

ROČNÍK/VOL. LXXI
ROK/YEAR 2018

1

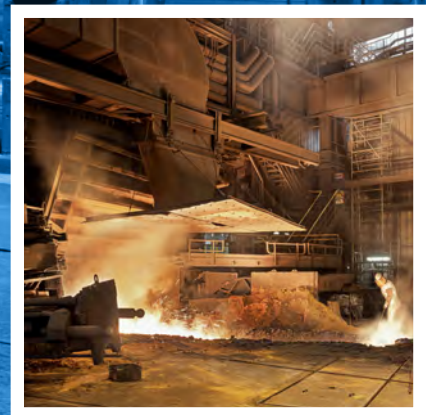
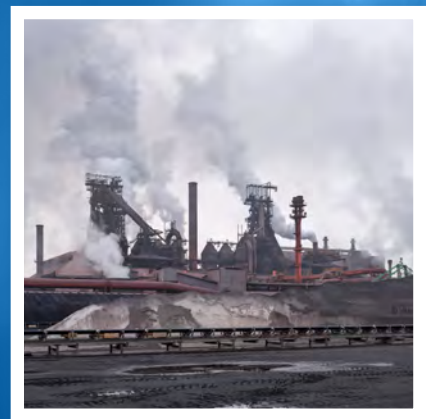


Hutnické listy

METALLURGICAL
JOURNAL

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

WWW.HUTNICKELISTY.CZ
ISSN 0018-8069



Zařízení pro provádění zkoušek v plynném nebo kapalném prostředí za zvýšeného tlaku

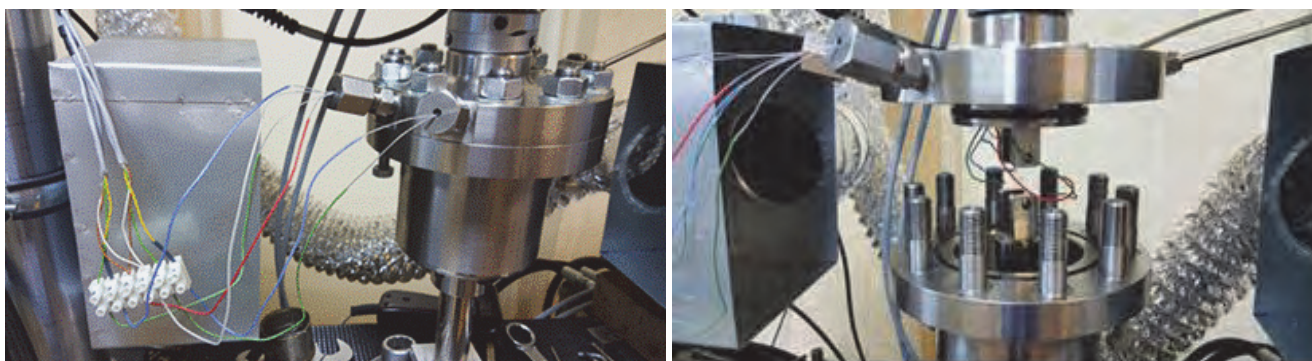
Zařízení slouží k provádění zkoušek v plynném nebo kapalném prostředí za zvýšeného tlaku, zejména vodíku, pro získání informací o mechanických vlastnostech materiálu. Zařízení, obsahující zkušební stroj, v jehož pracovním prostoru je umístěna zkušební komora, je možné využívat ve zkušebních laboratořích a vědeckých pracovištích provádějících destruktivní zkoušení, pro získání informací o mechanických, metalografických a chemických vlastnostech zkoušeného materiálu vystaveného degračnímu působení plynného nebo kapalného média.

- Autokláv je možné zabudovat do servohydraulického zkušebního zařízení MTS a provádět statické i dynamické zkoušky v plynném prostředí, tzn. tahové zkoušky, únavové zkoušky, měření lomové houževnatosti nebo rychlosti šíření únavové trhliny,
- typické využití – měření rychlosti šíření trhliny u materiálu na výrobu tlakových lahví na vodík potenciometrickou metodou,
- tlak plynu v autoklávu do 200 bar,
- soustava ventilů v přívodní a odvodové větvi umožňuje regulaci tlaku v autoklávu, popř. jeho vakuování,
- při vyjmutí z rámu zkušebního stroje je použitelný jako tlaková nádoba pro expozici zkušebního materiálu v plynném prostředí při pokojové teplotě i zvýšených teplotách.



Zařízení pro provádění zkoušek v plynném nebo kapalném prostředí za zvýšeného tlaku je chráněno užitným vzorem č. 30730 ze dne 6.6.2017.

Majitel užitného vzoru: MATERIÁLOVÝ A METALURGICKÝ VÝZKUM s.r.o.
Pohraniční 693/31, 703 00 Ostrava-Vítkovice



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.: +420 596 995 156
e-mail: j.poceta@seznam.cz

Grafický redaktor / Graphic Editor

Ing. Dana Horáková
tel.: +420 777 047 666
e-mail: hutnickelisty@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.

Politechnika Śląska, Katowice, Polsko
Politechnika Częstochowska, Częstochowa, Polsko
USA

Ing. Henryk Huczala

prof. Ing. Vojtěch Hrubý, CSc.

prof. Ing. František Kavička, CSc.

prof. Terry C. Lowe, PhD.

Ing. Ludvík Martínek, Ph.D.

prof. Ing. Karel Matocha, CSc.

prof. dr. hab. Maria Nowicka-Skowron

prof. Ing. Ludovít Parířák, CSc.

Ing. Vladimír Toman

Ing. Zdeněk Vašek, Ph.D.

prof. Wei Sun

School of Mechanical and Power Engineering, East China University of Science and Technology, Shanghai, China

TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s., Trinec, Česká republika

Univerzita obrany, Brno, Česká republika

Vysoké učení technické v Brně, Brno, Česká republika

USA

ŽĎAS, a.s., Žďár nad Sázavou, Česká republika

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ostrava, Česká republika

Politechnika Częstochowska, Częstochowa, Polsko

ŽP VVC s.r.o., Podbrezová, Slovenská republika

Hutnictví železa, a.s., Praha, Česká republika

ArcelorMittal Ostrava, a.s., Ostrava, Česká republika

Faculty of Engineering, University of Nottingham, UK

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

Časopis vychází 6× ročně. Cena jednotlivého čísla 200 Kč. K ceně se připočítává DPH. Roční předplatné základní 1190 Kč, studentské 20 % sleva proti potvrzení o studiu. K předplatnému se připočítává poštovné vycházející z dodávek každému odběrateli. Po dohodě se zahraničními odběrateli je možno stanovit cenu v Euro (€) jako souhrnnou včetně poštovného. Předplatné se automaticky prodlužuje na další období, pokud je odběratel jeden měsíc před uplynutím abonentního období písemně nezruší prostřednictvím listinné nebo elektronické pošty. Objednávky na předplatné přijímá redakce nebo SEND Předplatné, spol. s r.o., Ve Žlíbku 1800/77, hala A3, 193 00 Praha 9-Horní Počernice, 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., 2018

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

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

The journal is published 6 times a year. Price of a single issue is CZK 200 without VAT. Net price of basic annual subscription is CZK 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., 2018

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

Obsah / Content

Recenzované vědecké články / Peer-reviewed Scientific Papers

- doc. Ing. Petr Jonšta, Ph.D.; Ing. Zdeněk Carbol; prof. Ing. Jiří Bažan, CSc.* 3
doc. Ing. Ladislav Socha, Ph.D.; prof. Ing. Zdeněk Adolf, CSc.; Ing. František Chowaniec, Ph.D.
Ing. Michal Sušovský; Ing. Vladislav Kurka, Ph.D.; Ing. Oldřich Salva, Ph.D.
Possibilities of Controlled Reduction of Chromium from the High-chromium Slag in Production of Steels
Možnosti řízené redukce chromu z vysoce chromové strusky při výrobě ocelí

Recenzované výzkumné články / Peer-reviewed Research Papers

- doc. Ing. Petr Besta, Ph.D.; Ing. Andrea Sikorová, Ph.D.; doc. Ing. Kamila Janovská, Ph.D.* 12
Analýza stability výrobního procesu prostřednictvím ukazatelů štlhlé výroby
Analysis of Stability of the Production Process by means Lean Production Indicators

Informační články / Informative Articles

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

- Ondřej Štec* 16
Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2017 a 2018 vůči prosinci 2016

Historie hutnictví / History of Metallurgy

- Ing. Ladislav Jílek, CSc.; Ing. Jan Počta, CSc.* 17
Historie výroby kovů a její obraz v bibli. 9. část: Útočné zbraně, zbroj, bezpečnostní a obranné komponenty
- Ing. Ludvík Tejzr; Mgr. Radomír Sed'a* 22
Historie a proměny vítkovické měďárny. 1. část: Výroba cementační mědi
- Poznámka redakce k článku Historie a proměny vítkovické měďárny 28

Nová literatura / New Literature

- Rob Boom, Chris Twigge-Molecey, Frank Wheeler, Jack Young* Metallurgical Plant Design 29
(Recenze *Ing. Josef Kuběna, CSc.*)
- Poznámka redakce k recenzi knihy Metallurgical Plant Design 31
- prof. Ing. Karel Tomášek, CSc.* Zaniknuté hutnické technologie neželezných kovů na Slovensku, 32
(Recenze *prof. Ing. František Kavička, CSc.*)

Společenská kronika / Social Chronicle

- Odešel pan prof. Ing. Karel Stránský, DrSc. 35

Obsah Hutnických listů 2017 / Content of the Metallurgical Journal 2017 36

Redakční článek / Editorial Article

- Etický kodex časopisu Hutnické listy 44

Dodavatelé příspěvků ve všeobecné části

- VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY a.s.
- VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství
- Ocelářská unie a.s.
- Asociace výzkumných organizací
- redakce

Inzerce

- MATERIÁLOVÝ A METALURGICKÝ VÝZKUM s.r.o.
- VŠB – Technická univerzita Ostrava, Centrum nanotechnologií
- Česká hutnická společnost

Recenzované vědecké články

Possibilities of Controlled Reduction of Chromium from the High-chromium Slag in Production of Steels

Možnosti řízené redukce chromu z vysoce chromové strusky při výrobě ocelí

doc. Ing. Petr Jonšta, Ph.D.¹; Ing. Zdeněk Carbol¹; prof. Ing. Jiří Bažan, CSc.²; doc. Ing. Ladislav Socha, Ph.D.²; prof. Ing. Zdeněk Adolf, CSc.²; Ing. František Chowaniec, Ph.D.²; Ing. Michal Sušovský¹; Ing. Vladislav Kurka, Ph.D.³; Ing. Oldřich Salva, Ph.D.²

¹ VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY a.s., Ruská 2887/101, 706 02 Ostrava-Vítkovice, Czech Republic

² VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Metallurgy and Materials Engineering, Department of Metallurgy and Foundry, 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba, Czech Republic

³ MATERIÁLOVÝ A METALURGICKÝ VÝZKUM s.r.o., Pohraniční 693/31, 703 00 Ostrava-Vítkovice, Czech Republic

This text presents possibilities of controlled reduction from high-chromium slag under operating conditions in EAF in the production of high-chromium steels. A proper proposal of the operational technology results from theoretical knowledge of reduction of chromium oxides from slag using different reduction agents, and from the method of application and modification of the melting technology in the production of high-chromium steels in EAF. The above mentioned theoretical knowledge was completed by the results of the study of Cr_2O_3 reduction from slag into steel under laboratory conditions using different reduction agents and methods of application. On the basis of theoretical knowledge and results of the laboratory experiments the technology for conditions of the EAF No. 5 of VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY a.s. was proposed. Within the above-mentioned technology, a prototype of the slag controlled reduction device will be used that enables dosing of the reduction agent onto the slag surface in order to reach high-chromium slag controlled reduction.

