 19-20, 4902–4910.
- [13] KRZYŻANOWSKI, M., BEYNON, J.-H. Modelling the Boundary Conditions for Thermo Mechanical Processing, Oxide Scale Behaviour and Composition Effects, *Modelling Simulation Material Science Engineering*, (2000), p. 8.
- [14] CEBO-RUDNICKA, A., MALINOWSKI, Z. Identification of heat flux and heat transfer coefficient during water spray cooling of horizontal copper plate, (2019) *International Journal of Thermal Sciences*, Volume 145, November 2019, Article number 106038.
- [15] BERNARDIN, J.D., MUDAWAR, I. The leidenfrost point: Experimental study and assessment of existing models, *Journal of Heat Transfer*, 121 (1999) 4, 894–903.
- [16] SMETANA, B., ŽALUDOVÁ, M., ZLÁ, S., DOBROVSKÁ, J., TKADLEČKOVÁ, M., KLUS, P., ROSYPALOVÁ, S. Possibilities of heat capacity measurement of metallic systems. In *METAL 2012, Conference Proceedings*, 21st International Conference on Metallurgy and Materials, Ostrava: Tanger Ltd., pp. 652–658. ISBN 978-80-87294-31-4.
- [17] YAO, S.C., COX, T.L., A general heat transfer correlation for impacting water sprays on high-temperature surfaces, *Experimental Heat Transfer*, 15 (2002) 4, 207–219.
- [18] RIVALLIN, J., VIANNAY, S., General principles of controlled water cooling for metallurgical on-line hot rolling processes: Forced flow and sprayed surfaces with film boiling regime and rewetting phenomena, *International Journal of Thermal Sciences*, 40 (2001) 3, 263–272.

Ostravská huť sníží výrobu oceli o dvacet procent, propouštět nebude

16. července 2019, www.lidovky.cz, ČTK

Ostravská huť ze skupiny Liberty Steel dočasně sníží výrobu oceli o 20 procent. Pokles produkce neovlivní zaměstnanost, ale pracovníci budou ve větší míře čerpat dovolené nebo budou přesouváni na jiné činnosti. Snížení firma dosáhne zpomalením tempa výroby, odstavení výrobních zařízení nechystá.

Firma dočasný pokles výroby zdůvodňuje růstem cen surovin i povolenek CO₂ a také dovozem oceli ze zemí mimo Evropskou unii, který považuje za neférový.

Předseda Základní organizace OS KOVO v ostravské huti Petr Slanina řekl, že nový vlastník o situaci s odboráři jednal a je skutečně důsledkem stavu na trhu.

Skupina Liberty Steel převzala řízení podniku počátkem července, kdy byl dokončen prodej huti původně vlastněné skupinou ArcelorMittal indického miliardáře Lakšmiho Mittala. Proces prodeje podniku byl složitý a odbory vůči němu měly výhrady. Odboráři se obávali, že prodej může huť trvale poškodit. Při převzetí huti novým vlastníkem ale uvedli, že jejich obavy jsou menší než na začátku prodeje. Kapacita výroby podniku je 3,6 milionu tun oceli, v současnosti vyrábí ročně 2,2 milionu tun.

Podle generálního ředitele ostravské huti Ašóka Patila nebyly poslední měsíce pro ocelářský průmysl v Evropě příznivé a huť na ně musí reagovat dočasným snížením výroby. Cena poplatků za CO₂ jen za poslední rok a půl stoupla o 264 procent, cena rudy se od počátku roku zvýšila o 65 procent, dovoz levné oceli vzrostl o 13 procent a dosáhl čtvrtiny celkového objemu spotřeby oceli v EU. A navíc Evropská komise nyní navýšila kvóty na dovoz oceli o dalších pět procent, navzdory už tak složité situaci na trhu a oslabujícím ekonomikám EU.

Podle mluvčí podniku dovoz levné oceli do Evropy vzrostl meziročně na 39,2 milionu tun, přičemž celková spotřeba oceli v EU loni činila 164 milionu tun. „Každá čtvrtá tuna spotřebovaná v Evropě je vyrobena ve třetích zemích, kde výrobci nemusejí dodržovat žádné emisní limity, ani nejsou součástí programů na snižování produkce CO₂, tudíž vyrábějí s podstatně nižšími náklady. V prostředí, kde nemáte nastavena stejná pravidla pro všechny účastníky soutěže, je dlouhodobě těžké konkurovat,“ uvedl Patil.

Slanina řekl, že vedení podniku aktuální situaci s odbory konzultovalo. „Bohužel ta situace je špatná, ale je to otázka trhu. Nevnímáme to, že by to byl problém převzetí firmy, ale vnímáme to vyloženě jako problém trhu ve všech evropských hutních podnicích,“ uvedl Slanina. Dodal, že navýšení kvót na dovoz oceli je nepochopitelný krok. „Je to něco, co je proti ocelářství a vnímáme to tak, že asi nějaké jiné lobby zapracovalo. Je to likvidace ocelářství v Evropě,“ míní Slanina.

Recenzované výzkumné články

Studium vnitřních necelistvostí a napět'ových stavů během odlévání a tuhnutí těžkého kruhového ocelového ingotu pomocí numerických simulací v softwaru Magma 5 a Forge NxT 2.1

Study of Internal Discontinuities and Stress States during Casting and Solidification of Heavy Circular Steel Ingot by Using Numerical Simulations in Magma 5 and Forge NxT 2.1 software

Ing. Vladislav Kurka, Ph.D.; Mgr. Marek Vindyš; doc. Ing. Petr Jonšta, Ph.D.; Ing. Jaroslav Pindor, Ph.D.

MATERIÁLOVÝ A METALURGICKÝ VÝZKUM s.r.o., Regionální materiálově technologické výzkumné centrum
Pohraniční 693/31, 703 00 Ostrava-Vítkovice, Česká republika

V průběhu odlévání těžkých ocelových ingotů dochází při tuhnutí vlivem smrštění kovu ke vzniku vnitřní pórovitosti. Pórovitost, nebo-li místa nezaplňená kovem, uvnitř velkých ingotů nabývá rozměrů až několik centimetrů. Předkládaná práce se zabývá studiem fyzikálně-metalurgických parametrů odlévání těžkého kruhového ingotu, vedoucích k eliminaci pórovitosti. Toto studium bylo prováděno pomocí numerického softwaru Magma 5.4. Za účelem nalezení nejvhodnějších podmínek odlévání byla také částečně využita metoda plánovaného experimentu. Pozornost byla zaměřena především na ověření vlivu rychlosti a teploty odlévání na vnitřní kvalitu ingotu. Pro základní variantu modelovanou v softwaru Magma 5.4 bylo následně provedeno i počáteční šetření teplotního pole a napět'ového stavu v průběhu chlazení ingotu v numerickém softwaru Forge NxT 2.1.

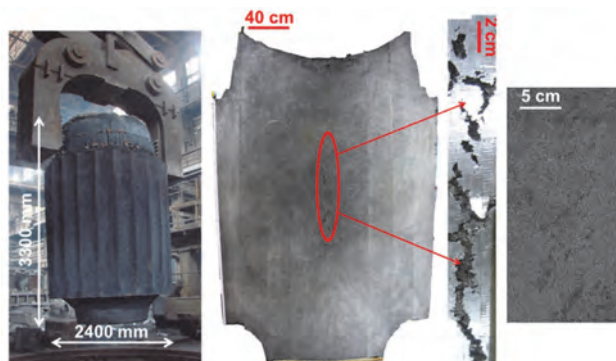
Klíčová slova: numerická simulace; odlévání oceli; tuhnutí oceli; software Magma

During the casting of heavy ingots, internal porosity occurs during solidification due to shrinkage of the cast metal. Porosity, or sites not filled with metal, are long up to several centimeters inside large ingots. The present work deals with the study of physical-metallurgical parameters of casting a large circular ingot, leading to an elimination of porosity. This was done using the numeric software Magma 5.4. In order to find the most suitable casting conditions, the planned experiment method was also partially used. The focus was on casting speed with the investigation and finding of the most suitable casting temperature. For the basic variant cast in the Magma software, an initial investigation of the temperature field and stress state during the ingot cooling in the numerical software Forge NxT 2.1 was performed. A total of 12 numerical simulations of casting and solidification of a round 12 t ingot were performed. From the point of view of reduction of microporosity, the most suitable numerical simulation, N.3, was chosen from the first 5 numerical simulations, at the selected casting temperature of 1520°C, which was the first proposed. A change in the casting speed of the ingot body than the head piece showed a greater effect on microporosity. To find out if it was really the best option, it was investigated around N.3 with a reduction and increase of casting speed in the ingot body by 10%. In this way it was found that at the same head casting speed it was preferable to cast the ingot by a 10% slower speed (version labelled T90H100.11) than the original design N.3. For this version of T90H100.11, the most suitable casting temperature was 1520°C. The initial investigation of the numerical simulation of the temperature field and the stress state in a cold ingot in Forge software suggests that these simulations are possible in Forge software. However, they require to enter simulation, calculation and evaluation. For this reason, the works at the time of writing this paper are in the development phase.

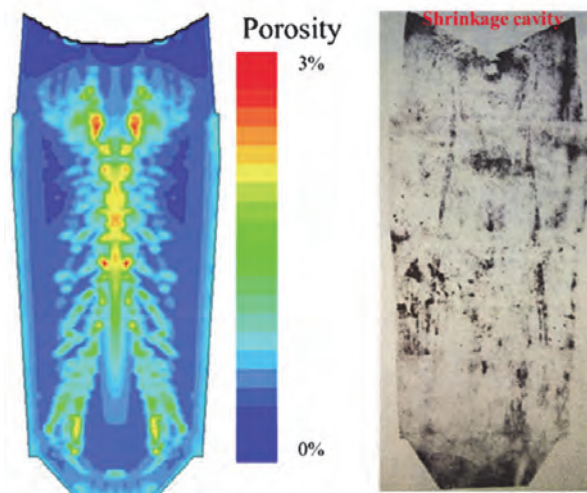
Key words: numerical simulation; casting of steel; solidification of steel; Magma software

Při odlévání těžkých ingotů, řádově nad 10 t, dochází vlivem smrštění materiálu ke vzniku vnitřní pórovitosti. Pórovitost, neboli místa nezaplňená kovem, uvnitř velkých ingotů nabývá rozměrů až několik centimetrů [1]

(obr. 1 a 2). Pórovitost je možné odstranit či eliminovat několika způsoby, a to zejména úpravou tvaru kokily, úpravou tvaru hlavového nástavce či jeho skladbou a případně rychlostí a teplotou odlévání.