Key words: reduction; chromium slags; alloy steels; laboratory experiments; operational experiments

V předloženém příspěvku jsou uvedeny možnosti řízené redukce chromu z vysoce chromové strusky v provozních podmínkách na EOP při výrobě vysoce chromových ocelí. Vlastní návrh provozní technologie vychází z teoretických poznatků redukce oxidů chromu ze strusky při použití různých redukčních činidel, způsobu aplikace a úpravy technologie tavení při výrobě vysoce chromových ocelí v EOP. Z výsledků dosažených pomocí laboratorních experimentů bylo zjištěno, že jako nejúčinnější redukční činidlo se v laboratorních podmínkách jeví ferosilicium. Dále bylo prokázáno, že zvýšení teploty z 1600 na 1650 °C mělo pozitivní vliv na účinnost redukce Cr_2O_3 ze strusky. Kromě zvýšení teploty se i zvýšení teoretického množství redukčního činidla spolu s prodloužením doby redukce z 300 na 600 s pozitivně projevilo na účinnosti redukce. Při teplotě 1650 °C a použití ferosilicia bylo dosaženo účinnosti redukce Cr_2O_3 až 68,7 %. Lze také předpokládat, že se vzrůstem obsahu Cr_2O_3 se může projevit vyšší viskozita strusky spojená s tvorbou krusty, která snižuje redukční účinnost. Tento předpoklad bude ověřen následující sérií experimentů. Na základě teoretických poznatků a výsledků laboratorních experimentů byla navržena technologie pro podmínky EOP č. 5 podniku VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY a.s. V rámci uvedené technologie bude využit prototyp zařízení pro řízenou redukci strusky umožňující dávkování redukčního činidla na hladinu strusky pro dosažení řízené redukce vysoce chromové strusky. Z výsledků dosažených pomocí provozních experimentů bylo zjištěno, že z hlediska pořízeného prototypu dmýchacího zařízení dopadl provozní experiment pozitivně. Dávkování granulovaných redukčních činidel antracitu a ferosilicia proběhlo v souladu s teoretickými požadavky. Drobné známky poškození (žáruvzdorný materiál, manipulační oko) vykazovala v důsledku působení vysoké teploty v EOP samotná dmýchací tryska. Je však potřeba přihlídnout ke skutečnosti, že se jedná o prototyp zařízení a ne trvalé řešení pro EOP. Z pohledu metalurgického je však nutno připustit, že především z důvodu málo tekuté vysoce chromové strusky došlo ke snížení obsahu Cr_2O_3 jeho redukcí na obsah 11,80 hm. %. Pro dosažení uspokojivějšího výsledku bude vhodné experiment zopakovat, avšak předpokladem je zajistit výrazně vyšší tekutost strusky. Cílem výzkumu bylo navržení a odzkoušení prototypu zařízení pro řízenou redukci strusky s vysokým obsahem oxidů chromu a nastavení druhu, množství a způsobu dávkování redukčního činidla na hladinu strusky. Tímto způsobem došlo ke snížení energetické a ekonomické náročnosti výroby vysoce chromových ocelí, zvýšení konkurenceschopnosti strojírenské společnosti na

trhu a také posílení vědecko-výzkumné spolupráce výrobního podniku s výzkumnými pracovišti na VŠB-TU Ostrava a ve společnosti MATERIÁLOVÝ A METALURGICKÝ VÝZKUM s.r.o.

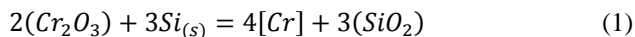
Klíčová slova: redukce strusky; chromové strusky; legované oceli; laboratorní experimenty; provozní experimenty

In the production of high-chromium steels in EAF, during the course of melting of a steel charge containing chromium, a loss of chromium is being occurred as a result of oxidation by its transition to slag. Primary losses have been already occurring in the course of melting of the charge in EAF, but the main part of the losses of chromium from the melt took place within the oxidation period, during which oxygen was blown with the aim of provision of basic purifying reactions and decarburization of the melt. Effective chromium oxides reduction from slag in the production of high-chromium steels depends on the selection of a suitable reduction agent and on the applied reduction technology. However, selection of a reduction agent also depends on equipment and technological possibilities of the operated EAF [1, 2].

1. Reduction of chromium oxides from slag in the production of high-chromium steels

The applied technology and a suitable reduction agent should provide a wide degree of reduction of chromium oxides from slag in the production of high-chromium steels in EAF. Among others, the following reduction agents were used: silica, carbon and calcium carbide. Several technologies were developed and applied under operating conditions, nevertheless, for efficient reduction of chromium losses in the melt, it is necessary to minimize the losses as early as during the melting period and especially during the oxidation period.

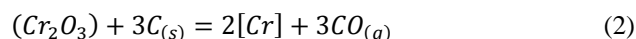
On the basis of theoretical knowledge [3 – 6], there were found out the following steps for provision of controlled reduction of chromium oxides in slag or a check of the chromium content in the melt in the production of steel in EAF. Silica reduces a degree of chromium oxidation at low temperatures, which can be used during charge melting. During the next oxidation period, reduction of chromium oxides by silica in the melt takes place. Reduction of chromium oxides by silica runs according to the following chemical reaction (1):



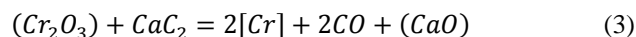
The result of chromium oxide reduction is represented - in the case of silica and aluminum – by oxides that reduce slag alkalinity, which leads to a necessity of addition of lime and increasing the quantity of slag in EAF.

To limit the extent of chromium oxidation, a technology of blowing carbon into slag is commonly used under plant conditions because it is economically more advantageous than reduction by means of silica or aluminum. Reduction of chromium oxides by means of carbon is realized under operating conditions with help of blowing carbon that reacts with oxides of slag together with the

formation of carbon monoxide, which supports the creation of foamy slag. However, for effective reduction of chromium oxide by blowing carbon, the high temperature of slag must be ensured. For this reason, blowing carbon is realized simultaneously with blowing oxygen in the oxidation period. Reduction of chromium oxides by carbon runs according to the following reaction (2):



Besides of the technology that uses silica as a reduction agent or blowing carbon, a technology of blowing calcium carbide is also used. Carbon monoxide reacts with oxides of slag, whereas products of reactions represent chromium, calcium oxide and carbon monoxide. Lime acts as flux supporting the creation of slag. Carbon monoxide improves the creation of foamy slag in comparison with blowing dusty carbon. Reduction of chromium oxides by calcium carbide runs according to the following reaction (3):



Separate reduction agents should be applied under certain conditions, which can be characterized with help of a change of Gibbs free energy depending on temperature for the reaction of chromium oxides with silica, carbon or calcium carbide, as it is shown in Fig. 1.

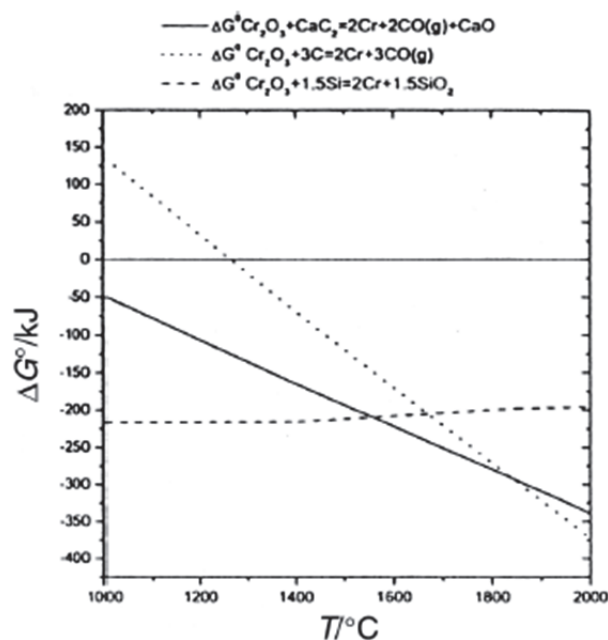


Fig. 1 Temperature dependence of Gibbs free energy for chromium oxides reduction by means of reduction agents

Obr. 1 Teplotní závislost Gibbsovy volné energie pro redukci oxidů chromu pomocí redukčních činidel

What follows from Fig. 1 is that chromium oxides reduction by carbon is more effective at high temperature. In practice, this technology is applied at blowing oxygen during the oxidation period. According to the chromium oxide reduction curve by means of silica, the reaction is not dependent on temperature and it proceeds already at low temperatures. In practice, this reduction agent should be applied already in the course of charge melting in EAF. What also results from Fig. 1 is suitability of application of calcium carbide as a reduction agent according to the achieved lower Gibbs energy values up to the range from 1550 to 1700°C.

2. Laboratory experiments

Before operational experiments, laboratory experiments were performed in order to obtain information for a proposal of technology for production of high-chromium steels under operating conditions [7, 8]. The laboratory experiments were carried out at the application of three different charges representing high-chromium steel containing approx. 9 to 18 wt. % of chromium and slag with a content of approx. 12 to 24 wt. % of Cr_2O_3 . The basic chemical composition of used high-chromium steel and slag for laboratory experiments is shown in Tabs. 1 and 2.

Tab. 1 Chemical composition of A, B and C high-alloy steel used for laboratory experiments

Tab. 1 Chemické složení vysoce legované oceli A, B a C použité pro laboratorní experimenty

Type of steel	Steel chemical composition (wt. %)							
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Mo
A	0.08	0.48	0.30	0.015	0.002	8.65	0.28	0.93
B	0.02	0.62	0.31	0.023	0.003	12.16	4.1	0.42
C	0.04	1.57	0.58	0.017	0.003	17.44	10.2	0.07

Tab. 2 Chemical composition of A, B and C slag containing Cr_2O_3 used for laboratory experiments

Tab. 2 Chemické složení strusky A, B a C obsahující Cr_2O_3 použité pro laboratorní experimenty

Type of slag	Slag chemical composition (wt. %)							
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	MgO	Cr ₂ O ₃	FeO	V ₂ O ₅
A	6.1	21.6	9.0	6.4	xxx	23.9	xxx	0.9
B	8.2	28.6	5.0	3.8	35.7	11.5	4.9	0.16
C	18.19	20.42	6.18	3.09	35.2	17.7	5.21	xxx

Two reduction agents were selected for reduction of slags containing Cr_2O_3 : ferrosilicium and anthracite. The chemical composition of both reduction agents is shown in Tab. 3.

Tab. 3 Basic chemical composition of ferrosilicium and anthracite (reduction agent)

Tab. 3 Základní chemické složení ferrosilicia a antracitu (redukční činidlo)

Ferrosilicium - chemical composition (wt. %)				
Si	S	P	Mn	C
73.5	0.01	0.03	0.28	0.06
Anthracite - chemical composition (wt. %)				
C	S	Humidity	Ash	Fluidity
90.08	0.97	5.82	6.80	3.12

In total, 24 relevant melts were realized under laboratory conditions. The laboratory experiments were performed in the following way: firstly, a steel charge in the amount of 200 to 300 g was added. After steel charge, melting-down and tempering to a temperature of 1650°C, a sample of steel was withdrawn. The withdrawn sample served for determination of the initial content of chromium in steel. Consequently, crushed reduced slag containing Cr_2O_3 in the amount of 10 wt. % was added to the weight of steel. 10 wt. % of CaF_2 was added to this slag in order to ensure fluidity of the reduced slag. After 60 seconds of slag addition, a selected reduction agent was added - anthracite or ferrosilicium. Additions of reduction agents were realized in two versions:

- *version I – theoretical quantity providing 100 % of Cr_2O_3 oxides reduction from slag,*
- *version II – doubled theoretical quantity providing reduction of Cr_2O_3 oxides from slag,*

The overall time of reduction agents acting was determined as 600 s. In the course of the experiments, samples of steel were withdrawn for determination of the content of chromium, and that as in the middle of the experiments after 300 s and at the end of the experiment after 600 s. After completion of the experiments, separate samples of steel were analyzed for determination of the efficiency of the reduction course under laboratory conditions.

The assessment of the Cr_2O_3 reduction course from slag to high-chromium steel under laboratory conditions was realized in several parts. First of all, assessment of the course of the increase of the chromium content in steel was performed together with an assessment of the degree of reduction with help of two reduction agents, a change of reduction agents' quantity and temperatures of 1600 and 1650°C. The processed results represent a complex assessment of the degrees of reduction, as shown in Figs. 2 – 4.

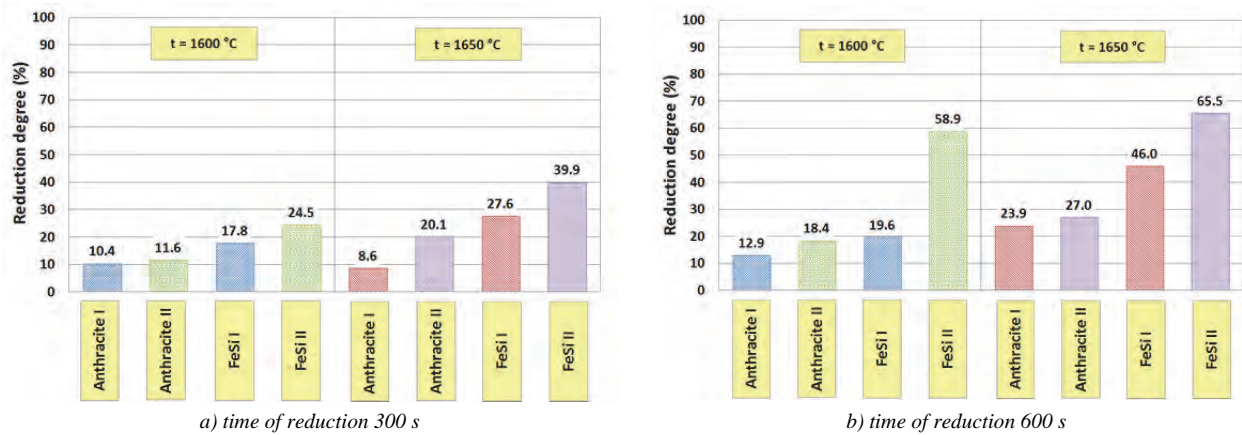


Fig. 2 Comparison of achieved degrees of Cr_2O_3 oxides reduction while using anthracite and ferrosilicium for steel A

Obr. 2 Porovnání dosažených stupňů redukce oxidů Cr_2O_3 při použití antracitu a ferrosilicia pro ocel A