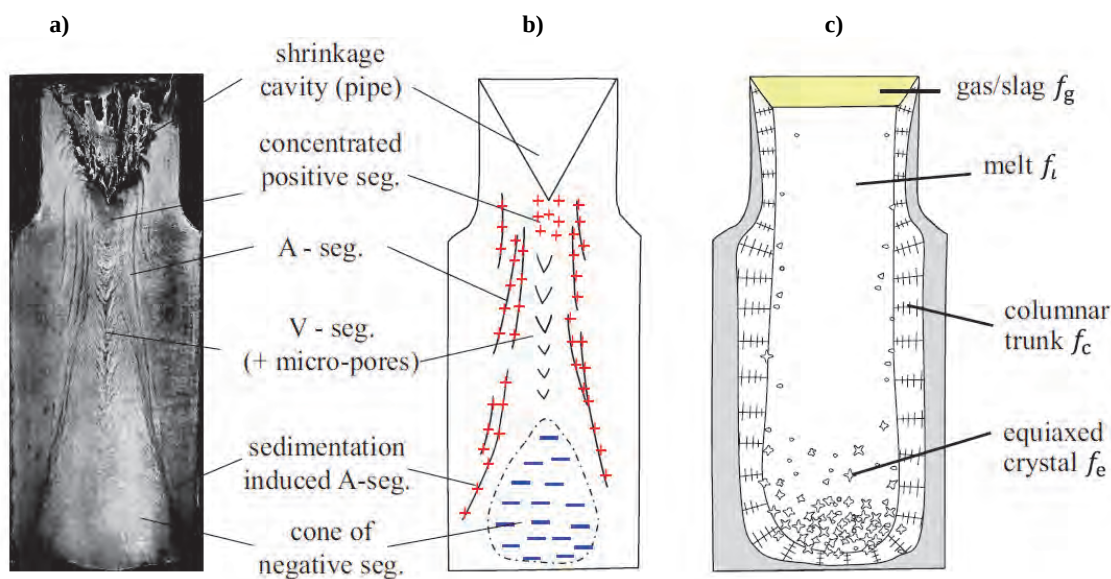
Obr. 1 Pórovitost uvnitř velkého kovárenského ingotu z oceli značky 30Cr2Ni4MoV [1]
Fig. 1 Porosity inside a heavy forging ingot made of steel grade 30Cr2Ni4MoV [1]



Obr. 2 Pórovitost uvnitř velkého kovárenského ingotu z oceli s 3,3 hm. % C [2]
Fig. 2 Porosity inside a large forging ingot made of steel with 3.3 wt. % C [2]

V ocelovém ingotu mohou vznikat tři typy pórovitosti. První typ představuje mikropórovitost (nebo též póry), která vzniká ve středové části ingotu v důsledku nedostatečného dosazování tekutého kovu z hlavového nástavce do těla ingotu. Druhým typem jsou dutiny. Jako makropórovitost je pak označován stav, kdy se dutiny

zvětšují snižujícím se ferostatickým tlakem způsobeným smrštěním a vznikají v interdendritickém prostoru [3 – 5] (obr. 3). Uvedené pórovitosti se autoři [6] snažili úspěšně řešit řízeným odvodem tepla, což je ovšem zcela jiný způsob řešení dané problematiky.



Obr. 3 Schéma finální makrostruktury ocelového ingotu o hmotnosti 10,5 tuny s nominálním složením 0,30 hm. % C s typickými projevy makrosegregace a smrštění zobrazené pomocí: a) Baumanova otisku síry, (b) schématického popisu různých typů makrosegregačních vad a pórovitosti, c) typů krystalů a fází v průběhu tuhnutí
Fig. 3 Scheme of solidification process and accompanying phenomena of macro segregation and shrinkage, steel ingot weighing 10.5 t with nominal composition 0.30 wt. % C. a) Bauman's sulfur impression, b) schematic description of different types of macrosegregation and shrinkage defects, c) solidification process diagram and formation of appropriate phases

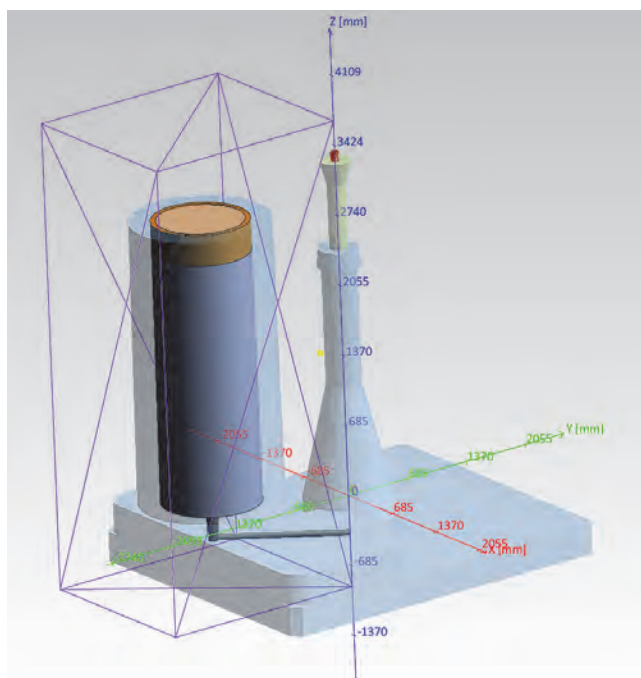
1. Studium odlévání

Byl proveden rozbor odlévání kruhového ingotu typu A o hmotnosti 12 t, s obsahem 1 % C, 0,8 % Mn a 0,4 % C

s teplotou solidu 1326 °C a likvidu 1488 °C, v numerickém softwaru Magma. Numerické šetření bylo prováděno na lící sestavě se 4 ingoty, kde hmotnost každého ingotu byla 12 tun. Simulace byly prováděny pro ¼ lící

sestavy, tedy jednoho ingotu (obr. 4). Na geometrii lící sestavy ingotu byla následně vytvořena výpočetní síť tvořená hexaelementy (obr. 5). Výpočet odlévání a tuh-

nutí ocelového ingotu byl numericky řešen metodou konečných diferencí. Na obr. 6 je zachycena vypočítaná porozita pro jednotlivé simulované varianty.



Obr. 4 Geometrie lící sestavy kruhového 12 tunového ocelového ingotu podrobeného numerické simulaci

Fig. 4 The geometric shape of the ingot, which was subsequently subjected to numerical simulation



Obr. 5 Výpočetní síť modelované geometrie kruhového těžkého kovářského ingotu

Fig. 5 An ingot converted to elements that were subsequently numerically simulated

Jako první byl analyzován vliv rychlosti odlévání na výslednou pórovitost. Následně byla zvolena nejvhodnější rychlost odlévání, pro kterou byla nalezena nejvhodnější teplota odlévání. Nejprve byla navržena teplota odlévání 1520 °C a zvolena základní doba odlévání. Numerická simulace provedená tímto způsobem byla proto základní a označená jako N.3.

Tab. 1 Označení variant a velikost jejich změn rychlosti odlévání oproti základní variantě N.3

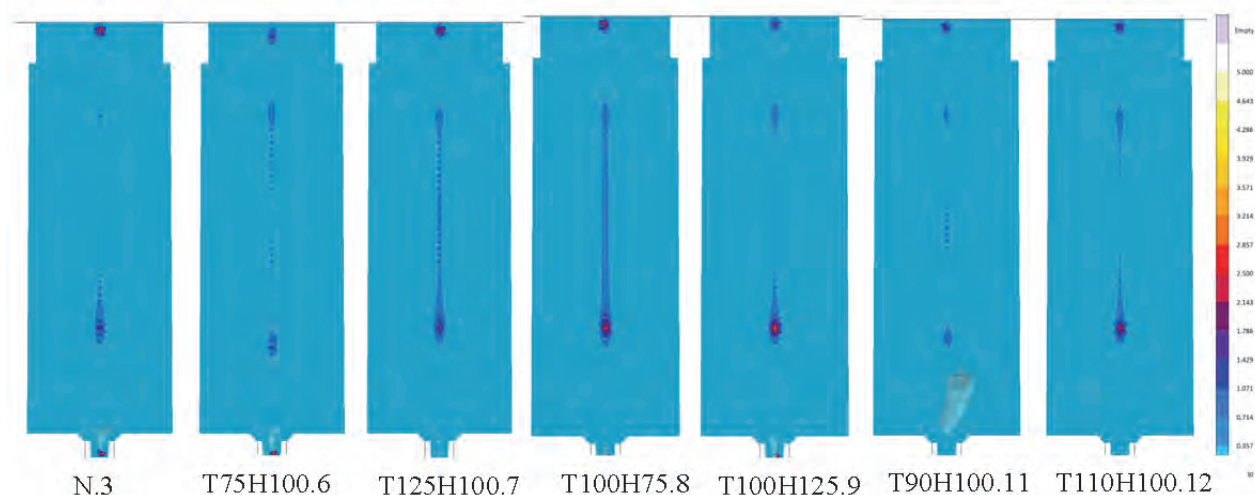
Table 1 Indication of variation and magnitude of their variation in casting speed of rapid basic variation N.3

Označení varianty	Změna rychlosti liti oproti variantě N.3	
	těla ingotu	hlavového nástavce
N.3	0 %	0 %
T75H100.6	- 25 %	0 %
T125H100.7	+ 25 %	0 %
T100H75.8	0 %	- 25 %
T100H125.9	0 %	+ 25 %

Po provedení numerické simulace N.3 následovala šetření odchylující se od této varianty změnou rychlosti odlévání těla ingotu a hlavového nástavce, viz tab. 1.

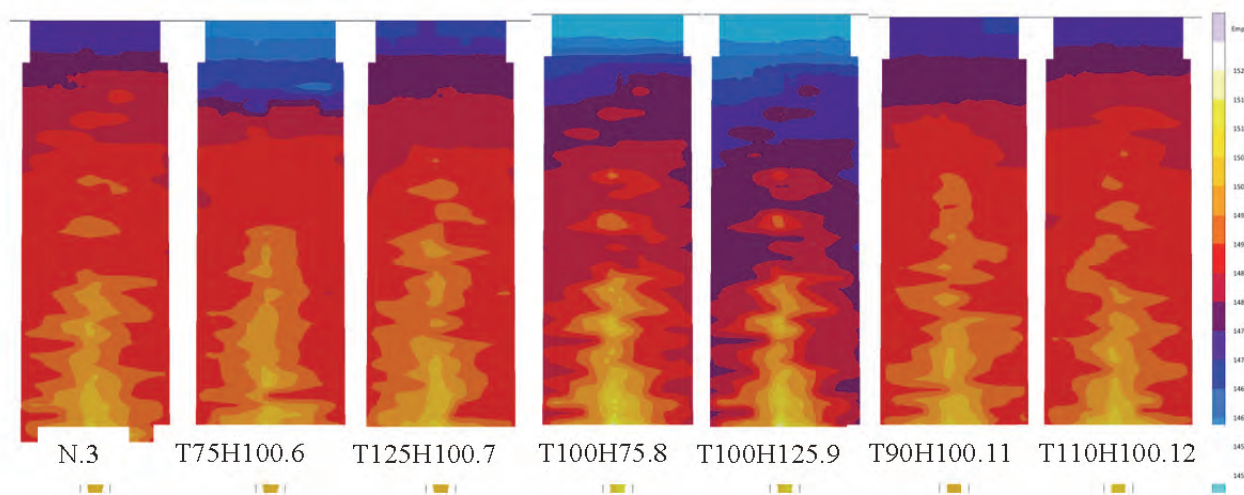
Z provedených numerických simulací vyplynulo, že varianta N.3 má nejnižší mikropórovitost. Varianta s 25 % snížením rychlosti odlévání těla ingotu označená T75H100 se z pohledu hodnocení mikroporozity umístila na druhém místě, viz obr. 6. Obr. 7 ukazuje, že obě varianty mají také nejvyšší teplotu při prvním zaplnění prostoru v kokile. Z provedených simulací se z obr. 6 a 7 může vyvodit, že velký vliv na mikropórovitost při stejné lící teplotě má změna rychlosti odlévání těla ingotu. Pro nalezenou variantu s nejnižší pórovitostí, označenou N.3, bylo provedeno další šetření zahrnující provedení dvou numerických simulací se změnou rychlosti odlévání těla ingotu, která se od varianty N.3 lišila následovně:

- T90H100.11 – tělo lité o 10 % pomaleji a hlavový nástavec odléván stejnou rychlostí
- T110H100.12 – tělo lité o 10 % rychleji a hlavový nástavec odléván stejnou rychlostí.



Obr. 6 Mikropórovitosť v ingotu po utužnutí, objemové rozmezí 0 – 5 %

Fig. 6 Microporosity in ingot after solidification, volume range 0 – 5%



Obr. 7 Teplota taveniny pri prvom vstupe do daného miesta, teplotný rozmezí 1450 – 1520 °C

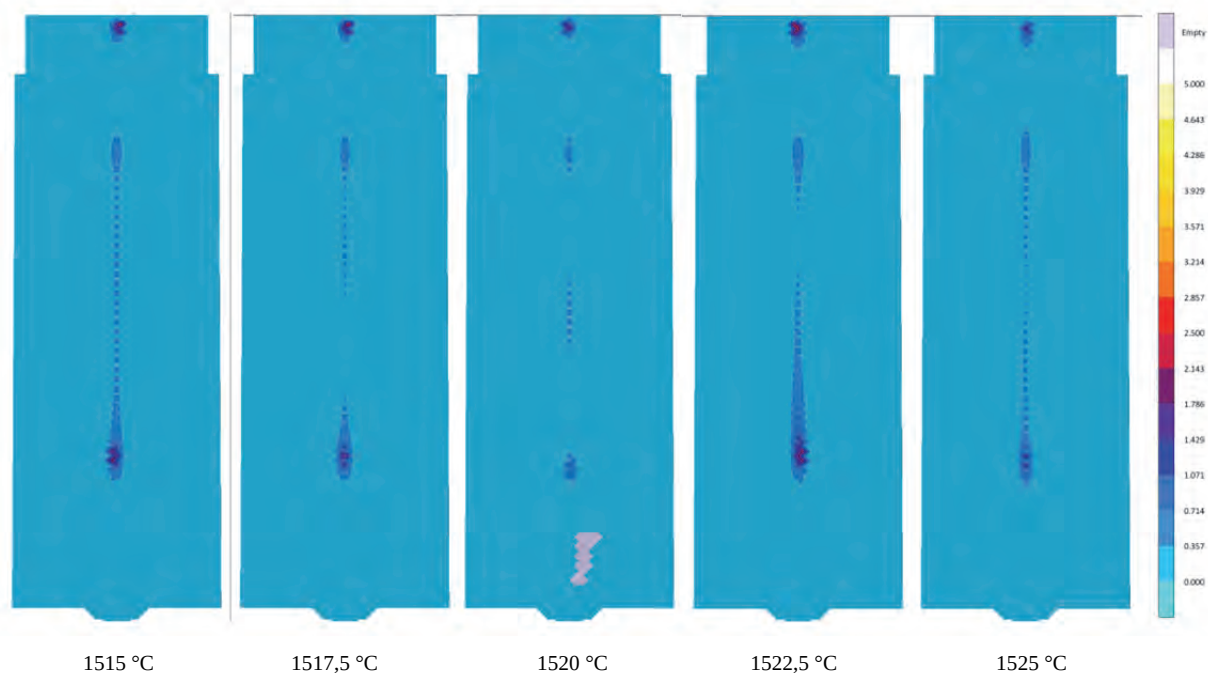
Fig. 7 Melt temperature at the first entry to the given site, temperature range 1450 – 1520°C

Výše uvedené numerické simulácie boli podrobené zkoumání a porovnání s výsledky numerické simulace N.3. Na základě hodnocení mikropórovitosti vychází nejlépe numerická simulace označená T90H100.11. Pro podmínky odlévání uvedené v numerické simulaci T90H100.11 byla hledána nejvhodnější teplota odlévání v rozmezí 1515 – 1525 °C, a to při stejné rychlosti odlévání.

Výsledky provedených numerických simulací byly v této práci vyhodnoceny především s ohledem na

mikropórovitosť pro verzi T90H100.11 u licích teplot 1515 – 1525 °C (obr. 8).

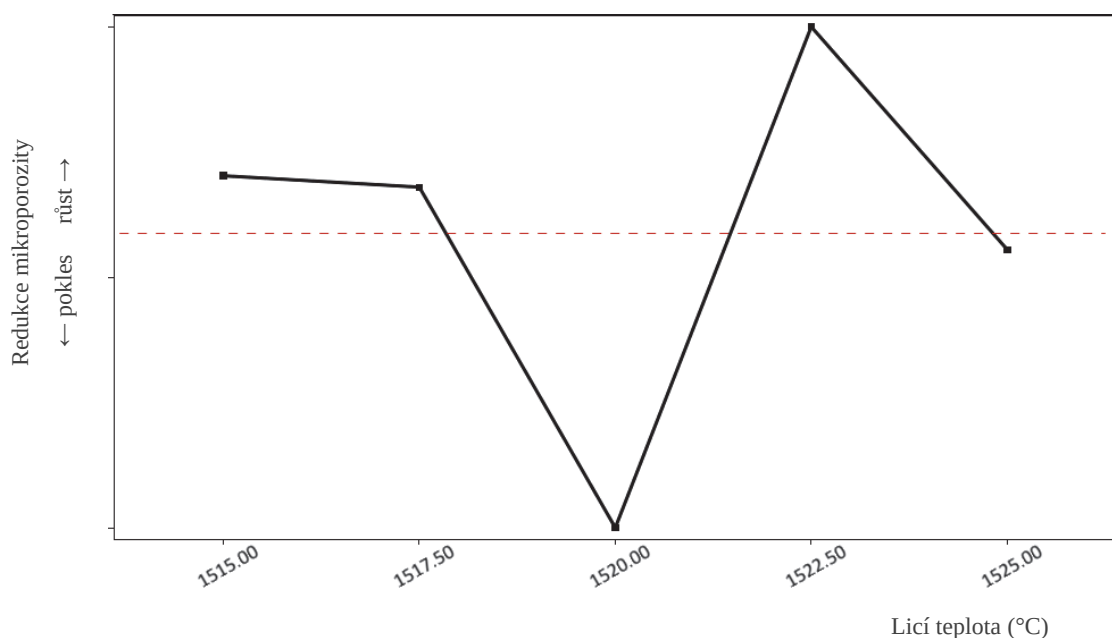
Z mikropórovitosti na obr. 8 vyplývá, že nejvhodnější licí teplota je 1520 °C, neboť vykazuje najnižší podíl mikropórovitosti uvnitř těla ingotu. Toto zjištění potvrzuje také vyhodnocení numerických simulací pomocí softwaru Magma, kde je na obr. 9 patrné, že snížení mikropórovitosti je nejvyšší u teploty 1520 °C. Dále byly numerické simulace hodnoceny podle průběhu doby tuhnutí.



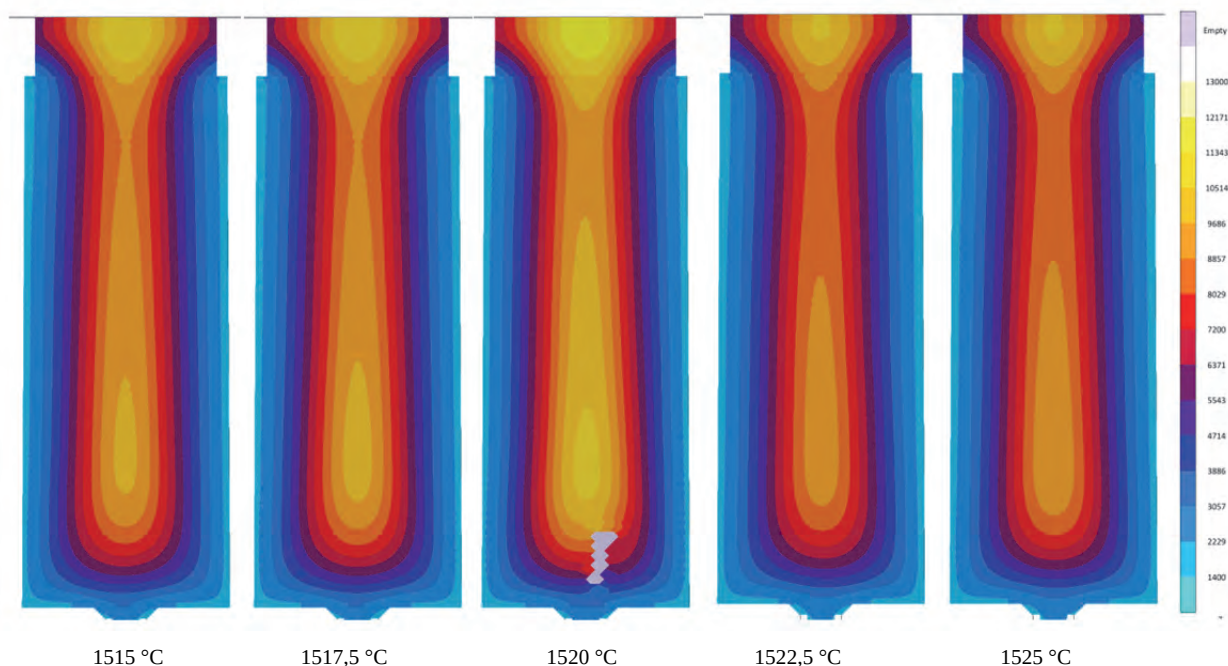
Obr. 8 Mikropórovitost v ingotech podle numerické simulace T90H100.11 s licími teplotami 1515 – 1525 °C, objemové rozmezí 0 – 5 %
Fig. 8 Microporosity in T90H100.11 numerical simulation ingots with casting temperatures 1515 – 1525°C, volume range 0 – 5 %

Z obrázku 10 je patrné, že z hodnocených numerických simulací je, při licí teplotě 1520 °C, nejnižší gradient teplotního pole mezi tělem ingotu a hlavovým nástavcem. Tato skutečnost poukazuje na možnost maximálního

dosazování tekutého kovu z hlavového nástavce a také, že v ingotu se nebude vyskytovat mikropórovitost v tak vysoké míře jako u ostatních ingotů.