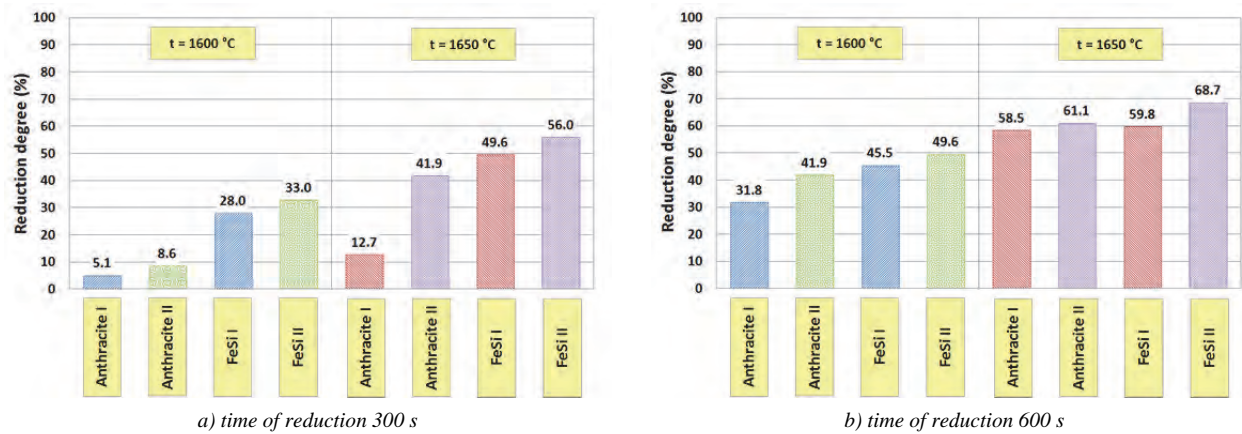


Fig. 3 Comparison of achieved degrees of Cr_2O_3 oxides reduction while using anthracite and ferrosilicium for steel B

Obr. 3 Porovnání dosažených stupňů redukce oxidů Cr_2O_3 při použití antracitu a ferrosilicia pro ocel B

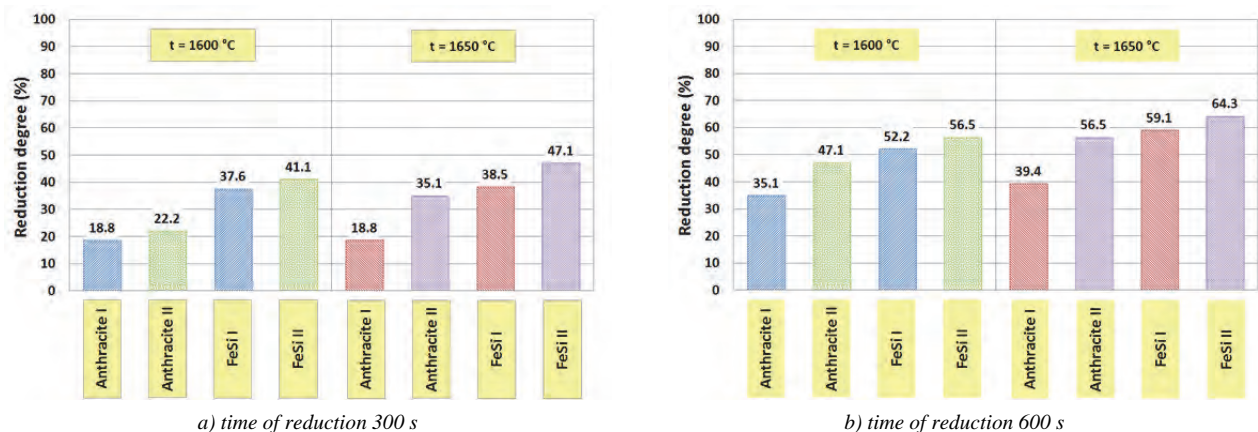


Fig. 4 Comparison of achieved degrees of Cr_2O_3 oxides reduction while using anthracite and ferrosilicium for steel C

Obr. 4 Porovnání dosažených stupňů redukce oxidů Cr_2O_3 při použití antracitu a ferrosilicia pro ocel C

Based on the results achieved by means of the laboratory experiments focused on obtaining information on the course of reduction of Cr_2O_3 from slag for high-chromium steel and increasing the content of chromium in the melt by means of reduction agents, we can state that:

○ more effective reduction agent under laboratory conditions appears to be ferrosilicium,

- temperature increase from 1600 to 1650 °C positively affected efficiency of Cr_2O_3 reduction from slag,
- besides apart from increasing temperature, also increasing the theoretical quantity of reduction agent together with the prolonged time of reaction from 300 to 600 s had a positive effect on the reduction efficiency,

- at temperature of 1650°C and while using ferrosilicium, the Cr₂O₃ reduction efficiency up to 68.7 % was achieved.
- it can be also assumed that with the growth of the Cr₂O₃ content in slag, a higher slag viscosity may occur related to the creation of the incrustation that decreases the reduction efficiency. This assumption will be verified by the following series of experiments.

3. Plant experiments

To verify a possibility of chromium reduction from slag melts of high-chromium steels were performed in the electric steelmaking plant of the company VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY a.s. Granulated 1–3 mm anthracite was applied as a reduction agent for the first experimental melt. For its dosing, RCB burners were used, by which the intensified EAF No. 5 is standardly equipped. The obtained results were published in [9] and they unfortunately showed that the use of the RCB burners for bringing in the granulated reduction is limited.

That's why, for better performance of chromium reduction from slag, in the second experimental melt, a prototype of a blowing unit was used, or nozzles for bringing in the reduction agents, as evidenced by Fig. 5. Production of steel of X2CrNiMo13-4 was carried out with help of the oxidation melting technology with the use of a liquid remnant in the furnace of approx. 14 t. Approximately 37 t of alloyed waste (Cr < 16 wt. %) and approx. 10 t of alloyed cuttings were put into the melt. After scrap-iron melting-down, oxidized slag was created and after achieving temperature of 1642°C, 200 kg of aluminum skim was added to provide liquefaction of slag. Consequently, samples of slag and steel were withdrawn, in which the content of Cr₂O₃ was 21.6 wt. %, respectively 6.74 wt. %.

The proper technical test was carried out during the course of finishing the melt and consisted in verification of a possibility of chromium reduction from slag into the steel bath by blowing granulated (1 – 3 mm) reduction agents, concretely a mixture of anthracite (500 kg) and ferrosilicium of 75 wt. % (500 kg) for a melt. Filling up the

pressure vessel with reduction agents is displayed in Fig. 6. Nitrogen was used as carrying medium of the reduction agents. Approximately 6.5 minutes after the agents were blown onto slag, the mixture reacted with the slag for 5 minutes and afterwards samples of slag and steel melt were withdrawn for chemical analyses to assess the effect of the above-mentioned reduction agents. Identical withdrawal was then repeated in three following five-minute intervals. Chemical composition of slag is shown in Tab. 4 and of steel in Tab. 5.



Fig. 5 The nozzle and its putting into the furnace space of EAF No. 5 during the operation test

Obr. 5 Pohled na trysku a její zavádění do pecního prostoru EOP č. 5 při provozní zkoušce



Fig. 6 Filling up the pressure vessel with reduction agents

Obr. 6 Plnění tlakové nádoby redukčními činidly

Tab. 4 Chemical composition of slag in the production of X2CrNiMo13-4 steel

Tab. 4 Chemické složení strusky při výrobě oceli X2CrNiMo13-4

Aggregate	Sample	Slag chemical composition (wt. %)									
		CaO	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	SiO ₂	Cr ₂ O ₃	P ₂ O ₅	S	TiO ₂
EAF	1	21.24	15.47	3.186	6.346	6.464	8.245	33.11	0.261	0.0298	0.3988
	2	19.07	11.60	1.7480	6.971	6.523	7.662	44.28	0.276	0.0203	0.371
	3	18.35	11.57	0.8324	7.527	6.483	7.829	47.85	0.289	0.0107	0.3702
	4	14.48	7.401	0.0019	6.837	5.771	6.159	55.35	0.296	0.0103	0.3035
	5	19.60	33.92	2.8490	3.895	6.483	6.664	11.80	0.248	0.0203	0.3737
LF	1	55.82	27.57	0.2526	0.0421	9.009	6.629	0.0972	0.011	0.4482	0.1768
	2	54.88	30.17	0.2806	0.0634	7.892	5.466	0.0915	0.011	0.4462	0.1702

Tab. 5 Chemical composition of X2CrNiMo13-4 steel

Tab. 5 Chemické složení oceli X2CrNiMo13-4

Aggregate	Sample	Steel chemical composition (wt. %)											
		C	Mn	Si	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V	Ti	Al
EAF	1	0.21	0.46	0.05	0.013	0.014	0.12	1.03	6.74	0.16	0.016	0.441	0.006
	2	0.20	0.46	0.04	0.013	0.014	0.12	1.13	6.60	0.16	0.016	0.405	0.005
	3	0.20	0.45	0.04	0.012	0.014	0.12	1.13	6.57	0.16	0.015	0.401	0.004
	4	0.20	0.45	0.03	0.013	0.014	0.12	1.14	6.53	0.16	0.015	0.388	0.004
LF	1	0.19	0.47	0.06	0.015	0.010	0.11	1.11	6.59	0.16	0.015	0.004	0.083
	2	0.94	0.43	0.11	0.017	0.002	0.11	3.64	11.75	0.51	0.028	0.004	0.020
	3	0.95	0.70	0.12	0.017	0.002	0.11	3.58	12.28	0.52	0.029	0.004	0.030
VOD	1	0.15	0.52	0.08	0.018	0.002	0.11	3.58	12.17	0.53	0.027	0.004	0.004
	2	0.01	0.30	0.06	0.017	0.002	0.11	3.62	11.24	0.54	0.022	0.004	0.004
	3	0.01	0.46	0.32	0.018	0.003	0.11	3.56	12.08	0.53	0.025	0.004	0.022
	4	0.01	0.55	0.33	0.018	0.002	0.11	3.56	12.37	0.53	0.027	0.004	0.022
	5	0.01	0.55	0.31	0.017	0.003	0.11	3.55	12.46	0.53	0.027	0.004	0.025
Final	xxx	0.02	0.55	0.30	0.017	0.003	0.11	3.54	12.42	0.52	0.027	0.004	0.032

The main attention was focused on the change of the content of slightly reducible oxides in furnace slag, i.e. mainly Cr_2O_3 . Fig. 7, shows clearly that required reduction of Cr_2O_3 occurred after blowing-in 500 kg of anthracite and 500 kg of 75 wt. % ferrosilicium. During the melt in the EAF, at first the content of Cr_2O_3 increased down to the value 55.3 wt. % took place. At the other samples (EAF No. 4 and EAF No. 5) a decrease of the content of Cr_2O_3 down to the value 11.80 wt. % took place. This fact can be explained with the period of the effect of reducing agents and also with the increase of the steel temperature. The course of X2CrNiMo13-4 steel processing temperatures is shown in Fig. 8.

The course of the content of MnO in slag in the production of steel had a similar trend as in the case of Cr_2O_3 . A slight decrease of the content of MnO in furnace slag occurred as late as at the end of finishing when 100 kg of ingot aluminum was added, as evidenced by Fig. 9. The course of the content of CaO in slag in the production and secondary metallurgy steel processing in a ladle furnace is documented in Fig. 10.

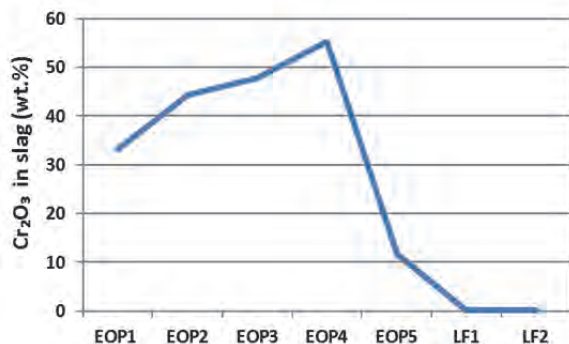


Fig. 7 The course of the content of Cr_2O_3 in slag during X2CrNiMo13-4 steel production and processing

Obr. 7 Průběh obsahu Cr_2O_3 ve strusce během výroby a zpracování oceli X2CrNiMo13-4

The course of the content of Al_2O_3 in the slag is presented in Fig. 11. It is clear that the content of Al_2O_3 in furnace slag increased as late as before metal tapping from EAF, i.e. after addition of 200 kg aluminum skim and 100 kg of ingot aluminum. The content of SiO_2 in slag during steel production and secondary metallurgy processing in a ladle furnace mostly decreased, as it is clear from Fig. 12. Not earlier than after addition of ingot aluminum and aluminum skim at the end part of finishing, a slight growth occurred from 6.16 to 6.66 wt. %, which was connected with the fact that after slight liquefaction, FeSi blown-in via a nozzle into furnace slag started to react.

The course of the content of C, Si, S, Cr in steel during production in EAF and during the course of out-secondary metallurgy processing on LF or VOD of the steel grade X2CrNiMo13-4 is presented in Figs. 13 – 16.