Obr. 9 Vliv licí teploty na velikost pórovitosti pro variantu T90H100.11 s licími teplotami 1515 – 1525 °C
Fig. 9 Effect of casting temperature on the range of porosity for the variant T90H100.11 with casting temperatures 1515 – 1525°C



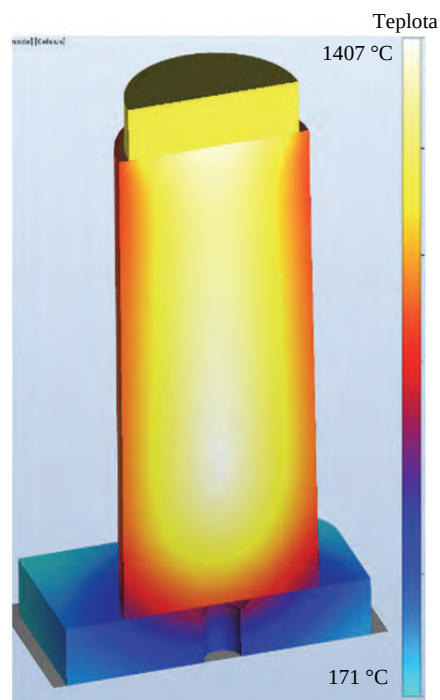
Obr. 10 Průběh doby tuhnutí v jednotlivých částech ingotu pro variantu T90H100.11 s lícími teplotami 1515 – 1525 °C, rozmezí doby lití 1400 – 13 000 s

Fig. 10 Solidification time in individual parts of ingot for the variant T90H100.11 with casting temperatures 1515 – 1525 °C, range of casting time 1400-13000 s

2. Studium tuhnutí

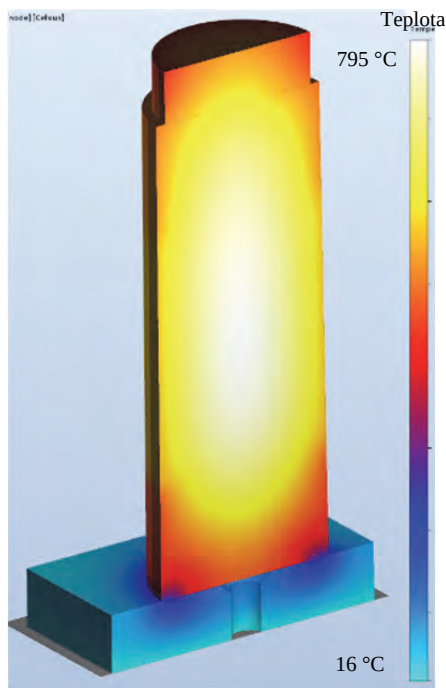
Současně s prováděním numerické simulace odlévání a tuhnutí v software Magma 5.4, bylo prováděno počáteční šetření teplotního pole a napětového stavu v průběhu chladnutí ingotu v numerickém software Forge NxT 2.1. Šetření teplotního pole a napětového stavu bylo prováděno ve verzi N.3. Teplotní pole a sestava skládající se z ingotu, hlavového nástavce a lící podložky, určená pro simulaci, byla importována ze softwaru Magma ihned po utuhnutí celého ingotu, tedy po zchladnutí celého ingotu na teplotu solidu. Nepřenesené součásti a součásti ze softwaru Magma (kokila, lící deska, hlavový nástavec s exotermickou vložkou a lícím práškem) byly definovány pomocí okrajových podmínek popisujících tepelný tok z ingotu do okolních prvků (kokily) a prostředí a dále pomocí okrajových podmínek zahrnujících gravitaci, tření a roztažnost.

Obrázek 11 prezentuje počáteční teplotní pole ingotu a lící podložky pro variantu N.3 v rozsahu teplot odlévání 171 – 1407 °C. Hlavový nástavec měl na počátku chladnutí homogenní teplotní pole a teplota se pohybovala okolo hodnoty 1100 °C z důvodu porušení geometrie a to změnou velikosti hlavového nástavce úbytkem kovu, vlivem tuhnutí v softwaru Magma, které bylo v software Forge vyřešeno. Definování okrajových podmínek nahrazujících součásti kokilové sestavy si vyžádalo delší čas z důvodu naladění software Forge.



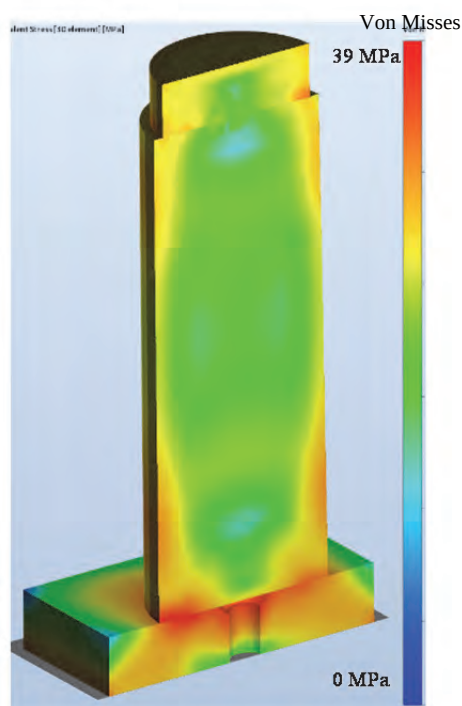
Obr. 11 Počáteční teplotní pole ingotu a lící podložky, varianta N.3, rozsah teplot 171 – 1407 °C

Fig. 11 Initial temperature field of the ingot and casting pad, version N.3, the range of temperature 171 – 1407 °C



Obr. 12 Teplotní pole ingotu a lící podložky po 5 hodinách chlazení, varianta N.3, rozsah teplot 16 – 795 °C

Fig. 12 Temperature field of ingot and casting pad after 5 hours of cooling, version N.3, the range of temperature 16 – 795 °C



Obr. 13 Rozložení efektivního napětí (von Mises) ingotu a lící podložky po 5 hodinách chlazení, varianta N.3, rozsah hydrostatického tlaku v logaritmické stupnici 0 – 39 MPa

Fig. 13 Effective stress distribution (von Mises) in the ingot and casting pad after 5 hours of cooling, version N.3, the range of hydrostatic pressure in logarithmic scale 0 – 39 MPa

Rozložení teplotního pole v ingotu po době 5 h v teplotním rozsahu 16 – 795 °C prezentuje obr. 12, ze kterého je patrné, že nejteplejší část ingotu v průběhu

tuhnutí je v jeho střední části. Pro stejnou dobu 5 h po utuhnutí je na obr. 13 zobrazeno rozložení efektivního napětí (von Mises), které charakterizuje intenzitu napětí. Z obr. 13 je patrné, že největší napětí v ingotu je v jeho povrchové vrstvě v patní části a těsně pod hlavovým nástavcem. Nejmenší napětí v ingotu se nachází v ose ingotu v patní části a těsně pod hlavovým nástavcem.

Závěr

Článek předkládá základní poznatky z oblasti odlévání těžkého kruhového ingotu získané pomocí numerického modelování v softwaru Magma 5.4. Pro plánování experimentálních prací a vyhodnocování výsledků byla využita metoda plánovaného experimentu. Pro základní variantu N.3 modelovanou v softwaru Magma 5.4 bylo provedeno i počáteční šetření teplotního pole a napětového stavu v průběhu chlazení ingotu v numerickém softwaru Forge NxT 2.1.

Celkem bylo provedeno 12 numerických simulací odlévání a tuhnutí kruhového ingotu o hmotnosti 12 t. Pro snížení mikroporovitosti byla z prvních 5 numerických simulací při zvolené teplotě odlévání 1520 °C, vybrána nejvhodnější numerická simulace označená N.3, což je prvotní navržená varianta. Prokázalo se, že větší vliv na mikroporovitost má změna rychlosti odlévání v těle ingotu než v hlavovém nástavci. Na základě tohoto zjištění bylo provedeno druhé šetření se dvěma dalšími numerickými simulacemi se zjištěním vlivu 10 % snížení a 10 % zvýšení lící rychlosti na mikroporovitost v těle ingotu. Z něj vyplynulo, že při stejné rychlosti lití hlavového nástavce je výhodnější odlévat tělo ingotu o 10 % pomaleji (varianta označená T90H100.11), než byl původní návrh N.3. Pro tuto variantu T90H100.11 byla stanovena nejvhodnější lící teplota, která činí 1520 °C.

Z provedeného prvotního šetření numerické simulace teplotního pole a napětového stavu v chladnoucím ingotu vyplývá, že v softwaru Forge jsou tyto simulace realizovatelné. Jsou ovšem náročné na specifikaci zadávacích podmínek, výpočet a vyhodnocení. Z primárních výsledků vyplývá, že během tuhnutí vzniká napětí zejména ve středu těla ingotu. Protože se jednalo o první numerické simulace s cílem prověření možností výpočtu napětových stavů na základě transferu teplotního pole z výpočtu tuhnutí v SW Magma, bude problematice nastavení okrajových a počátečních podmínek výpočtu v SW Forge věnována další pozornost

Poděkování

Tento článek byl vytvořen díky projektu č. CZ.02.1.01/0.0/0.0/17_049/0008399 "Rozvoj mezisektorové spolupráce RMTVC s aplikační sférou v oblasti výzkumu progresivních a inovací klasických kovových materiálů a technologií s využitím metod modelování" z finančních fondů EU a ČR poskytovaných "Operačním programem Výzkum, vývoj a vzdělávání, Výzvy 02_17_049 Dlouhodobá mezisektorová spolupráce pro ITI, řídicí orgán: Česká republika – Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy".

Literatura

- [1] WANG JQ., FU PX., LIU HW., LI DZ., LI YY. Shrinkage porosity criteria and optimized design of a 100-ton 30Cr2Ni4MoV forging ingot. *Materials and Design*, 35 (2012), 446–456.
- [2] HONGHAO, G., FENGLI, R., JUN, L., XIUJUN, H., MINGXU, X., JIANGUO, L. Four-Phase Dendritic Model for the Prediction of Macro-segregation, Shrinkage Cavity and Porosity in a 55-Ton Ingot. *Metallurgical and Materials Transactions*, 48A (2017) March, 1139–1150.
- [3] WU, M., LUDWIG, A., KHARICHA, A. Four Phases Model for the Macro-segregation and Shrinkage Cavity during Solidification of Steel Ingot. *Applied Mathematical Modelling*, 41 (2017), 102–120.
- [4] CHVOJKA, J. *Vady ingotů*, 1. vyd. Praha: SNTL, 1968, 256 s.
- [5] ŠMRHA, L. *Tuhnutí a krystalizace ocelových ingotů*, 1. vyd. Praha: SNTL, 1983, 308 s.
- [6] PINDOR, J., KURKA, V., KOSŇOVSKÁ, J., ŠTEFANIŠINOVÁ, Š., SOCHA, L., PYSZKO, R. Effect of Cooling of the Ingot on its Macro-structural and Chemical Heterogeneity. *Hutnické listy*, 70 (2017) 3, 47–57. ISSN 0018-8069.

..

Výrobce pružin v Prostějově uvedl do provozu novou robotickou linku

www.trz.cz, tisková zpráva 14.5.2019

Společnost HŽP z Prostějova investovala 111 mil. Kč do nové linky pro válcování parabol a stáčení ok na listech pružin. Je to jedna z největších investic v historii společnosti, která je předním výrobcem pružin pro automobilový i železniční průmysl. Nová linka navýší roční výrobu parabolických pružin, které směřují k výrobcům nákladních automobilů a podvozků železničních vozů, na 19 000 tun.

Nová linka je plně automatická, je osazena moderními roboty, sdružuje dosud samostatné operace válcování a stáčení a obsluhuje ji pouze jeden operátor. Vysokotlaký ostřík okují zlepšuje kvalitu povrchu, snížení počtu ohřevů snižuje energetickou náročnost výroby, kalibrace ok zlepšuje geometrické parametry. Návratnost investice je 5,5 roků.

Prostějovská firma loni vyrobila téměř 250 000 kusů parabolických pružin, a kromě parabolických ještě pružiny šroubové a listové. Pružiny směřují do automobilového i železničního průmyslu. Největším odběratelem je švédský výrobce nákladních aut SCANIA, který odebírá pružiny z Prostějova už 13 let.

HŽP a.s. vyrábí podvozkové pružiny pro železniční a automobilový průmysl tvářením za tepla. Více než 90 procent produkce putuje na export, zejména do zemí Evropské unie. Kromě švédského výrobce nákladních aut patří mezi největší odběratele společnosti DAF, Tatravagonka a Tatra Kopřivnice. Firma zaměstnává téměř 300 lidí zejména z Prostějova a jeho okolí.

ArcelorMittal Tubular Products Ostrava může dál prodávat trubky pro naftový průmysl

ArcelorMittal Ostrava, firemní měsíčník – únor 2019, str.11

Americký petrolejářský institut (API) prodloužil rourovně AMTPO licence až do roku 2021. Ty opravňují AMTPO označovat naftovodné, pažnicové a vrtné trubky vyráběné v rourovně monogramem API, což je základní předpoklad pro jejich prodej naftovému průmyslu.

V srpnu 2018 absolvovala rourovna náročný týdenní audit API, kdy auditorský tým prověřil, zda jsou dodržovány všechny kapitoly systémové normy API Q1. Auditována byla všechna oddělení i výrobní provozy rourovny a také laboratoře a metrologie ArcelorMittal Ostrava.

V závěrečné zprávě auditoři potvrdili, že nenalezli žádná závažná zjištění a že systém řízení kvality na rourovně je funkční a ve shodě s požadavky API. Na základě tohoto stanoviska doporučili prodloužení licence API.

Zprávy z Ocelářské unie a.s.

Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2018 a 2019

	Výroba *)			Výroba	Index	Výroba	Index	Výroba	Index
	červen	červenec	leden-červenec	červen		červenec		leden- červenec	
	2019	2019	2019	2018	2019/18	2018	2019/18	2018	2019/18
	(tis. t)			(tis. t)	(%)	(tis. t)	(%)	(tis. t)	(%)
KOKS									
ČR	128,79	133,57	995,72	152,34	84,54	159,04	83,98	1070,40	93,02
AGLOMERÁT									
ČR	434,35	433,16	3 128,15	433,38	100,22	473,15	91,55	3465,41	90,27
SUROVÉ ŽELEZO									
ČR	313,41	306,75	2 258,58	337,84	92,77	351,71	87,22	2421,27	93,28
SUROVÁ OCEL									
ČR	401,09	392,68	2 857,42	432,72	92,69	443,50	88,54	2949,85	96,87
KONTISLITKY									
ČR	376,73	368,39	2 650,50	404,03	93,24	413,02	89,19	2759,36	96,05
BLOKOVNY									
ČR	51,65	53,51	348,26	51,54	100,21	57,38	93,25	359,14	96,97
VÁLCOVANÝ MATERIÁL									
ČR	415,36	386,51	2 875,08	433,31	95,86	405,68	95,27	3051,67	94,21
TRUBKY									
ČR	36,30	28,87	246,15	37,88	95,82	32,79	88,06	272,36	90,38
TAŽENÁ, LOUPANÁ, BROUŠENÁ OCEL									
ČR	14,98	18,05	121,21	20,96	71,45	20,66	87,36	139,45	86,92
STUDENÁ PÁSKA KLASICKÁ									
ČR	1,28	0,98	8,03	1,43	89,85	0,91	107,78	8,59	93,46

POZNÁMKA: *) Za poslední měsíc jsou údaje předběžné.

Zpracoval: Ocelářská unie a.s. Praha - Ondřej Štec

Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2018 a 2019

	Výroba *)			Výroba	Index	Výroba	Index	Výroba	Index
	červenec	srpen	leden- srpen	červenec		srpen		leden-srpen	
	2019	2019	2019	2018	2019/18	2018	2019/18	2018	2019/18
	(tis. t)			(tis. t)	(%)	(tis. t)	(%)	(tis. t)	(%)
KOKS									
ČR	133,57	132,33	1128,05	159,04	83,98	156,78	84,41	1227,17	91,92
AGLOMERÁT									
ČR	433,16	416,33	3544,47	473,15	91,55	476,32	87,40	3941,73	89,92
SUROVÉ ŽELEZO									
ČR	313,41	306,75	291,58	2 550,16	351,71	87,22	349,35	83,46	2770,62
SUROVÁ OCEL									
ČR	392,68	366,37	3223,79	443,50	88,54	443,88	82,54	3393,73	94,99
KONTISLITKY									
ČR	368,39	341,91	2992,41	413,02	89,19	417,30	81,94	3176,66	94,20
BLOKOVNY									
ČR	53,51	51,46	399,72	57,38	93,25	55,83	92,18	414,97	96,33
VÁLCOVANÝ MATERIÁL									
ČR	386,64	299,72	3174,92	405,68	95,30	426,31	70,31	3477,97	91,29
TRUBKY									
ČR	28,87	27,16	273,31	32,79	88,06	33,04	82,21	305,40	89,49
TAŽENÁ, LOUPANÁ, BROUŠENÁ OCEL									
ČR	18,13	11,86	133,16	20,66	87,77	14,95	79,32	154,40	86,24
STUDENÁ PÁSKA KLASICKÁ									
ČR	0,98	0,90	8,92	0,91	107,78	1,13	79,48	9,72	91,84

POZNÁMKA: *) Za poslední měsíc jsou údaje předběžné.

Zpracoval: Ocelářská unie a.s. Praha - Ondřej Štec

Z hospodářské činnosti podniků, institucí a řešitelských pracovišť

Úspora nákladů a vyšší efektivita překladů technické dokumentace v hutním podniku Třinecké železárny a.s.

Savings of Costs and Higher Effectivity of Translations of Technical Documentation in the Metallurgical Enterprise Třinecké železárny a.s.

Ing. Roman Czyž; Ing. Gustav Chwistek

Třinecké železárny a.s., Průmyslová 1038, 739 65 Třinec-Staré Město, Česká republika

Ve společnosti Třinecké železárny a.s. spadají kompetence pro řešení odborných překladů pod oddělení TTs-servis v odboru Technologie a výzkum, které je zakotveno v příslušné legislativě technicko-organizačního předpisu. Mnoho tuzemských i zahraničních výrobců oceli hledá cesty, jak snížit náklady i v takových oblastech, jakými jsou překlady. Převažující praxí bylo zadávání překladů jazykovým agenturám. Ne vždy ale na straně překladatele je znalost oboru podnikání zadavatele překladu. Potýkáme se tak s neodbornými překlady, někdy až těžce srozumitelnými pro zákazníka. Z toho důvodu je výhodou, když překladatel je obeznámen s problematikou oboru podnikání firmy a disponuje dostatečnými znalostmi cizího jazyka. Zkvalitnění a vyšší efektivitu činnosti překladatele pak může přinést CAT software (překlad podporovaný počítačem), který disponuje mnoha pokročilými funkcemi, souborně označovanými za umělou inteligenci.

Klíčová slova: překlad technické dokumentace; OCR (optické rozeznávání znaků); CAT (překlad podporovaný počítačem)

At the company Třinecké železárny a.s. competence for dealing with special translations belongs to section TTs-service, department Technology and research, which is fixed in relevant legislation of the technical and organizational regulation. Many domestic and foreign steel producers are looking for ways to reduce costs also in areas such as translations. The prevailing practice so far has been assigning translations to language agencies. But not always on the side of the translator is knowledge of the business of the client, so we are faced with unprofessional translations, sometimes difficult to understand for the customer. For this reason, it is an advantage if the translator is familiar with the field of business and has sufficient knowledge of a foreign language. Improvement and greater effectiveness of the translator can then bring CAT software (computer assisted translation), which has many advanced functions collectively marked as artificial intelligence.

Key words: translation of technical documentation; OCR (optical character recognition); CAT (computer assisted translation)

1. Transit nxt versus SDL Trados

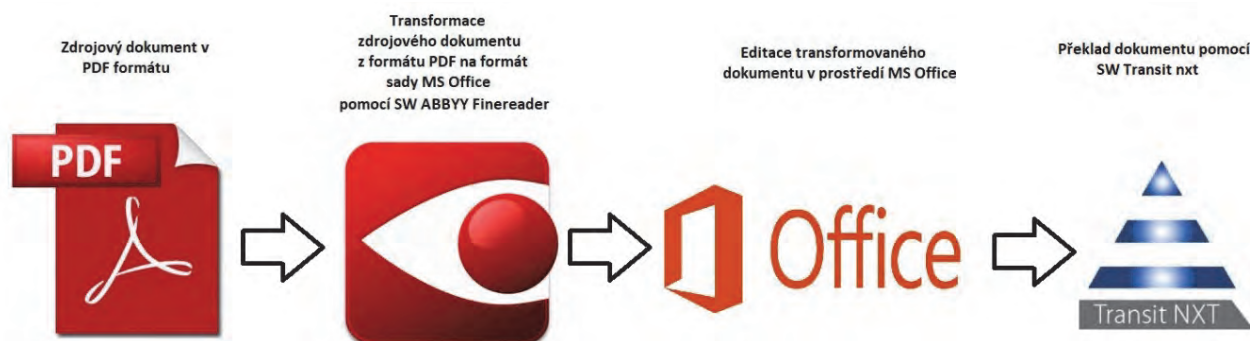
V poslední době byly v Technickém týdeníku publikovány četné články, kde autor Ing. László Jankovics, představitel mezinárodní skupiny STAR Group, prezentoval výhody využití vlastního překladatele v rámci firmy v kombinaci s použitím profesionálního překladového CAT nástroje [1]. V současnosti existují na trhu dva produkty světového měřítka, které nabízejí tento

typ softwaru. Je to Transit nxt od švýcarské společnosti STAR a SDL Trados Studio od fy Trados GmbH. Ačkoliv SDL Trados zaujal nižší cenou v licenci freelance, dodavatel konkurenčního produktu Transit nxt nabízel možnost bezplatného testování SW, zaškolení překladatele v obsluze SW, dlouhodobou podporu v českém jazyce, prezentace na veletrhu MSV Brno aj. Na základě těchto poznatků a dalších referencí byl v roce 2018 zakoupen SW Transit nxt.

2. ABBYY Finereader – nástroj OCR

SW Transit nxt podporuje řadu vstupních formátů, které lze importovat a přeložit v jeho prostředí, nicméně formát PDF mezi ně nepatří. To znamená, že v případě překladu PDF souboru, musí být tento soubor nejdříve transformován do formátu (nejčastěji sady MS Office), který lze použít v SW Transit nxt. Takový proces umožňuje OCR

nástroj (z anglického Optical Character Recognition, neboli optické rozeznávání znaků). Na trhu existuje řada OCR programů a každý z nich má odlišný výstup. V TŽ a.s. byl zakoupen produkt ABBYY Finereader, který se osvědčil během testování na různých typech dokumentů překládaných v oddělení TTs odboru Technologie a výzkum. Schématické zobrazení posloupnosti procesů předcházejících překladu je zobrazeno obr. 1.



Obr. 1 Posloupnost procesů předcházející překladu technické dokumentace z PDF formátu

Fig. 1 Sequence of processes preceding translation of technical documentation from PDF format

3. Tvorba terminologie z oblasti hutnictví železa pro SW Transit nxt

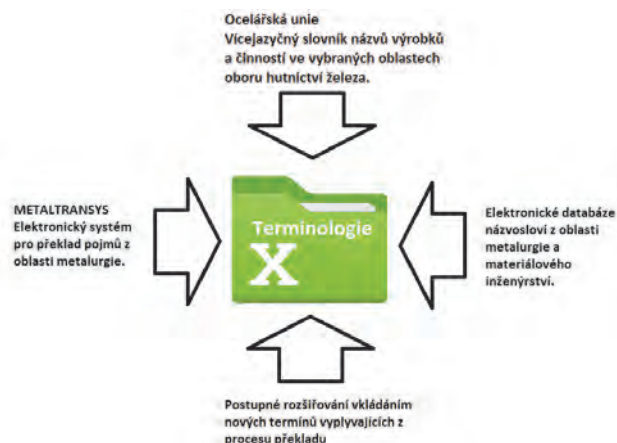
Transit nxt je vybaven mnoha sofistikovanými funkcemi. Disponuje např. překladovou pamětí, fuzzy logikou, strojovým překladem a mnoha dalšími funkcemi [2]. V praxi to znamená, že Transit nxt si zapamatuje každou větu, kterou překladatel přeložil. V případě výskytu identické věty v dalším překladu je překladatel informován o shodě a věta se automaticky přeloží. Pokud je věta pouze zčásti identická, SW Transit nxt nabídne tzv. fuzzy shodu a překladatel dokončí jen rozdílné části. Další funkcí, kterou SW Transit nxt nabízí, je využití terminologie, kterou si tvoří sám překladatel. Z praxe vyplývá, že na trhu existuje mnoho technických slovníků, avšak při zaměření na oblast metalurgie a materiálového inženýrství jen stěží lze nalézt vyhovující elektronické zdroje. TŽ a.s. přistoupily k tvorbě vlastního zdroje, který umožní překladateli rychlé vkládání termínů v průběhu překladu. Terminologie je v TŽ a.s. tvořena v jazykové kombinaci: čeština, angličtina, němčina a polština (obr. 2).