According to Fig. 16, during finishing in EAF, the content of Cr in steel was first slightly decreased from the content of 6.74 to 6.53 wt. %. Right before tapping, a small increase to 6.59 wt. % occurred. The main increase of the content of Cr in steel up to 11.80 wt. % took place in the ladle furnace by addition of FeCr.

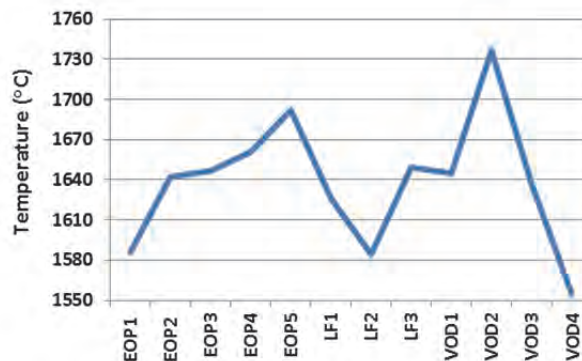


Fig. 8 The course of the temperature during X2CrNiMo13-4 steel production and processing

Obr. 8 Průběh vývoje teplot během výroby a zpracování oceli X2CrNiMo13-4

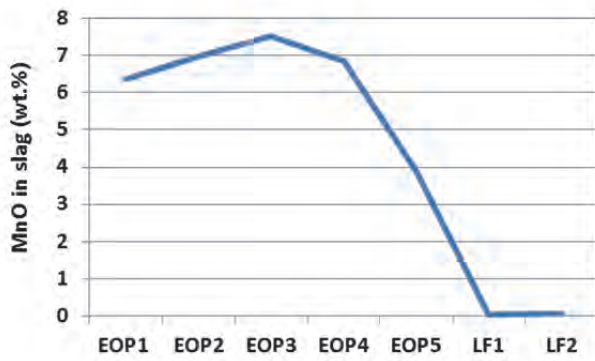


Fig. 9 The course of the content of MnO in slag during X2CrNiMo13-4 steel production and processing
Obr. 9 Průběh obsahu MnO ve strusce během výroby a zpracování oceli X2CrNiMo13-4

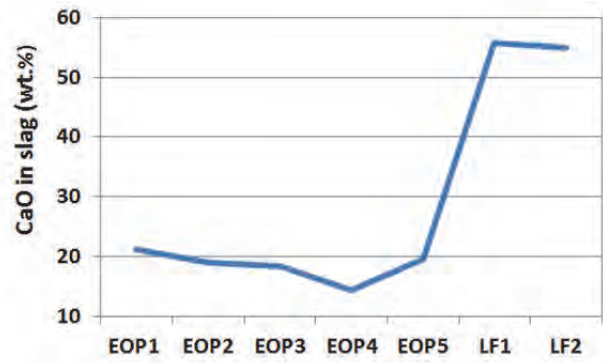


Fig. 10 The course of the content of CaO in slag during X2CrNiMo13-4 steel production and processing
Obr. 10 Průběh obsahu CaO ve strusce během výroby a zpracování oceli X2CrNiMo13-4

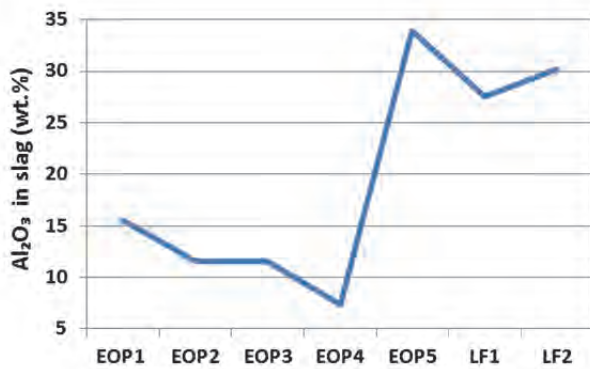


Fig. 11 The course of the content of Al₂O₃ in slag during X2CrNiMo13-4 steel production and processing
Obr. 11 Průběh obsahu Al₂O₃ ve strusce během výroby a zpracování oceli X2CrNiMo13-4

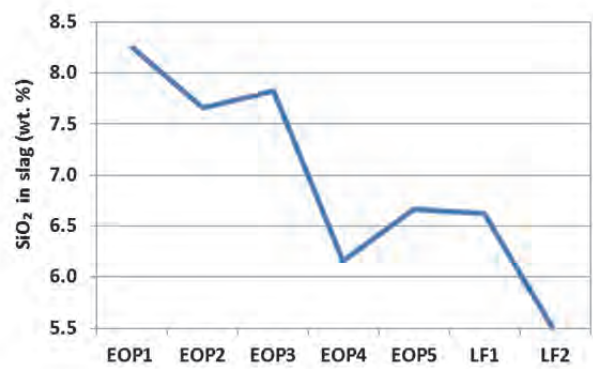


Fig. 12 The course of the content of SiO₂ in slag during X2CrNiMo13-4 steel production and processing
Obr. 12 Průběh obsahu SiO₂ ve strusce během výroby a zpracování oceli X2CrNiMo13-4

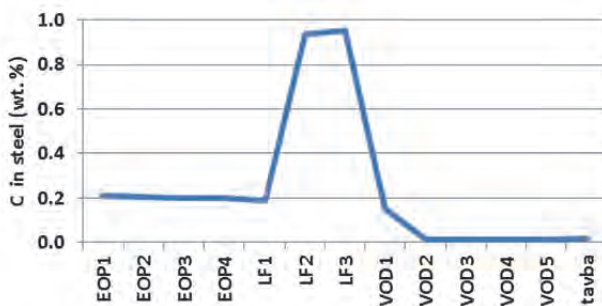


Fig. 13 The course of the content of C in steel during production in EAF and processing in LF and VOD of X2CrNiMo13-4 quality
Obr. 13 Průběh obsahu C v oceli během výroby v EOP a zpracování oceli na LF a VOD jakosti X2CrNiMo13-4

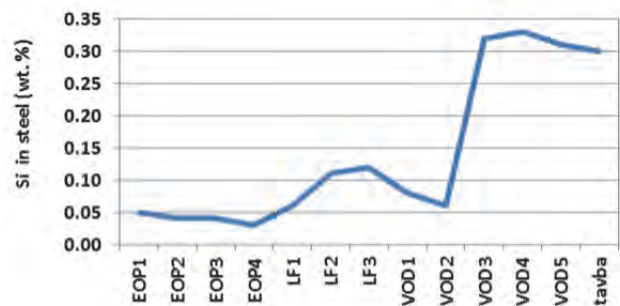


Fig. 14 The course of the content of Si in steel during production in EAF and processing in LF and VOD of X2CrNiMo13-4 quality
Obr. 14 Průběh obsahu Si v oceli během výroby v EOP a zpracování oceli na LF a VOD jakosti X2CrNiMo13-4

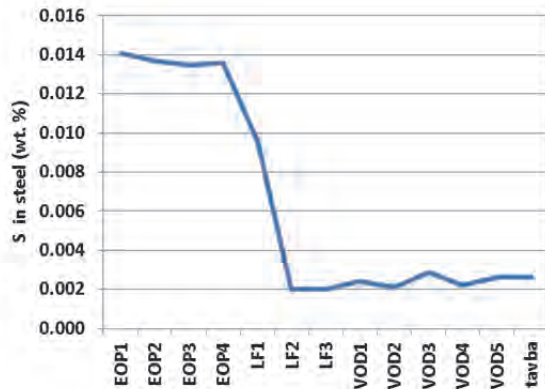


Fig. 15 The course of the content of S in steel during production in EAF and processing in LF and VOD of X2CrNiMo13-4 quality

Obr. 15 Průběh obsahu S v oceli během výroby v EOP a zpracování oceli na LF a VOD jakosti X2CrNiMo13-4

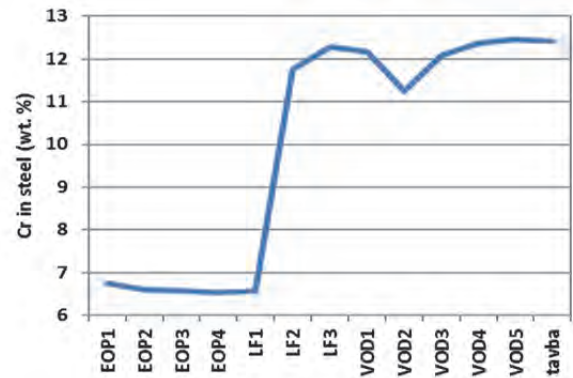


Fig. 16 The course of the content of Cr in steel during production in EAF and processing in LF and VOD of X2CrNiMo13-4 quality

Obr. 16 Průběh obsahu Cr v oceli během výroby v EOP a zpracování oceli na LF a VOD jakosti X2CrNiMo13-4

Based on the results achieved with help of realization of the operational experiments focused on verification of a possibility of chromium reduction from slag, we can state the following:

- from the point of view of the acquired prototype of the blowing unit, the operational experiment was successful. The dosage of granulated reduction agents of anthracite and ferrosilicium was performed in accordance with the theoretical requirements.
- small signs of damage (refractory material, handling eye) detected in the blowing nozzle itself were caused by the impact of high temperature in EAF. Nevertheless, it is necessary to consider the fact that it is just a prototype of a device but not a permanent solution for EAF.
- from the metallurgical point of view, however, it must be admitted that, mainly from the reason of low-fluent high-chromium slag, decrease of Cr_2O_3 content by its reduction down to the content 11.80 wt.% took place. To achieve a more satisfactory result, the experiment should be repeated, but a pre-requisite is to provide higher fluidity of slag.

Conclusions

On the basis of a growing demand for high-chromium steels, a project was prepared, a part of which is focused on development of steel production technology with specialization in the growth of the output of chromium from slag into the metallic melt in the production of high-chromium steels by a production unit representing the intensified EAF No.5 in the company VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY a.s.

In the course of solving the project, theoretical knowledge of reduction of chromium oxides from slag with the use of different reduction agents, a method of application and modification of the melting technology in the production of high-chromium steels in EAF were verified. The

above-mentioned knowledge was completed by the results of the study of the course of Cr_2O_3 reduction from slag into steel under laboratory conditions for steel with the content of approx. 9 to 18 wt. % of chromium and slag with the content of approx. 12 to 24 wt. % of Cr_2O_3 and with the use of ferrosilicium and anthracite as reduction agents. The knowledge obtained during the laboratory experiments had to simulate conditions of operation of EAF No.5 but they were also verified under operating conditions.

The aim of the research is a proposal and testing a prototype for controlled slag reduction with a high content of chromium oxides, as well as the determination of a type, quantity and a method of dosage of a reduction agent on the slag surface. It thus will decrease energetic and economic demandingness of high-chromium steel production, increase the competitiveness of the engineering company on the market, as well as enforce the scientific-research cooperation of the production enterprise with research organizations represented by the VŠB-Technical University of Ostrava and the company MATERIÁLOVÝ A METALURGICKÝ VÝZKUM s.r.o.

Acknowledgements

This work was developed within the solution of a TAČR project under registration number TA04010036 named „Research and development of new advanced technologies for the production of high-alloyed steels in order to reduce the energy intensity of production by controlled reduction of slag at EAF and nitrogen alloying combined via O_2 -N nozzle under reduced pressure”.

Literature

- [1] ARH, B., TEHOVIK, F. The Oxidation and Reduction of Chromium during the Elaboration of Stainless Steels in an Electric Arc Furnace. *MATERIALS AND TECHNOLOGY*, 41 (2007) 5, 203–211. ISSN 1580-2949.
- [2] JUHART, M., PETER, M., KOCH, K., LAMUT, J., ROYMAN, A. Foaming Behaviour of Slags from Stainless Steel Production in the Electric Arc Furnace. *STAHL UND EISEN*, 121 (2001) 9, 35–41. ISSN 0340-4803.

- [3] GÖRNERUP, M., LAHIRI, A. K. Reduction of Electric Arc Furnace Slags in Stainless Steelmaking: Part 1 Observations. *IRONMAKING AND STEELMAKING*, 25 (1998) 4, 317–322. ISSN 0301-9233.
- [4] GÖRNERUP, M., LAHIRI, A. K. Reduction of Electric Arc Furnace Slags in Stainless Steelmaking: Part 2 Mechanism of CrO_x Reduction. *IRONMAKING AND STEELMAKING*, 25 (1998) 5, 382–386. ISSN 0301-9233.
- [5] SUN, S., UGUCCIONI, P., BRYANT, M., ACKROYD, M. Chromium Control in the EAF during Stainless Steelmaking. In *55th Electric Furnace Conference Proceedings*, Chicago, USA, © Iron & Steel Society, 9th–12th November, 1997, pp. 297–300. ISBN 188636219X.
- [6] BJÖRKVALL, J., ANGSTRÖM, S., KALLIN, L. Reduction of Chromium Oxide Containing Slags Using CaC_2 Injection. In *7th International Conference on Molten Slag Fluxes and Salts*, Johannesburg, South Africa, © The South African Institute of Mining and Metallurgy, 2004, pp. 663–670. ISBN 1-919783-58-X.
- [7] SOCHA, L., ADOLF, Z., BAŽAN, J., MACHOVČÁK, P. Reduction of Chromium Oxides from the Slag at Production of Alloyed Steels. In *24th International Conference on Metallurgy and Material: METAL 2015*, Brno, EU, ©Tanger Ltd. Ostrava, 3rd – 5th June, 2015, pp. 156–162. ISBN 978-80-87294-62-8.
- [8] SOCHA, L., BAŽAN, J., ADOLF, Z., JONŠTA, P. Study of Slag Regime of High-Alloyed Steels under Laboratory Conditions. In *25th Anniversary International Conference on Metallurgy and Materials : METAL 2016*, Brno, EU, ©Tanger Ltd. Ostrava, 25th – 27th May 2016, p. 222–228. ISBN 978-80-87294-67-3.
- [9] SOCHA, L., BAŽAN, J., ADOLF, Z., JONŠTA, P., CARBOL, Z., KURKA, V. Proposal of High-chromium Steels Production Technology in Intensified EAF with Specifically-controlled Slag Reduction. In *33^d Conference on Theory and Practice of Steel Production and Processing*, Rožnov pod Radhoštěm, ©Tanger s.r.o., 30th –31st March 2017, pp. 62–68. ISBN 978-80-87294-72-7.

METAL[®] 2018

27. ročník mezinárodní konference metalurgie a materiálů METAL 2018 se uskuteční ve dnech 23. - 25. května v Brně

V současné době probíhá registrace všech účastníků 27. ročníku konference metalurgie a materiálů METAL 2018, která se uskuteční ve dnech 23. - 25. května 2018 v hotelu Voroněž v Brně. V loňském roce se z celkového počtu 516 přihlášených účastníků zúčastnilo 472 osob z 25 států: 205 účastníků z České republiky, 153 z Polska, 22 z Ruska, 18 ze Slovenska, 16 z Turecka, 9 z Rumunska, 6 z Německa, 6 z Koreje, a dále například ze Saudské Arábie, Indie, Rakouska nebo Slovinska. Účastníci prezentovali ve 155 přednáškách a ve 298 posterech. Mezi letošní témata konference patří:

- **Pokroková výroba železa, oceli a litiny**

Vývoj surovinové báze pro výrobu surového železa, oceli a litiny v posledních letech. Nové prvky v řízení procesů výroby a odlévání železa, oceli a litiny. Aktuální směry vývoje technologie výroby železa a oceli. Fyzikální a numerické modelování procesů výroby železa a oceli. Nové způsoby zpracování odpadů z výroby surového železa a oceli, recyklace, bezodpadové technologie.

- **Tváření kovů**

Teorie tváření, fyzikální podstata plasticity a metalurgická a technologická tvařitelnost kovů. Plastometrické, laboratorní a numerické modelování procesů tváření za tepla i za studena. Pokrokové metody tváření (válcování, kování, tažení a další... - vysokoredukční a vysokorychlostní procesy, termomechanické tváření, nástroje pro tváření (vále, zápusky, průvlaky), hydroforming, moderní kalibrace, tváření extrémní plastickou deformací, tváření těžko tvařitelných materiálů, tváření blízké konečnému tvaru a další). Technologické problémy a inovace ve tváření.

- **Výrobky z oceli a jejich vlastnosti**

Fyzikální metalurgie ocelí. Vysoko pevné oceli. Vztah mezi strukturou a vlastnostmi ocelí, metody zkoušení. Oceli pro aplikace za vysokých nebo kryogenních teplot a/nebo za zvýšených tlaků.

- **Moderní trendy v povrchovém inženýrství**

Protikorozní ochrana povrchu materiálu (vlastnosti povlaků, technologie povrchové úpravy před aplikací povlaků, teoretické otázky). PVD a CVD technologie, organické povlaky, sklovité a sklokeramické povlaky, elektrochemické procesy povlakování, žárové povlakování, iontová implantace, plazmové nástřiky aj. Vlastnosti a aplikace tenkých filmů a nanovrstev.

- **Neželezné kovy a slitiny**

Způsoby výroby (přípravy) neželezných kovů a slitin (tavení, slévání, prášková metalurgie, rychlé ochlazování, řízená krystalizace...). Vlastnosti a užití neželezných kovů, slitin a sloučenin (Al, Mg, Cu, Ti, Ni, Nb aj.). Vysokoteplotní kovové materiály na bázi neželezných kovů (niklové slitiny a superslitiny, titanové slitiny a intermetalické sloučeniny, kobaltové slitiny, kovy platinové skupiny, wolfram a jeho slitiny). Pokrokové materiály pro biomedicínské aplikace, slitiny kovů a intermetalické sloučeniny, kompozitní materiály, materiály s řízenou pórovitostí.

- **Ekonomika a řízení metalurgické výroby**

Metalurgická výroba, její postavení v národním hospodářství a globalizované ekonomice, technicko-ekonomická vývojová perspektiva. Řízení metalurgické výroby, metody pokročilého plánování a rozvrhování výroby, logistické řetězce v metalurgii, marketingové řízení a management kvality v oborech metalurgie a materiálového inženýrství. Ekonomické a finanční řízení metalurgického podniku, efektivnost investic a projektů technického rozvoje v metalurgii. Exaktní metody rozhodování, metody umělé inteligence a simulační techniky v projektech systémů řízení metalurgické výroby, nové informační a komunikační technologie.

-red-

Recenzované výzkumné články

Analýza stability výrobního procesu prostřednictvím ukazatelů štíhlé výroby

Analysis of Stability of the Production Process by means Lean Production Indicators

doc. Ing. Petr Besta, Ph.D.; Ing. Andrea Sikorová, Ph.D.; doc. Ing. Kamila Janovská, Ph.D.

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství, Katedra ekonomiky a managementu v metalurgii, 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba, Česká republika

Příspěvek je věnován využití vybraného ukazatele štíhlé výroby při hodnocení variability výkonu na pracovišti. Principy štíhlé výroby jsou založeny na eliminaci všech zdrojů plýtvání. Elementárním zdrojem neefektivit jsou neshodné výroby a všechny druhy nákladů, které s nimi souvisejí. Vznik nejakostní produkce může ovlivnit vysoká variabilita ve výkonu konkrétního pracoviště, ať už je způsobena lidským faktorem, strojem nebo dalšími činiteli výrobního procesu. Jednou z možností jak kvantifikovat variabilitu výkonu je sledování a vyhodnocování parametru hodinové stability. Tento ukazatel může navíc identifikovat přítomnost vymežitelných příčin, které ovlivňují produkci neshodných výrobků a zvyšují celkové náklady výroby. U provozního lisovacího zařízení byl aplikován parametr hodinové stability pro realizovanou výrobní zakázku. Článek se zabývá rozбором výsledků provedeného výzkumu a zjištěných závěrů.

Klíčová slova: náklady; cena; variabilita; kvalita; vada

The lean approach in the company management means doing just the things that are needed, doing them right for the first time, doing them faster than others, while spending less money. Lean manufacturing, however, is not just a cost reduction for its own sake. Its ultimate goal should be to maximize the value added for the customer. The introduction of lean manufacturing principles is often also associated with lower overheads, higher efficiency of utilizing production areas, or efficiency of the production facility operation. At the same time, lean manufacturing cannot work without a close link with product development and technical preparation of the production, logistics and administration. Lean manufacturing processes are already created in pre-production stages, and a large part of lean business parameters are heavily influenced by the logistics chain or administrative processes. We also understand a lean company as a system that is constantly looking for potential sources of waste in all its processes. Sources of waste can be seen in overproduction, unnecessary work, stock, waiting, inefficient transport, defects, but also the untapped potential of employees. To evaluate the effectiveness of production processes, we can apply a variety of tools and methods that originally have roots in the automotive industry. In recent years, however, they have been increasingly used in metallurgical or mechanical engineering production. A universal tool is the hourly stability indicator. This is used to evaluate variability of the worker or machine performance. In fact, large fluctuations in work performance are often associated with higher incidence of non-conforming production. Within the realized research, a lean production indicator was applied at a selected workplace as an indicator of performance variability. The article deals with the analysis of the research carried out and with the conclusions drawn

Key words: cost, price; variability; quality; defect

Současné trendy a dynamické změny na trzích a v požadavcích zákazníků vedou podniky k aplikaci principů štíhlé výroby. Ze strany zákazníků je vyvíjen neustále se zvyšující důraz na kvalitu, rychlost a flexibilitu v dodávkách. Výrobní podniky se proto neustále snaží o zvyšování hodnoty pro své zákazníky a odběratele. Toto je možné splnit jen při kontinuálním zlepšování podnikových procesů, které se zaměřuje na tyto aspekty: zvyšování produktivity, zvyšování kvality, snižování času zpracování, rozvoj inovací [1].

Štíhlou výrobu nemůžeme chápat jen jako prosté redukování nákladů. Hlavním cílem je snaha zvyšovat spokojenost zákazníků a přidanou hodnotu výrobků [2]. Štíhlá výroba proto nemůže efektivně fungovat bez úzkého propojení s vývojem výrobků, technickou přípravou výroby, ale také logistikou. Štíhlost podniku vychází již z předvýrobních etap a její efektivita je ovlivněna logistickými a administrativními procesy [3]. Základním cílem štíhlé výroby je pak odstraňování veškerých druhů plýtvání, které se v určité míře vyskytují v každém výrobním procesu. Zdroje plýtvání lze

v přepracované podobě dle [1] klasifikovat jako následující kategorie:

- nadvýroba: vyrábí se příliš mnoho nebo příliš málo,
- nadbytečná práce: činnosti nad rámec definované specifikace,
- zbytečný pohyb: nepřidává hodnotu,
- zásoby: v případě, že přesahují minimum potřebné na splnění výrobních úkolů,
- čekání: na součástky, materiál, informace nebo ukončení strojového cyklu,
- opravování: odstraňování nekvality,
- doprava: každá nadbytečná doprava a manipulace,
- nevyužité schopnosti zaměstnanců: které podnik neumí efektivně využít.

Pro kvantifikaci jednotlivých výše uvedených neefektivit je možné využít řadu ukazatelů. Štíhlou výrobu a její principy nelze ovšem chápat jako přesně definovaný a uzavřený systém, stejně jako parametry a ukazatele, které můžeme využívat. Mimo tradičních logistických a výkonových ukazatelů jsou neustále do systému štíhlé výroby zařazovány nové parametry. Mezi nejčastěji využívané ukazatele můžeme zařadit tyto:

- hodinová stabilita,
- celková efektivita zařízení,
- průběžná doba výroby,
- obrátka zásob ve výrobním procesu,
- C/T úzkých míst (cycle time),
- index přidané hodnoty,
- produktivita výrobních ploch,
- časy seřízení.

Využití uvedených ukazatelů je velmi univerzální, přestože byly nejprve aplikovány v prostředí automobilového průmyslu. Snaha o snižování nákladů a vysoká konkurence ve všech oblastech výrobních procesů však přispěly k rozšíření principů štíhlé výroby a jejich parametrů také do dalších oborů.

Významným segmentem výrobních procesů je zpracování a výroba plastů. Produkty jsou využívány nejen v automobilovém průmyslu, ale také v celé řadě jiných odvětví. Pro výrobu jsou používány vstřikovací lis. Mezi nejčastěji používané druhy plastů patří především: polyethylen, polypropylen, polyamid, polyethylentereftalát, polystyren, polymethylmethakrylát [4].

Výroba plastů je realizována zpravidla jejich vstřikováním do formy. Forma se upíná na vstřikovací stroj, který naplní celý objem plastovou taveninou. Vstupní surovinou je plastová hmota v podobě granulátu nebo drti [4]. Plastové granule či drť jsou nasypány do podavače licího stroje, který zajišťuje jejich dávkování do tavicí komory. Zde za působení vysokých teplot dochází k vzniku taveniny. Tavenina temperovaná na požadovanou teplotu, je pak vstříknuta do dutiny formy [4]. Při chladnutí dochází u plastů k výraznému objemovému smrštění.

Důsledky tohoto nežádoucího efektu jsou minimalizovány při dotlakové fázi, která navazuje na vyplnění dutiny taveninou. V této dotlakové fázi dochází ještě k přeplnění formy taveninou tak, aby se vyplnil volný objem formy vznikající při postupném smršťování vsázky. Toto je důvod, proč se zmíněná zařízení nazývají vstřikovací lis. Dochází tedy k aplikaci tlaku v tekuté fázi. Zde dochází ke kompenzaci úbytku taveniny v důsledku jejího objemového smrštění. Výrobek se ve formě ochlazuje odvodem tepla přes stěny odlévací formy, až po samotné ztuhnutí. Po ochlazení plastu má již výrobek manipulační pevnost a může být z formy vyjmut.