Během tvorby terminologie z oblasti metalurgie a materiálového inženýrství byly použity různé elektronické databáze, které oddělení servisu TTs odboru Technologie a výzkum shromáždilo během posledních let. Vycházelo se zejména z těchto zdrojů:

- vícejazyčný slovník názvů výrobků a činností ve vybraných oblastech hutnictví železa – Hutnictví železa, květen 1997 (1200 pojmů)
- elektronický systém pro překlad pojmů z oblasti metalurgie Metaltransys v angličtině, němčině a polštině (10 000 pojmů) [3].

- slovník anglické terminologie převzatý z Pasportizace TŽ a.s. (1000 pojmů)

Terminologie je postupně rozšiřována během procesu překládání, kdy překladatel může vkládat nové termíny dle překládaného materiálu (obr. 2).



Obr. 2 Zdroje použité pro tvorbu terminologie s využitím v Transit nxt

Fig. 2 Resources used to create terminology using Transit nxt

Závěr

Cílem oddělení servisu TTs v odboru Technologie a výzkum TŽ a.s. je zefektivnění překladatelské činnosti při současném snížení finančních nákladů. Provozováním překladů pomocí SW Transit nxt v podmínkách TŽ a.s. bylo skutečně potvrzeno, jak uvádí dodavatel licence,

že v průměru dochází k 30% úspoře času na pořízení jednotlivých překladů. Použitím SW Transit nxt naplněného odbornými pojmy z různých zdrojů lze skutečně dosáhnout srozumitelných překladů v oboru hutnictví železa a druhovýroby.

Literatura

- [1] JANKOVICS, L. Umělá inteligence šetří náklady technické dokumentace. *Technický týdeník*, (2018) 18.
- [2] *Transit nxt User's Guide*, 2016-04, STAR Group Headquarters.
- [3] BAKO, K., LENGUEL, K., *OVOTRAIN On-line Virtual Training System*. World Foundry Congress, wfc 06



FAKULTA MATERIÁLOVĚ-TECHNOLOGICKÁ

170 let tradice. Jedinečnost v České republice. Perspektivní studijní obory integrující technologie a inženýrství spolu s ekonomickými a ekologickými aspekty. Možnost studia v zahraničí. Špičkové vybavení. Spolupráce s průmyslem.

Fakulta je jedinečným pracovištěm v rámci České republiky, jehož hlavní výzkumná a vývojová činnost je dlouhodobě orientována do těchto nosných oborů: • materiálové inženýrství, • technologie výroby a zpracování kovů (železných a neželezných), • environmentální technologie a recyklace druhotných surovin, • tepelná energetika.

V souladu s koncepcí Průmysl 4.0 se rozvíjí také oblast řízení průmyslových systémů a s ní související automatizace a robotizace průmyslových technologií.

Gaudeamus - veletrh vzdělání

Ve dnech 22. - 25. 10. 2019 se koná na brněnském výstavišti už XXVI. ročník veletrhu pomaturitního a celoživotního vzdělávání v České republice – Gaudeamus Brno 2019. Zúčastní se ho mimo jiné také zástupci Fakulty materiálově-technologické, kteří přítomným studentům zodpoví veškeré dotazy týkající se možností studia na FMT. Návštěvníci mohou na veletrhu mimo jiné nahlédnout do zákulisí vysokých škol a jejich studijních programů. Například v doprovodném programu Věda pro život si zájemci mohou vyzkoušet roboty, umělou inteligenci, chemické pokusy, vojenská vozidla a zbraně, techniky záchrany života, závodní formule, soudní proces a další zajímavosti. VŠB-TUO v rámci programu Věda pro život mimo jiné předvede:

- EKOPOLY, jednoduchá variace na téma hry Monopoly zábavnou formou seznamuje se studijními programy nabízenými Ekonomickou fakultou VŠB-TUO. Hráči si po správném zodpovězení tematických otázek vytočí na kole štěstí svou odměnu, např. v podobě trička, balzámu na rty apod.
- Mobilní laserová střelnice poskytne možnost vyzkoušet si bezpečně střelbu na cíl.
- Velká dřevěná stavebnice modelu da Vinciho mostu podle původního návrhu nabízí vyzkoušet si, jaké je to být konstruktérem bez použití spojovacího materiálu.
- Funkční model řezu spalovacího motoru ukáže, co se děje uvnitř motoru při jízdě.

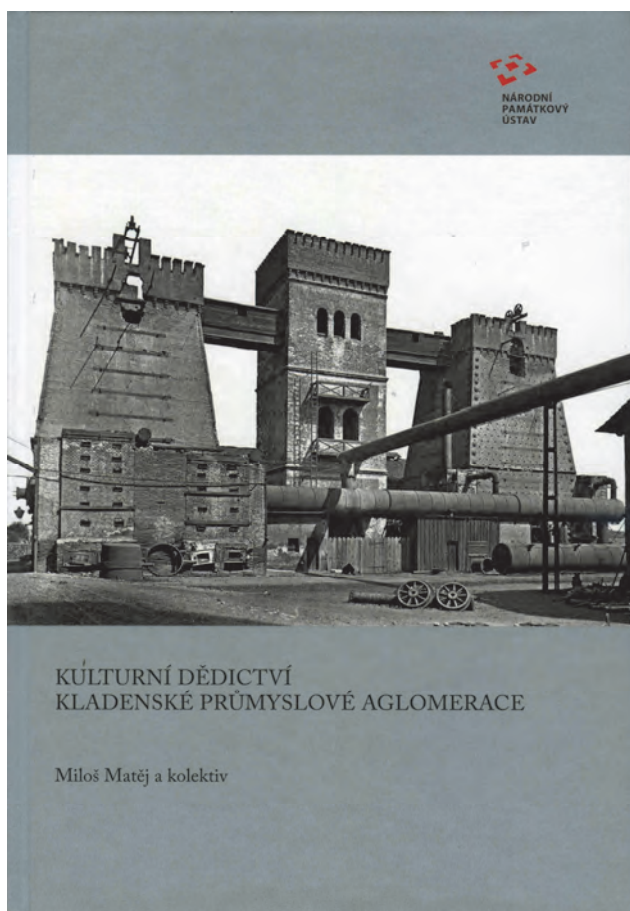


Nová literatura

Miloš Matěj a kolektiv

Kulturní dědictví kladenské průmyslové aglomerace

(Recenzent prof. RNDr. Ivo Kraus, DrSc., FEng.)



Publikace je dalším svazkem edice *Průmyslové dědictví* věnované komplexnímu popisu našich významných průmyslových aglomerací a odvětví – hutnictví, hornictví (Ostrava, Karviná, Vítkovice, Rosice a Oslavany), textilního průmyslu (Krnov, Frýdek-Místek, Brno) a dopravy (Severní dráha císaře Ferdinanda, Severní státní dráha). Autor monografie prof. Ing. arch. PhDr. Miloš Matěj, Ph.D. et Ph.D., profesor na katedře dějin umění a kulturního dědictví Filozofické fakulty Ostravské univerzity a vedoucí Metodického centra průmyslového dědictví Národního památkového ústavu v Ostravě, sestavil spolu s početným kolektivem renomovaných spolupracovníků bohatě ilustrované dílo o vývoji kladenské průmyslové aglomerace od počátku osmnáctého století do současnosti.

Kniha, kterou v roce 2017 vydal Národní památkový úřad, územní odborné pracoviště v Ostravě, má 335 stran s tímto členěním: Obsah (11 str.), Úvod (17 str.), Geologické poměry (3 str.), Historické souvislosti (39 str.), Technologický a typologický vývoj (95 str.), Katalog podnikatelů, společností a významných osobností (19 str.), Katalog kulturního dědictví (91 str.), Registry základních typologických druhů (40 str.), Literatura a prameny (8 str.), Mapové přílohy (12 str.), Summary (1 str.); ISBN 978-80-85034-98-1.

V první kapitole jsou stručně charakterizovány geologické poměry kladenského uhelného revíru a ukázáno, že pro vznik a vývoj kladenské průmyslové aglomerace měla největší význam těžba uhlí, rudy a vápence.

Druhá kapitola má šest částí:

- *Hornictví uhelné.* Vývoj od objevu hlavní kladenské sloje v roce 1772 do ukončení těžby v červnu 2002.
- *Hornictví rudné.* Využívání železné rudy z ložisek v okolí Nučic (1845–1967), import železných rud z Ukrajinské SSR (Krivoj Rog) po roce 1950.
- *Hornictví nerudné, těžba vápence.* Vápenec jako přísada do vysokých pecí byl dovážen z dolů u Dobříše, z Berounska aj.
- *Hutnictví, historický vývoj kladenských železáren.* V roce 1854 byla zahájena stavba dvou vysokých pecí, později ještě slévárny, strojovny a cihelny na výrobu žárovzdorných cihel; vznik Pražské železářské průmyslové společnosti (1857), jedné z největších průmyslových společností monarchie; Karel Wittgenstein založil Poldinu huť a zahájil výrobu ušlechtilých ocelí (1889); orientace na zbrojní výrobu za 1. světové války; rozvoj výroby v meziválečném období; výstavba nových provozů za 2. světové války; znárodnění (1945) a vznik národního podniku SONP Kladno (1946); přestavba vysokopečního závodu, výstavba válcoven a oceláren (1948–1965), výroba korozivzdorných, žáruvzdorných a dalších vysoce jakostních ocelí dosáhla v Poldině huti světové technologické úrovně; důsledky změny politických a hospodářských poměrů v roce 1989, rozpad jednotného výrobního podniku na devatenáct dceřiných společností a jejich postupná privatizace.

- *Doprava kolejová a lanová.* Koněspřežná železnice, Buštěhradská dráha, Kladensko-nučická dráha, vnitropodniková doprava (úzkorozchodná doprava uhelných dolů, zásobování surovinami a doprava produktů mezi jednotlivými provozy nebo k expedici, lanové dráhy využívané k dopravě uhlí mezi jednotlivými doly a ve vnitropodnikové dopravě).
- *Ochrana kulturního průmyslového dědictví.* Prohlášení objektů spojených s počátky kladenské průmyslové aglomerace za kulturní památky (1958), instalace muzejních expozic věnovaných hornictví a hutnictví do interiérů kladenského zámku (od šedesátých let 20. stol.), vybudování Hornického skanzenu Mayrau ve Vinařicích u Kladna (1994).