Při výrobě plastových výrobků může vznikat velké množství různých druhů vad. Mezi nejčastěji se vyskytující vady patří nedodržení tvaru hotového výrobku. Do této kategorie vad řadíme například: přetoky, ořepy, propadliny, staženiny, nerovnost povrchu, neúplné vyplnění dutiny formy, stopy po vyhazovačích ve výlisku, deformace výrobku, nedodržení rozměrů výrobku. Nejakostní produkce výrazně ovlivňuje celkové náklady výroby a konečnou cenu výrobku. Aby bylo možné snižovat podíl vadných výrobků, je důležité přesně dodržovat technologický postup a také kontinuálně sledovat průběh výrobního procesu. Štíhlá výroba umožňuje využívat nástroje, které usnadňují identifikaci variabilit výrobního procesu a odhalování vymezených příčin vzniku neshodných výrobků. Regulace těchto vymezených příčin, pak může z dlouhodobého hlediska zásadně ovlivnit výskyt neshodných výrobků a tedy i náklady s nimi spojené.

Hodinová stabilita

Tento ukazatel štíhlé výroby byl původně využíván v automobilovém průmyslu. Jeho využití je však velmi univerzální, což přispělo k jeho využívání také v dalších průmyslových odvětvích. Ve své podstatě hodinová stabilita zobrazuje variabilitu při plnění výrobního plánu (stroje, pracovníka) [5]. Nejčastěji bývá sledována v intervalu jedné pracovní směny a vyhodnocována po jednotlivých hodinách. Často se tento ukazatel sleduje pro výrobní pracoviště, které má charakter úzkého místa. Zde lze předpokládat vysoké požadavky na rovnoměrnost výkonu v průběhu pracovní směny. Vysoké výkyvy ve výkonu pracovníka mohou mít mimo ohrožení plynulosti navazující výroby také další negativní vlivy. Při vysoké variabilitě v pracovním výkonu lze totiž předpokládat větší výskyt neshodné produkce, která může být dána určitou vymezenou příčinou. Současně může případný psychický stres obsluhy strojů při realizaci skokově vyššího pracovního výkonu znamenat zvýšení rizika vzniku pracovního úrazu. Je tedy klíčové, aby pracovník pracoval v průběhu pracovní směny rovnoměrně a nikoliv nárazově a rychle. Obecně pak můžeme důvody pro sledování hodinové stability shrnout v přepracované podobě dle [1] do následujících bodů:

- používáním kratších časových úseků můžeme exaktně zjistit příčiny problémů (prostoje z důvodu nedodání materiálu, poruchy stroje, nástroje),

- sledování dlouhodobých trendů,
- identifikace klíčových problémů,
- porovnávání průběžného výkonu více pracovníků,
- zlepšování procesů.
- zvyšování bezpečnosti práce na pracovišti.

Pro hodnocení hodinové stability ve výkonu pracovníka můžeme použít řadu metod. Jednou z možností je prosté využití statistických ukazatelů (míry střední polohy, míry variability). Pro danou časovou řadu charakterizující výkon pracovníka můžeme určit vybraný druh průměru a variačního koeficientu. Syntézou těchto ukazatelů v komparaci s plánovaným výkonem můžeme snadno identifikovat případné odchylky.

Další možností analýzy hodinové stability je využití rov. (1).

$$\text{Hodinová stabilita} = \frac{\text{Počet kusů do výše plánu}}{\text{Počet kusů naplánovaných}} \times 100 (\%) \quad (1)$$

Tento matematický vztah je založen na využití dvou relevantních proměnných. Ve jmenovateli figuruje celkový počet naplánovaných kusů. V čitateli je pak proměnná nazvaná celkem skutečně vyrobeno kusů do výše plánu. Tato proměnná kvantifikuje rozdíl mezi plánovaným a skutečným (dosaženým) výkonem. Podíl obou uvedených proměnných je vynásoben x 100, a zjištěná variabilita má tak rozměr %. Vyšší hodnota znamená větší výkyvy v pracovním výkonu pracovníka (stroje).

Tab. 1 Záznam o výrobě
Tab. 1 Production record

Pracovní doba		Výrobek s hlavním rozměrem								
		40 mm			65 mm			90 mm		
Čas	Čistý pracovní čas	Plán	Výkon	Do výše plánu	Plán	Výkon	Do výše plánu	Plán	Výkon	Do výše plánu
(hod.)	(min.)	(ks)								
6-7	55	120	105	105	-	-	-	-	-	-
7-8	50	130	136	130	-	-	-	-	-	-
8-9	51	65	40	40	-	-	-	-	-	-
9-10	29	-	-	-	30	15	15	-	-	-
10-11	59	-	-	-	125	138	125	-	-	-
11-12	55	-	-	-	10	0	0	-	-	-
12-13	56	-	-	-	-	-	-	105	115	105
13-14	52	-	-	-	-	-	-	90	104	90
Σ		315	281	275	165	153	140	195	219	195

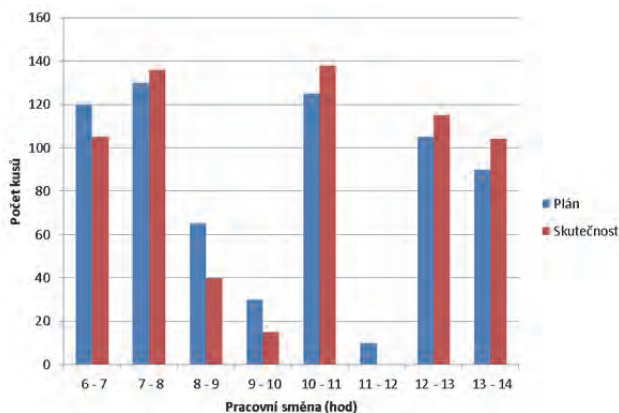
Stanovení hodinové stability pro uvedená data, můžeme zapsat na základě rov. (1), následujícím způsobem:

$$\text{Hodinová stabilita} = \frac{275 + 140 + 195}{315 + 165 + 195} \times 100 = 90,37 \%$$

Využití ukazatele hodinové stability

V rámci provedeného výzkumu byla stanovena hodnota ukazatele hodinové stability pro operaci lisování plastových dílů. Výrobky jsou dále zpracovávány a jsou určeny pro automobilový průmysl. Provedené měření bylo realizováno pro jednu pracovní směnu na daném výrobním zařízení – vstřikovacím lisu. Pro každou hodinu pracovní směny (v intervalu 6 – 14 hod.) byly určeny parametry nutné pro stanovení hodinové stability. Přesný záznam o průběhu pracovní směny zobrazuje tab. 1. Pro každou pracovní hodinu byl měřen také čistý pracovní čas. Současně bylo sledováno množství vyrobených kusů. Pracovník během sledovaného časového úseku vyráběl tři rozměrově odlišné výrobky (s hlavním rozměrem 40, 65 a 90 mm). Pro každý druh výrobku, je přesně stanovený počet kusů, které musí pracovník za hodinu vyrobit. Tab. 1 ukazuje zjištěné informace o plánu i reálném výkonu. Současně je také zobrazen ukazatel (Do výše plánu), který porovnává obě hodnoty. V případě, že plánovaný počet kusů je vyšší než reálný výkon, je zapsaná do sloupce (Do výše plánu) hodnota o dosaženém výkonu. V případě, že výkon pracovníka je vyšší, než naplánovaná hodnota, je zapsaný počet kusů, které jsou naplánované. Tento postup vychází z principu použité metodologie výpočtu hodinové stability. Metoda výpočtu hodinové stability hodnotí totiž negativně také vyšší výkon než plánovaný, a to s ohledem na možný výskyt neshodné produkce nebo vznik pracovního úrazu. Pro všechny tři druhy výrobků, byly stanoveny hodnoty všech relevantních proměnných, pro určení hodinové stability. V posledním řádku tab. 1 jsou uvedeny součty jednotlivých hodnot, které jsou využity při výpočtu hodinové stability.

zpravidla hodnocená pozitivně a může znamenat menší míru přirozené zmetkovitosti. Z vypočtené hodnoty lze usuzovat, že pracovník v průběhu pracovní doby pracoval relativně stabilně. Tento závěr také potvrzuje grafické zobrazení plánovaného a skutečného výkonu (obr. 1).



Obr. 1 Rozdíly ve výkonu v průběhu pracovní doby
Fig. 1 Differences in output during working time

Dalším krokem při vyhodnocení variability výkonu může být kvantifikace odchylek v jednotlivých časových úsecích pracovní doby. Tato kvantifikace byla provedena prostým stanovením odchylky výkonu od plánované hodnoty. Výsledky jsou zobrazeny v tab. 2. Pro každou hodinu pracovní směny, je určen absolutní rozdíl v plánovaném a skutečném výkonu a relativní odchylka. Rozptýl hodnot stanovené odchylky se pohybuje v intervalu 4,6 – 100 %. Vysoká horní mez byla vyvolána tím, že v průběhu daného časového úseku (11 – 12 hod.) pracovník nevyrobil žádný kus a věnoval se seřízení výrobního zařízení.

Tab. 2 Odchylka od plánovaného výkonu
Tab. 2 Deviation from the planned output

Čas (hod.)	Plán (ks)	Výkon (ks)	Abs. rozdíl	Odchylka (%)
6-7	120	105	15	12,5
7-8	130	136	6	4,6
8-9	65	40	25	38,5
9-10	30	15	15	50,0
10-11	125	138	13	10,4
11-12	10	0	10	100
12-13	105	115	10	9,5
13-14	90	104	14	15,6

Vysoké výkyvy ve výkonu bývají často doprovázeny výskytem vyšší míry neshodné produkce. Pro danou operaci byly vyhodnoceny údaje o množství neshodných výrobků. Tab. 3 zobrazuje odchylky ve výkonu spolu s množstvím neshodné produkce (%). V případě dvou časových úseků je patrná výrazně vyšší hodnota počtu nejakostních výrobků. Toto může být dáno jak variabilitou ve výkonu pracovníka (stres, únava), ale také technologickými aspekty. V časových intervalech mezi 8 - 9hod. a 9 - 10hod. byl výskyt neshodných výrobků jednoznačně vyšší než v dalších časových úsecích.

Tab. 3 Porovnání odchylek od výkonu a množství vad
Tab. 3 Comparison of output deviations and quantity of defects

Čas (hod.)	Odchylka (%)	Neshodná produkce (%)
6-7	12,5	5
7-8	4,6	3
8-9	38,5	11
9-10	50,0	13
10-11	10,4	6
11-12	100	0
12-13	9,5	4
13-14	15,6	6

Po zjištění nevhodných výrobních parametrů zjištěných výpočtem ukazatele hodinové stability, je následně možné přistoupit k sekundární analýze po jednotlivých hodinách. Toto je již obsahem dalších připravovaných prací. Cílem bude vždy vyloučit příčiny, které nemají náhodný charakter a mohly by z dlouhodobého hlediska zvyšovat podíl neshodné produkce. Pokud se bude výskyt zjištěného problému dále opakovat, je nutné analyticky vyloučit všechny možné příčiny jeho vzniku.

Závěr

Ukazatel hodinové stability umožňuje analyzovat variabilitu výkonu na daném pracovišti. Zjištěné výkyvy mohou být spojeny s výskytem neshodné produkce a dalšími negativními jevy. Při opakovaném nárazovém výskytu většího množství vadných výrobků můžeme ihned určit, zda jejich vznik probíhal v důsledku vysoké variability výkonu. Měření hodinové stability umožňuje sledovat výkon pracovníka a stabilizovat jej v průběhu pracovní směny. Rovnoměrnost ve výkonu zásadně přispívá ke zvyšování kvality a bezpečnosti práce na pracovišti.

Poděkování

Práce vznikla za podpory specifického univerzitního výzkumu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky č. SP2017/67.

Literatura

- [1] KOŠTURIÁK, J., FROLÍK, Z. *Štíhlý a inovativní podnik*. Praha: Alfa Publishing, s.r.o., 2006. 237 s., ISBN 80-86851-38-9.
- [2] KOŠTURIÁK, J., CHÁL, J. *Inovace – vaše konkurenční výhoda!* Brno: Computer Press, s.r.o., 2008. 164 s. ISBN 978-80-251-1929-7.
- [3] VEBER, J., PLÁŠKOVÁ, A., HŮLOVÁ, M. *Management kvality, environmentu a bezpečnosti práce*. Praha: Management press, s.r.o., 2010. 560 s., ISBN 978-80-7261-210-9.
- [4] ZEMAN, L. *Vstřikování plastů*. Praha: BEN – technická literatura, 2009. 248 s., ISBN 978-80-7300-250-3.
- [5] WANG, J. X. *Lean Manufacturing: Business Bottom-Line Based*. CRC Press, 2010. 288 p., ISBN 978-1-4200-8603-4.
- [6] WILSON, L. *How To Implement Lean Manufacturing*. McGraw-Hill Professional, 2009, 336 p., ISBN 978-0-0716-2507-4.

Zprávy z Ocelářské unie a.s.

Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2017 a 2018
vůči prosinci 2016

	Výroba *)			Výroba	Index	Výroba	Index	Výroba	Index
	prosinec	leden	leden-leden	prosinec		leden		leden-leden	
	2017	2018	2018	2016	2017/16	2017	2017/18	2017	2017/18
	(tis. t)			(tis. t)	(%)	(tis. t)	(%)	(tis. t)	(%)
KOKS									
CELKEM	293,71	296,10	296,10	295,39	99,43	296,76	99,78	296,76	99,78
z toho (HŽ) ČR	153,88	159,39	159,39	158,08	97,35	158,67	100,45	158,67	100,45
(HŽ) SR	139,83	136,72	136,72	137,31	101,84	138,09	99,01	138,09	99,01
AGLOMERÁT									
CELKEM	817,59	843,60	843,60	770,55	106,11	814,38	103,59	814,38	103,59
z toho ČR	501,89	531,20	531,20	493,35	101,73	479,08	110,88	479,08	110,88
SR	315,70	312,40	312,40	277,20	113,89	335,30	93,17	335,30	93,17
SUROVÉ ŽELEZO									
CELKEM	680,73	710,74	710,74	632,10	107,69	706,97	100,53	706,97	100,53
z toho ČR	325,45	363,08	363,08	342,40	95,05	347,09	104,61	347,09	104,61
SR	355,28	347,66	347,66	289,70	122,64	359,88	96,61	359,88	96,61
SUROVÁ OCEL									
CELKEM	804,78	861,49	861,49	792,04	101,61	866,15	99,46	866,15	99,46
z toho ČR	382,65	434,45	434,45	431,53	88,67	437,05	99,41	437,05	99,41
SR	422,13	427,04	427,04	360,51	117,09	429,10	99,52	429,10	99,52
KONTISLITKY									
CELKEM	778,26	826,58	826,58	763,00	102,00	834,79	99,02	834,79	99,02
z toho ČR	356,73	408,78	408,78	403,18	88,48	406,29	100,61	406,29	100,61
SR	421,53	417,79	417,79	359,82	117,15	428,50	97,50	428,50	97,50
BLOKOVNY									
CELKEM	34,41	45,30	45,30	39,43	87,28	59,62	75,98	59,62	75,98
z toho ČR	34,41	45,30	45,30	39,43	87,28	59,62	75,98	59,62	75,98
SR	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VÁLCOVANÝ MATERIÁL									
CELKEM	748,43	824,81	824,81	759,30	98,57	787,72	104,71	787,72	104,71
z toho ČR	340,73	468,81	468,81	413,91	82,32	443,71	105,66	443,71	105,66
SR	407,70	356,00	356,00	345,39	118,04	344,01	103,49	344,01	103,49
TRUBKY									
CELKEM	49,89	64,91	64,91	38,84	128,48	51,96	124,93	51,96	124,93
z toho ČR	36,31	44,71	44,71	29,79	121,88	32,90	135,89	32,90	135,89
SR	13,58	20,20	20,20	9,04	150,19	19,05	106,00	19,05	106,00
TAŽENÁ, LOUPANÁ, BROUŠENÁ OCEL									
CELKEM = (HŽ) ČR	13,55	20,51	20,51	13,44	100,83	22,45	91,34	22,45	91,34
STUDENÁ PÁSKA KLASICKÁ									
CELKEM = (HŽ) ČR	0,87	1,37	1,37	0,88	99,43	1,30	105,21	1,30	105,21

POZNÁMKA: *) Za poslední měsíc jsou údaje předběžné.

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

Historie hutnictví

Historie výroby kovů a její obraz v bibli

9. část: Útočné zbraně, zbroj, bezpečnostní a obranné komponenty

Ing. Ladislav Jílek, CSc.; Ing. Jan Počta, CSc.

Ostrava, Česká republika

Velmi záhy po osvojení technologie zhutňování rud se kovy začaly používat pro výrobu zbraní. Nejdříve si lidé zdokonalovali stávající zbraně založené vesměs ze dřeva, zvířecích rohů, parohů nebo kamene. Z kovů se vyráběly hroty šípů a kopí, čili činných částí zbraní. Bylo to stejné jako u zemědělských nástrojů a strojů, u nichž dokonce až do 19. století přetrvávaly dřevěné konstrukční prvky a jen činné části byly zhotoveny z oceli. Tomu se není co divit, protože výroba kovů byla náročná, a kovy tedy byly vzácné. Požadoval-li např. zemědělec po vesnickém kováři nějaký nástroj, musel si mnohdy k tomu přinést odpovídající kus použitého železného předmětu, který mu pak kovář překoval.



Obr. 1 Dýka s pochvou krále Meskalamduga; artefakt ze zlatého pokladu v královském pohřebišti v sumerském Uru; 1. pol. 3. tis. př. Kr.; Irácké muzeum, Bagdád [1]

Již v době bronzové se objevily delší nože a dýky a dokonce i meče a jiné sečné, řezné či bodné zbraně. Tyto zbraně plnily nejen úlohu bojovou, ale u velmožů i zdobnou. Pro archeologii je štěstí, že je majitelům jejich pozůstalí po smrti dávali do jejich hrobek (obr. 1). Kvalitní meče byly jistě dosti drahé. Běžnou zbraní se však staly až v době železné. Měly mnoho různých tvarů. Mnohé měly ostří jen na jedné straně, často bývaly ohnuté. Meče s ostřím po obou stranách jsou v Bibli označovány jako dvojsečné. Keltové používali široké meče, které se směrem k jílci zužovaly. Jejich ovládnutí bylo vzhledem k nevyváženosti obtížné, takže se postupně zkracovaly až na délku, která byla podobná, jako ve výzbroji římských legií. Národy s vyspělým hutnictvím, jako byli Skytové, vyráběly ocelové meče technologií s řízenou vláknitou strukturou, kterou docílily několikerým ohřevem na nízkou teplotu (680 – 750 °C) a opakovaným překováním. V 6. stol. př. Kr. Skytové používali také cementování ostří zbraní. Tyto technologie jistě znali i Řekové v době helénské, protože prostřed-

nictvím svých kolonií kolem Černého moře a zejména v severním Černomoří čile obchodovali se Skyty. O obchodních vztazích počínajících už v 7. stol. př. Kr. svědčí nálezy antických amfor a umělecké keramiky na skytském území (4. – 2. stol. př. Kr.). Spolehlivé a autentické písemné doklady o stycích Řeků a Skytů nám zanechal Hérodotos (asi 484 – asi do 420 př. Kr.) ve svých devítidílných Dějinách (Histories apodeixis). Autor líčí obchodní cesty Řeků do Skytie a Skytů do řeckých zemí, přičemž Skytové používali služeb *sedmi tlumočnicků a sedmi jazyků*. To skutečně dokazuje kontakty mnoha (zde sedmi) zemí a národů. Hérodotovy zprávy o kontaktech národů v dotčených evropských územích potvrzuje i Strabón (64 – kol. 20 př. Kr.), které přetrvávaly ve stejné intenzitě ještě do 1. stol. př. Kr. Meče byly silnou zbraní a také velmi drahou. Izraelci neměli dlouho vlastní kováře, takže meče byly u nich vzácností. Byly dokonce předmětem vzácných darů, které měly mnohdy diplomatický účel, anebo se dědily z pokolení na pokolení. David dostal meč z výzbroje Goliáše, o čemž svědčí zpráva ze Starého zákona: *Kněz řekl: „Je tu meč Pelištejce Goliáše, kterého jsi zabil v dolině Posvátného stromu. Je zavinitý do pláště za efódem. Chceš-li si jej vzít, vezmi. Kromě něho tu žádný jiný není.“ David odvětil: „Není nad něj, dej mi jej.“* (1. Samuelova 21, 10).

Další zbraň, kterou přinesla doba železná, byly **bojové** nebo **lovecké vozy**. Nejstarší bojový vůz je doložen z Mezopotámie z doby 3200 př. Kr. nebo i dříve. Měl čtyři plná kola a neměl rejdovou přední nápravu [1] (obr. 2).



Obr. 2 Výřez z vojenské standarty z Uru; inkrustace z mušloviny; pol. 3. tisíciletí př. Kr.; Britské muzeum, Londýn [1]

Později se prosadily dvoukolové vozy tažené jedním nebo více koňmi a osazené byly většinou dvěma muži, jak znázorňuje lovecká scéna na obr. 3. Jeden byl vozataj, druhý měl zbraně. Vozy byly odlehčené, měly kola s paprsky. Vyráběli je předchůdci pozdějších kolářů a okovávali je kováři. Výzbroj bojovníků byla různá. Někdy byli bojovníci na vozích vyzbrojeni luky a oštěpy a bojovali na dálku, jindy byli vyzbrojeni meči či kopími a bojovali na blízkost. Dokonce se vyskytovaly i bojové vozy, které měly na bocích upevněné kosy, které zraňovaly nepřátelské pěšáky i koně a bránily jim přiblížení k vozům.



Obr. 3 Lovecká scéna s asyrským králem Aššurnasirpalem ze starověkého Babylonu vyrytá na alabastrové desce 183 × 97 cm; 1. pol. 9. století př. Kr. Na reliéfu je dobře patrné kovové udidlo koní a okování vozu [2]



Obr. 4 Chetitský bojový vůz s dobře viditelnou tříčlennou osádkou a zbrojí [3]



Obr. 5 Detail drážku Tutanchamonova vějíře s bojovým vozem [4]



Obr. 6 Lehký bojový vůz ze starého Egypta s jedním bojovníkem a koňským dvojspřezím [4]

Bojové vozy hojně využívali Chetitě (obr. 4); posádka byla trojčlenná a jeden voják měl štít [3]. Od nich zřejmě tyto vozy převzali Egyptané. V Bibli čteme, že když se faraon rozhodl pronásledovat odcházející Izraelity, pak *Vzal též šest set vybraných vozů, totiž všechny vozy egyptské. Na všech byla tříčlenná osádka* (Exodus 14,7). Později se v Egyptě používaly vozy s jednočlennou osádkou. Byl to voják vyzbrojený lukem a šípy (obr. 5). Otěže pro ovládání koní měl připevněné k pasu (obr. 6).



Obr. 7 Řecká keramika z r. 440 př. Kr.

Velmi ilustrativní doklady o bojových nebo loveckých vozech nám zachovává řecká keramika. Obr. 7 ukazuje řeckou vázu z klasického období r. 440 př. Kr., pro něž je charakteristická autorsky signovaná tzv. červeno-černá keramika. Na váze je realisticky znázorněn vůz, který je z hlediska chronologie vývoje vozů nejmladší z uváděných. Je tažen koňským čtyřspřežím, jsou v něm znázorněny konstrukční díly, způsob ovládnutí potahu a postoj vozky. V dávné době Homérově však Řekové vozy používali jen k dopravě, jiné civilizace i k boji nebo lovu. Bojové vozy byly velmi sofistikovaným válečným prostředkem. Dovolovaly takticky rozdělit boj na několik útočných etap tak, aby se odpor nepřítele otupil ještě před posledním – vítězným útokem pěchoty [5].

Číňané používali dvounápravové vozy k přepravě bojovníků a jednonápravové vozy tažené čtyřmi koňmi nasazovali v boji [2]. Ve starém Řecku se na olympiádě konaly závody takovýchto vozů. Bojové vozy se používaly od Egypta po Čínu. Ještě před změnou letopočtu se však od nich upustilo. Na čas je vzklísili husité; používali těžké, obrněné čtyřkolové vozy, a to jako obranou zbraň a vytvářeli z nich vozovou hradbu.

Z kovů se také brzy začaly vyrábět **přilby a brnění**. Nejdříve se využívala měď a bronz. Měď a bronz s nízkým obsahem cínu lze tepat za studena. K tomu se váže obr. 8, který ukazuje skytskou přilbu prostou jakéhokoliv zdobení. Kromě své účelovosti a efektivním tvaru z hlediska ochrany hlavy však má zřetelný výtvarný výraz. Přilba z 6. stol. př. Kr. byla nalezena v pohřební mohyle na Kubáni ve skytském městě Kelermes, situovaném poblíž severního černomořského a východního azovského pobřeží. Přes svou strohost ve tvarování se však vojenské předměty nevyhýbaly ani zdobnému zpodobnění. Ukazuje to četné bojové vybavení velitelů a vladařů, někdy zhotovené ze vzácných kovů.



Obr. 8 Skytská bronzová přilba, Kubáň, 6. stol. př. Kr. [6]

Obr. 9 ukazuje ozdobné nákončí vojenské standarty z bronzu s dokonalým tvarováním. Nález pochází ze

stejněho místa ve Skytii a je datováno do 7. – 6. stol. př. Kr. Prvé brnění bylo skládáno z kruhových či obdélníkových destiček, které byly pospojovány řemínky nebo drátky. Takto byl vyzbrojen i Goliáš: *Na hlavě měl bronzovou přilbu a byl oděn do šupinatého pancíře. Na nohou měl bronzové holenice a na ramenu bronzový oštěp* (1Sam 17,5a6). Teprve později se začalo uplatňovat železo, jehož zpracování na brnění je podstatně náročnější. Ochranná zbroj se vyráběla i pro koně, a to již v době Hérodotově.



Obr. 9 Bronzové nákončí vojenské standarty; Ulský aul, Kubáň, 6. – 5. stol. př. Kr. [8]



Obr. 10 Římských vojáků na Trajánově sloupu (Wikipedie Cristian Chiroku)

Dlouho se používaly dřevěné **štíty**, mnohdy po okrajích okované; i ty však byly postupně nahrazovány kovovými. Římské vojáky dokonce používali štíty upravené tak, že chránily celou skupinu vojáků. Tento útvar (obr. 10) se nazýval želva. Je zde také vidět voják, který má brnění

chránící horní část těla a které je zhotovené z více železných dílů. Význam štítů postupně upadal tak, jak se rozšiřovalo používání a zdokonalovalo plátové brnění vyráběné z plechu.