Zatímco první dvě kapitoly předpokládají u čtenáře kromě zájmu o tradice českého průmyslu jen znalost běžné technické terminologie, čtenář třetí kapitoly – zasvěcený popis technologického a typologického vývoje jednotlivých odvětví (dobývací metody centrálního kladenského uhelného revíru, úprava uhlí, rud a vápence, výroba surového železa, ocelářství, následné zpracování oceli v pevném stavu, vývoj železniční dopravy, specifické druhy staveb železnice koněspřežní a parostrojní) – vyžaduje alespoň středoškolskou technickou kvalifikaci.

Ještě užšímu okruhu čtenářů je určena druhá polovina monografie zahrnující katalog podnikatelů, společností a

významných osobností, katalog kulturního dědictví a přehledné tabulkové, časově členěné registry základních typologických druhů, jako jsou železniční vlečky, lanovky, uhelná a rudná důlní díla, odvaly, koksovny, vysoké pece, ocelářské pece a válcovny. (Řada informací je ovšem zajímavá a srozumitelná i pro neodborníky, např. biografická hesla *Lanna*, *Wittgenstein* aj.) Tato důkladná dokumentace má hodnotu nadčasovou a pro historiky českého průmyslu nedocenitelnou.

Poslední stránky knihy obsahují použité publikované i nepublikované zdroje informací a mapové přílohy, na nichž jsou znázorněny vzájemné vztahy hlavních odvětví kladenské průmyslové aglomerace.

Čtení knihy *Kulturní dědictví kladenské průmyslové aglomerace* vyvolává nostalgickou vzpomínku na dobu, kdy kladenské firmě s více než stoletou tradicí byli užiteční fyzikové z ČVUT v Praze. V roce 1987 Poldovku zajímala zbytková napjatost v trubkách z vysokolegované oceli AKRI 7 pro náročné aplikace v jaderné energetice a ještě před začátkem jejího úpadku (1990) se v rentgenografické laboratoři Fakulty jaderné a fyzikálně inženýrské měřila pro Poldi SONP Kladno zbytková napětí na povrchu klikových hřídelí vysoce výkonných lodních motorů.

U.S. Steel Košice propouští

Právo, 30.7.2019, s. 17

Propouštění v košické firmě souvisí s celkovou krizí ocelářství ve světě. Společnost USSK snížila od poloviny června výrobu železa a oceli odstavením jedné ze tří vysokých pecí a po dohodě s odbory se pracuje už druhý měsíc ve čtyřdenním pracovním týdnu.

Podnik má v současnosti téměř 12 000 zaměstnanců, do dvou let propustí až 2 500 zaměstnanců. Odboráři zahájili jednání s vedením a zaměstnanci žádají o pomoc slovenského premiéra Pellegriniho. Propouštění se bude týkat jak železáren, tak i dceřiných společností. Prezident firmy James E. Bruno prohlásil, že rozhodnutí bylo přijato po starostlivém zvážení, že musí konat, aby se ochránilo podnikání a zůstali konkurenceschopní.

ŽĎAS získal zakázku v Rusku za 4,3 mld. Kč

MF DNES, 16.8.2019, str. 9 (bar)

Žďárské strojírní postaví během pěti let v ruském Magnitogorsku energetické centrum za 4,3 mld. Kč. Zařízení má zpracovávat plyn z nově budované vysoké pece v tamním metalurgickém závodě. Tendr byl ukončen letos v březnu, zástupci firem podepíší smlouvu na přelomu září a října. Strojírny ŽĎAS jsou součástí čínské skupiny CITIC.

Společenská kronika

Vzpomínka na Ing. Radovana Grmela

Letos 20. června 2019 zemřel v Berouně zakládající člen naší Společnosti Ocelové pásy Ing. Radovan Grmela.

Ing. Radovan Grmela se narodil 6. 1. 1933. Po ukončení střední školy nastoupil ke studiu na Hutnické fakultě Vysoké školy báňské v Ostravě. Studium úspěšně zakončil v roce 1955. Od mládí měl rád hudbu, věnoval se klavírní hře; během studia na VŠB působil například také ve studentském tanečním souboru, kde se seznámil i se svojí pozdější manželkou.

Po ukončení vysokoškolského studia nastoupil do zaměstnání v Královodvorských železárnách v Králově Dvoře u Berouna. Tam strávil celý svůj pracovní život. V železárnách zastával různé vedoucí funkce až do svého odchodu do důchodu v roce 1993, a zapsal se tak významně i do novodobé historie tohoto podniku. Významnou měrou se zapsal i do rozvoje oboru ocelových pásů v celostátním měřítku.

Ing. Grmela v Královodvorských železárnách nastoupil do provozu Páskovna, který vyráběl za studena válcované úzké pásy. Tento provoz se postupně v dalších letech modernizoval, a vznikl tak provoz Válcovna za studena. Ve válcovně začal Ing. Grmela pracovat v roce 1955 jako technolog. Prošel několika řídicími funkcemi a v roce 1966 se stal vedoucím tohoto provozu. V této setrval až do roku 1986. Vždy si práce přímo ve výrobním provozu velice cenil. Jeho známým výrokem bylo, že roky odsloužené v provozu by se měly do důchodu započítávat jako roky „legionářské“, to znamená započítat jeden rok v provozu jako odpracované dva roky na jiných pracovištích. Od roku 1987 působil v Královodvorských železárnách jako vedoucí výroby celého podniku a několik roků jako výrobně-technický náměstek podnikového ředitele. Krátce před odchodem do důchodu v prosinci 1993 pracoval jako vedoucí odboru Technika. V letech 1991 a 1992 byl též členem představenstva nově utvořené akciové společnosti Královodvorské železářny a.s.

Ing. Grmela byl zakládajícím členem Celostátní odborné skupiny ČSVTS – Výroba ocelových pásů, která vznikla v prosinci 1973. V transformované podobě působí tato skupina od roku 1994 až dodnes jako Společnost Ocelové pásy. Členem společnosti zůstal po celou dobu její čtyřiceti šestileté existence. Společnost Ocelové pásy sdružuje



i dnes odborníky z českých a slovenských válcoven ocelových pásů, výzkumné pracovníky, výrobce nebo projektanty a konstruktéry technologických zařízení i odborníky z vysokých škol. Po nějakou dobu působil Ing. Grmela i ve vedení původní celostátní odborné skupiny ČSVTS, byl garantem řady odborných seminářů a autorem mnoha přednášek i odborných článků.

Především jeho zásluhou je, že se mu se spolupracovníky z provozu Válcovny za studena a z pracovišť

v podnikovém vedení podařilo významně modernizovat celou tuto válcovnu, výrazně zvýšit výrobu a rozšířit sortiment ocelových pásů vyráběných v Královodvorských železárnách. Za jeho působení se sortiment válcovny rozšířil například o mnoho dalších druhů speciálních pásů z výšeuhlíkových ocelí a pásů z nerezavějících ocelí. Významnou měrou se zasloužil o výstavbu moderního provozu Válcovna za studena 2 v roce 1985. K tomu všemu využíval mimo jiné i spolupráci Celostátní odbornou skupinou ČSVTS – Výroba ocelových pásů. Ing. Grmela byl nejen významným odborníkem, ale i výborným manažerem. Dbal například důsledně na řádnou organizaci práce, technologickou kázeň a pořádek v provozu a uměl se také obklopit odborně zdatnými a spolehlivými spolupracovníky. Nebál se delegovat na podřízené i značné pravomoci a uměl využívat jejich schopnosti a znalosti. Byl pro svoje podřízené dobrým a spolehlivým vedoucím, cílevědomým a příkladným člověkem a nebál se jim předávat svoje cenné znalosti a zkušenosti. Ing. Radovan Grmela byl po celý svůj život aktivním a společenským člověkem. Rád se setkával se spolupracovníky i s přáteli. Různá profesní setkání rád doprovázel svou hrou na klavír, čímž přispíval i k neformální stránce spolupráce odborníků pracujících ve stejném oboru. Se skupinou přátel se rád věnoval turistice po blízkém i vzdálenějším okolí.

Jeho bývalí spolužáci, spolupracovníci, přátelé i kolegové ze Společnosti Ocelové pásy a z našich válcoven a hutnických institucí a vůbec všichni, kteří jej znali, na něho budou rádi a s úctou vzpomínat.

Společnost Ocelové pásy

s přispěním bývalých pracovníků Královodvorských železáren a.s.

Hutnictví ve světě

Nejvyšší evropská budova postavená s použitím nové ruské oceli ArcelorMittal HISTAR® 460

ArcelorMittal Ostrava, firemní měsíčník – únor 2019, str.12

Poté, co byly dodány ocelové profily pro nejvyšší budovu světa, Burj Khalifa, ArcelorMittal Europe – Long Products dodala ocel pro nejvyšší evropskou budovu, Lakhta Tower, nacházející se v ruském Petrohradu. Lakhta Tower vysoká 462 metrů a její přidružená budova se staví z ruské oceli HISTAR® 460, jakosti vyvinuté specificky pro tento projekt. Budova bude dokončena v první polovině 2019.

Přeměna exhalací z oceláren na chemikálie

Steel Times International, January/February 2019 – Vol. 43 No. 1, str. 4

Německá ocelárna Thyssenkrupp v rámci projektu Carbon2Chem financovaného Ministerstvem vzdělání a výzkumu vyrobila z ocelářských exhalací amoniak. Podle firmy je to poprvé na světě, kdy byly exhalace z ocelárny obsahující CO₂ přeměněny na amoniak, což je chemikálie používaná k výrobě hnojiv pro zvýšení potravinářské výroby.

Vloni vyrobil Thyssenkrupp v rámci stejného projektu z ocelářských exhalací také metanol. Projekt byl koordinován Fraunhoferovou společností, společností Maxe Plancka a dalšími 15 partnery z průmyslu a výzkumu.

Thyssenkrupp tvrdí, že implementace procesu v průmyslovém měřítku by mohla učinit komerčně životaschopnými asi 20 Mt ročních emisí CO₂ z německého ocelářství. Proces může být také využit v jiných průmyslových odvětvích s intenzivním vývinem CO₂.

Koncept Carbon2Chem ukazuje, že exhalace z oceláren je možné využít pro výrobu různých chemikálií a dosáhnout tak cyklického hospodaření s uhlíkem. Cílem je dosáhnout rozsáhlého průmyslového využívání této technologie.

První výroba amoniaku probíhala v technickém centru projektu Carbon2Chem v Duisburgu. Poloprovozní zařízení, na kterém jsou validovány laboratorní výsledky v průmyslových podmínkách, používá ocelářské exhalace z běžného provozu ocelárny.

Podle Thyssenkrupp tato práce vytváří základní podklady pro transfer technologie do průmyslového měřítka. Společnost investovala do výstavby a provozu poloprovozního zařízení 33,8 mil. EUR navíc k 8,5 mil. EUR od Ministerstva vzdělání a výzkumu.

Thyssenkrupp věří, že řešení vyvinuté v Duisburgu může být využíváno ve více než 50 ocelárnách na celém světě. Probíhají také rozhovory se zainteresovanými stranami z různých regionů o tom, jak může být technologie využita v jiných průmyslových odvětvích s intenzivním vývinem CO₂.

Minihut' slaví kulatiny. Zlepšila konkurenceschopnost a snížila energetickou náročnost výroby

ArcelorMittal Ostrava, firemní měsíčník – červen 2019, ročník X, číslo 6, str. 18

22. 6. 2019 tomu bylo přesně 20 let, kdy naše ostravská hut' spustila výrobu v minihuti, jejíž součástí jsou bramové kontilít a pásová válcovací trať neboli Steckelova válcovna.

Hlavním důvodem investice do minihuti byla klesající produkce dvou již zastaralých pásových válcovacích tratí, které byly výhledově jen těžce konkurenceschopné jak na zahraničním, tak i na domácím trhu.

V té době se jednalo o zásadní strategickou investici, díky níž se hut' opět stala celosvětově konkurenceschopnou. Strategickým cílem tehdejšího vedení bylo posílit pozici plochých výrobků v ostravském portfoliu.

Výstavba probíhala pod taktovkou těch největších kapacit v oboru a i vzhledem k velkému tuzemskému know-how ve strojírenství a hutnictví se na ní velkou měrou podílely také české firmy.

Hut' úzce spolupracovala na technickém řešení i na vlastní výstavbě a rovněž dbala o odpovídající zastoupení českých firem. Přibližně 50 % z objemu dodávek technologických zařízení bylo vyrobeno v českých strojírenských podnicích.

Hlavním přínosem výstavby bylo rozšíření portfolia výrobků, zlepšení efektivity výroby a v neposlední řadě také snížení dopadu na životní prostředí, protože tento relativně malý hutní provoz má nižší energetickou náročnost.

Prodej dokončen. Řízení ostravské huti ArcelorMittal přebírá globální skupina Liberty

1. července 2019, www.lidovky.cz, ČTK

Skupina ArcelorMittal indického miliardáře Lakšmiho Mittala dokončila prodej ostravské huti. V pondělí

1. 7. 2019 přebrala řízení ostravského podniku skupina Liberty Steel z globálního koncernu GFG Alliance britského podnikatele s indickými kořeny Sanjeeva Gupty.

Liberty dokončila nákup celkem sedmi ocelářských podniků a pěti servisních center v sedmi evropských zemích od skupiny ArcelorMittal. Podle tiskové zprávy Liberty Steel učinila tato transakce v hodnotě 740 milionů eur (více než 18,8 miliardy korun) z Liberty jednoho z deseti největších světových producentů oceli mimo Čínu s celkovou výrobní kapacitou přes 18 milionů tun širokého spektra hotových produktů.

Po zápisu do obchodního rejstříku se obchodní značka huti ArcelorMittal Ostrava změnila na Liberty Ostrava. Změna se týká i všech dceřiných společností v areálu firmy.

Generální ředitel ostravské huti Ašók Patil uvedl, že název společnosti se sice mění, ale výroba oceli v huti, která zde působí už bezmála 70 let, bude pokračovat.

Skupina ArcelorMittal ostravskou hut' a několik dalších podniků v Evropě musela prodat. Evropská komise (EK) jí to dala jako podmínku, protože ArcelorMittal koupil největší evropskou ocelárnu Ilva v Itálii, a měl by tak na trhu příliš velký podíl. Prodej začal loni, kdy skupina ArcelorMittal záměr akvizice Ilvy oznámila, letos v dubnu EK potvrdila skupinu Liberty jako vhodného kupce.

Prvním krokem nového vlastníka bylo seznámit se se zaměstnanci a zahájit stodenní analýzu, jejímž cílem je podrobně zmapovat veškeré procesy a určit rozvojový plán huti do budoucna.

Liberty Ostrava (dříve ArcelorMittal) vyrábí ocel pro stavebnictví a strojírenství a je mimo jiné tuzemským lídrem ve výrobě silničních svodidel a trubek. Kromě českého trhu dodává své výrobky do více než 40 zemí. Kapacita výroby podniku je 3,6 milionu tun oceli, v současnosti vyrábí ročně 2,2 milionu tun. V roce 2017 dosáhla firma čistého zisku 3,2 miliardy korun. I s dceřinými společnostmi má 6300 zaměstnanců.

Liberty Steel je globální ocelářská a těžební skupina přibližně s 28 000 zaměstnanci ve více než 200 místech na šesti kontinentech. Roční tržby koncernu GFG Alliance se sídlem v Londýně přesahují 20 miliard dolarů (zhruba 450 miliard korun). Pod GFG Alliance spadá společnost Liberty, která se zabývá průmyslem a ocelářstvím, Simec, jež se věnuje energetice, těžbě a dopravě, společnost Wyelands zaměřená na bankovnínictví a finance a také divize nemovitostí Jahama Estates.

Ochrana obráběcích strojů před kyberútoky

EMO Hannover 2019 představí řešení komplexních digitálně propojených zařízení

Frankfurt nad Mohanem, srpen 2019

Bezpečnost dat má vzhledem k současné čtvrté průmyslové revoluci, koncepci Průmyslu 4.0, stále větší význam.

Významnou úlohu při zabezpečení dat před externími zásahy zvenčí hrají automatizace, cloudové aplikace a globálně propojené stroje a komponenty.

Spolu s digitalizací, která se prosazuje ve všech odvětvích, roste paralelně nutnost ochrany před kybernetickými riziky. Německý průmysl je stále častěji terčem kyberkriminality. Podle výsledků studie svazu BITKOM z roku 2018 založené na reprezentativní anketě, které se zúčastnilo 503 ředitelů společností a bezpečnostních techniků všech průmyslových odvětví, u osmi z deseti průmyslových podniků (84 %) počet kyberútoků v minulých dvou letech stoupl, u více než třetiny (37 %) dokonce výrazně. „Německý průmysl je trvale ohrožován digitálními útoky malých kyberzločků, organizovanou kriminalitou včetně hackerů na státní objednávku,“ říká prezident německého svazu informatiky, telekomunikační techniky a nových médií Bitkom Achim Berg. „Kvalita a rozsah kyberútoků se bude stále zvětšovat.“

Je zřejmé, že kyberkriminalita je dalším celosvětovým fenoménem a nezastaví se ani před hranicemi států, ani před zavřenými bránami průmyslových podniků. Může pronikat všude tam, kde lidé používají počítače, smartfony a jiné elektronické přístroje.

Petr Partsch se stal novým generálním ředitelem Linde Gas

tisková zpráva

Generálním ředitelem společnosti Linde Gas Česká republika, která je součástí Linde plc., světové jedničky na trhu technických plynů, se 1. září 2019 stal Petr Partsch. Svou profesní dráhu zahájil ve společnosti už v roce 1995. Dosud působil na pozici obchodního ředitele Linde Gas Česká republika a od roku 2015 navíc i ve funkci generálního ředitele Linde Gas Slovensko. Petr Partsch je zároveň členem představenstva Svazu chemického průmyslu v ČR. Jako generální ředitel Linde Gas a.s. a současně vedoucí clusteru CZ&SK povede Petr Partsch společnost, která v České republice zaměstnává 570 zaměstnanců a v roce 2018 dosáhla obrátu ve výši 5,5 miliard Kč. Společnost Linde Gas Česká republika vyrábí a distribuuje technické, medicínské a speciální plyny • investovala od roku 1991 v České republice více než 17 miliard Kč • disponuje největší prodejnou sítí technických plynů a příslušenství - 200 prodejních míst • zaujímá ve svém oboru vedoucí postavení na českém trhu.

Zbyněk Brada, vedoucí marketingové komunikace

IRON AND STEELMAKING 2019

MODERN METALLURGY
XXVIII. INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE

23. - 25. OKTÓBER 2019

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH, FAKULTA MATERIÁLOV, METALURGIE A RECYKLÁCIE, ÚSTAV METALURGIE
VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, FAKULTA MATERIÁLOVĚ-TECHNOLOGICKÁ, KATEDRA METALURGIE
A SLÉVÁRENSTVÍ

POLITECHNIKA SLASKA, KATEDRA METALURGII EKSTRAKCYJNEJ I OCHRONY ŚRODOWISKA

Cieľ konferencie

Cieľom konferencie je vytvoriť priestor pre prezentáciu najnovších poznatkov a trendov vo vede a technickom rozvoji v oblasti hutníctva. Už tradične sa jedná o stretnutie odborníkov vedecko-výskumných inštitúcií, ako aj zástupcov priemyselnej praxe. V rámci konferencie je možné oboznámiť sa s najnovšími trendmi v oblasti výroby železa a ocele. Tento ročník je rozšírený o nové, rovnako atraktívne oblasti, týkajúce sa energetických premien v priemysle, ako aj oblasti neželezných a nekovových materiálov.

Konferencia Iron and Steelmaking 2019 ponúka okrem svojej vysokej odbornej úrovne aj priestor pre vzájomné prepojenie vedeckej komunity s odbornou praxou.

Rokovacími jazykmi sú slovenský, český, poľský a anglický jazyk (bez tlmočníka).

Miesto konania

Wellness Hotel Chopok **** v stredisku Jasná, Nízke Tatry je postavený na zážitkoch. Hotel ponúka 2 bazény, 2 saunové svety, dvojnásobný relax.

(<https://www.hotelchopok.sk>)

GPS súradnice: N: 49.019817 E: 19.576896

Konferenčné poplatky

Platba bankovým prevodom do **28. 7. 2019**

Dvojposteľová izba: **380 EUR**

V prípade záujmu o **jednopošteľovú izbu: 480 EUR**

Konferenčný poplatok zahŕňa all inclusive služby: publikačné náklady, úhradu ďalších konferenčných materiálov a služieb, stravovanie počas celej doby konferencie, ubytovanie, občerstvenie v priebehu odborného programu, wellness - vstup do saunového sveta.

Sekcie konferencie

1. Iron and Steelmaking / Výroba surového železa a ocele
2. Energy Transformation in Industry / Energetické premeny v priemysle
3. Non Ferrous and Non - Metallic Materials / Neželezné a nekovové materiály

Dôležité termíny

od 25. 3. 2019 - spustenie webu na registráciu účastníkov

do 28. 7. 2019 - zaslanie záväznej prihlášky na konferenciu, spolu s názvom príspevku, cez webovú stránku konferencie

do 28. 7. 2019 - uhradenie konferenčného poplatku

do 15. 9. 2019 - zaslanie referátov v podobe „camera ready“ (formát *.doc alebo *.docx a súčasne *.pdf) na

e-mail: peter.demeter@tuke.sk

do 1. 10. 2019 - zverejnenie definitívneho programu konferencie a zoznamu prednášok

Kontakt

doc. Ing. Branislav Bulko, PhD.

garant konferencie

branislav.bulko@tuke.sk

+421 55 602 3169; +421 948 122 166

doc. Ing. Dana Baricová, PhD.

organizačný garant konferencie

dana.baricova@tuke.sk

+421 55 602 2755; +421 918 844 754

KVALITA
PROVĚŘENÁ
ČASEM QUALITY
THROUGH THE AGES



KONTISLITKY	BLOKY	BRAMY	SOCHORY	KOLEJNICE	DROBNÉ KOLEJIVO
ÚHELNÍKY ROVNORAMENNÉ	KRUHOVÁ, ČTVERCOVÁ A ŠESTIHRANNÁ OCEL				
TYČE TAŽENÉ A LOUPANÉ	PLOCHÁ A ŠIROKÁ OCEL	VÁLCOVANÝ DRÁT			
TAŽENÝ DRÁT	OCELOVÉ BEZEŠVÉ TRUBKY				

CAST BLOOMS AND BILLETS	BLOOMS	SLABS	BILLETS	RAILS
RAILWAY ACCESSORIES	EQUAL ANGLES	ROUND, SQUARE, AND HEXAGONAL STEEL		
DRAWN AND PEELED BARS	FLAT BARS AND UNIVERSAL PLATES			
WIRE ROD	DRAWN WIRE	SEAMLESS STEEL TUBES		



TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY

TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a. s., Průmyslová 1000, Staré Město, 739 61 Třinec
tel.: +420-558-531 111, fax: +420-558-331 831

WWW.TRZ.CZ