Kování rytířského brnění sestávajícího z drátěných košil a dalších komponentů ochrany vojákova těla dosáhlo vrcholu v ranném a vrcholném období středověku, a to především v Evropě. Díky četným lokalitám s ložisky kovových rud se rozvinulo u Keltů a Skytů už ve 4. stol. př. Kr. a zdokonalilo se ve výzbrojích římských legií. Dráty na drátěné košile rytířů, jejichž ukázkou prezentovala 5. část tohoto historického seriálu, byly kovány v délkách 20 až 30 cm a tyto kousky se svařovaly do tvaru kroužků v ohni, čili představovaly aplikaci kovářského (tlakového) svařování přeplátováním nebo na tupo, jak se tato technologie používá v kovářské praxi nebo při výrobě svařovaných trubek. Namísto kroužků kovaných z drátu se používaly také kruhové děrované výseky z plechu. Jako spojovací elementy výkovek a výseků sloužily nýtované kroužky z drátu.

Jiný způsob výroby kroužkové zbroje nevyužíval ke spojování elementů metalurgické technologie, ale byl založen na mechanickém spojování. Nespojené kroužky se vzájemně provlékaly a snýtovaly se na rozklepaných volných koncích nebo se spojovaly provlečením volných konců, vytvořením uzlu a jeho rozklepáním.

Předchůdcem kroužkového brnění je šupinová zbroj, hojně používaná u starověkých civilizací, jak dokládají archeologické nálezy nebo výtvarná vyobrazení asyrská, egyptská, řecká a římská. Šupiny byly vyráběny z plechu a spojovány našitím na textilní nebo kožený podklad. Kovové brnění chránilo z důvodu zachování mobility bojovníků jen nejexponovanější části těla. Proto zbrojíři nespolehalí jen na kovovou ochranu, ale vojenskou výzbroj doplňovali vhodným přírodním materiálem – zbraně a zbroj dřevem, vojenský oděv zvířecí kůží. Vděčným zdrojem k poznání vojenské výzbroje římských vojáků lze nalézt v líčení Trojských válek v Ovidiových Proměnách [7]. Autor zde na základě znalostí z jeho doby líčí dávné Trojské války. Kap. Kyknos líčí zápas Achillea s obráncem Troje: *...pravil a na reka hned svůj oštěp vrhl, jenž ve štít vypuklý zarýt se měl: i pronikl kovem a vrstvou devíti hovězích koží, leč uvázl v desátém kruhu*. Brnění se postupem času zdokonalovala přechodem na použití lamel, a přirozeným vývojem tak vznikly celoplošné pancíře z plechu.

Tažení drátu z neželezných kovů již bylo známo ve starověku, ale tažení ocelových drátů bylo zvládnuto až v novověku.

Kovem se vždy šetřilo a používal se vesměs na činné části nástrojů a zbraní. Kromě archeologických artefaktů to dokládají literární díla, např. verš z Ovidiových Proměn, kap. Kyknos, kde se líčí pověst o Trojské válce: *Nicméně zkoumá dříve, zda oštěp neztratil ostří: vězel však na dřevě hrot* [7]. Tak, jak se zdokonalovaly střelné zbraně (luky, kuše), příp. vrhací a bodné zbraně (kopí, dýky, meče), nabývaly na významu zmíněné pancíře z plechu, protože jimi šípy a špičky ručních bodných zbraní

neprocházelo tak snadno jako kroužkovou zbrojí. To je také důvod, proč se středověk odklonil od původního krátkého meče římských legionářů s tupou špičkou a přešel na dlouhé a špičaté meče. Těmi se totiž útok snadněji vedl i přes slabá místa pancéřové zbroje – spojovací elementy mezi jednotlivými díly plechu. Ocelové ostří či špička zbraní, když byly kvalitně zhotovené, si však někdy také s opancéřováním bojovníkem poradila. Svědčí o tom verše na jiném místě Ovidiových Proměn, kde autor dramaticky líčí, jak Achilles útočí na nepřítele: *... hodil po Menoitovi – ten luckému náležel lidu – oštěp prorazil pancíř a současně pod ním i prsa*. V líčení Trojských válek Ovidius na mnoha místech výslovně zmiňuje použití oceli. Pancéřová zbroj byla součástí vojenské výstroje především bohaté a urozené části vojska. Proto byla i umělecky vypracovaná a zbrojíři (platněři) na nich razili své podpisy nebo značky [5].

Již v době bronzové se začaly vyrábět **řetězy**. Tato výroba se udržela i po zvládnutí výroby železa. Svědčí o tom i některá místa v Bibli: *Pelištejci se ho (Samsona) zmocnili, vypíchli mu oči a odvěkli ho do Gazy, kde ho spoutali dvojitým bronzovým řetězem* (Sd 16,21). (Nabukadnezar) *Sidkijáše oslepil a spoutal ho bronzovými řetězy* (2Kr 25,7). Ve starém Římě se však již používaly řetězy ze železa. Děly se z tyčí čtyřhranného průřezu, poněvadž čtyřhranný průřez se lépe kove. Měly oka mnohem delší, než je zvykem u dnešních řetězů, poněvadž kovářské svařování jednotlivých článků je pracné. Dnes se řetězy dělají z tyčí kruhového průřezu, který se lépe válcuje, a tento profil má lepší stabilitu průřezu při namáhání, větší mobilitu řady ok a lepší odolnost proti opotřebení).

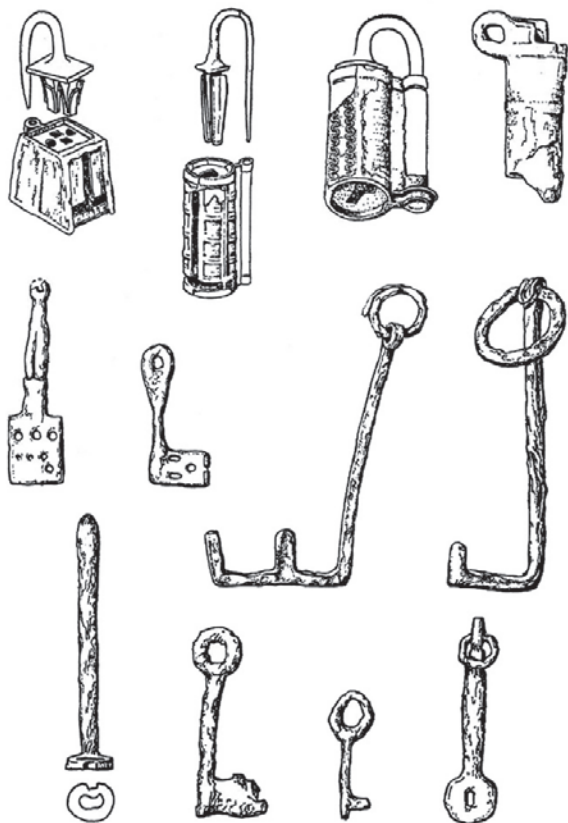
Římané už znali i **železná pouta** se zámkem. Zámek měl docela sofistikovanou konstrukci. Byl zhotoven do tvaru krabičky, do které se zasunoval konec objímky, který byl osazený dvěma pružnými jazýčky. Klíč měl dva čtvercové výřezy, jeden výřez se nasunul na vodící trn, druhý přimáčkl oba pružné jazýčky. Železnými okovy se zámkem byl s největší pravděpodobností spoután při zatýkání Ježíš, poněvadž ho zatýkali římská vojska (Jan 18,3). Jestliže mnozí renesanční umělci na obrazech typu *Ecce Homo* znázorňovali Ježíše spoutaného provozy, pak vycházeli z reálií renesanční doby, nikoliv z historických poznatků.

Apoštolové Petr či Pavel byli také zřejmě spoutáni železnými řetězy. V bazilice sv. Pavla za hradbami v Římě je uchováván kousek řetězu, kterým byl spoután apoštol Pavel, když ho přivedli do Říma. Jde o železný řetěz, který byl vyroben skutečně z tyčí čtvercového průřezu.

Je známo i několik systémů zámků, které se objevovaly u pokladnic již ve starém Egyptě. U běžných domů však bývaly jednoduché zámky, mnohé díly byly ze dřeva. Klíč byl však vždy z kovu. Obr. 11 znázorňuje některé klíče a zámky z pozdější doby zhotovené ze železa.

Kovy se v omezené míře uplatňovaly i ve stavebnictví. Paláce a bohatá obydlí se často vybavovaly kovovými

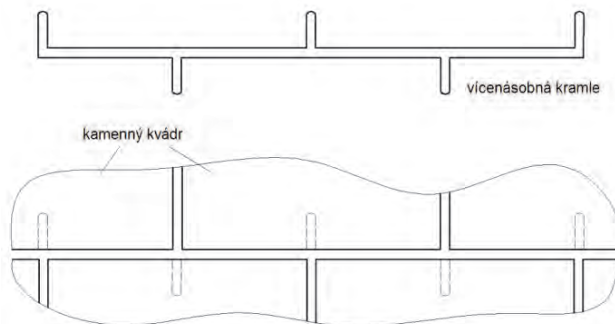
vraty či bránami, které byly vždy umělecky zpracovány. Tento zvyk se udržel až do dnešní doby. Mnohé chrámy, paláce či banky mají vstup, na jehož výzdobě se podíleli umělci kováři či další řemeslníci zpracovávající kovy. V r. 846 Saracéni vydrancovali Řím a kromě jiných válečných reparací si z tehdejšího chrámu sv. Petra odvezli kovová vrata.



Obr. 11 Slovanské zámky a klíče z archeologických nálezů v lokalitě Belaja Veža a Mikulčice; 9. stol. [8]

V Indii jsou v několika historických chrámech kovové nosníky. Mají ovšem jednoduchý obdélníkový průřez. Kováním tehdy nebylo možné zhotovit jiný profil. Rovněž Šalomoun při budování chrámu *Vytvořil dva bronzové sloupy ... a hlavice* (1Kr 7,13). *Jeden sloup byl 18 loket vysoký* (2Kr 25,14). Sloupy se tenkrát běžně vyráběly z kamene. Kovy byly považovány za něco dražšího a krásnějšího. Taky bylo možné je lépe zdobit. V Šalomounově chrámu byly z bronzu zhotoveny i mnohé další předměty: *mříže...zdození...moře...12býků...* (1Kr 7,15). To zmiňované moře byla jakási kašna.

Ve středověku se začaly zpevňovat zdi vysokých katedrál pomocí vícenásobných **spojovacích skob**, jak ukazuje obr. 12. Do každého kvádru se uprostřed dolní i horní základny udělal slepý otvor, do kterého zapadla nožička skoby.



Obr. 12 Zpevňování zdí gotické katedrály pomocí vícenásobných skob

Literatura

- [1] KLÍMA, J. *Lidé Mezopotámie*. Praha: Orbis, 1976, 333 s.
- [2] KLENGEL-BRANDT, E. *Starověký Babylon* (čes. překl. Dintrová, B.). Praha: Vyšehrad, 1983, 133 s.
- [3] <https://egyptologie.cz/1645/chetite/>
- [4] <http://www.starovekyegypt.net/armada-starovekeho-egypta/egyptsky-bojovy-vuz.php>
- [5] MAUDUIT, J. A. *Keltové* (čes. překl. Veselá, L.). Praha: Panorama, 1979, 204 s.
- [6] SMIRNOV, A. P. *Skytové* (čes. překl. Vlášek, J. z rus. orig. *Skify*, Moskva: Nauka, 1966). Praha: Panorama, 1980, 204 s. (archiv red.)
- [7] NASO, P. O. *Proměny* (čes. překl. Stiebnitz, F.). Praha: ODEON, 1969, 495 s.
- [8] BERANOVÁ, M. *Slované*. Praha: Panorama, 1988, 305 s. (archiv red.)

Historie a proměny vítkovické měďárny

1. část: Výroba cementační mědi

Ing. Ludvík Tejzr¹; Mgr. Radomír Sed'a²

¹ Dolní Lhota, Česká republika

² VÍTKOVICE, a.s., Archiv, Ruská 23887/101, 706 02 Ostrava-Vítkovice, Česká republika

Jedním ze symbolů Vítkovických železáren, od jejichž založení uplyne letos v prosinci 190 let, a zároveň symbolů průmyslové revoluce na Ostravsku vůbec se staly impozantní vysoké pece. Tradice výroby surového železa byla v souvislosti s útlumem hutního průmyslu definitivně ukončena v září 1998, a to i navzdory skutečnosti, že vítkovické vysoké pece patřily z technického hlediska dlouhodobě ke špičkovým zařízením svého druhu v České republice. Vedle vítkovické vysokopecní výroby je dosud odborné i laické veřejnosti prakticky neznámá výroba a zpracování jiných kovů – cementové mědi, zinku, vanadia, kobaltu, rtuti, stříbra a zlata, která probíhala v okolí vysokopecního provozu.

Klíčová slova: kyzové výpalky; chloridační pražení; sulfatační pražení; loužení; hydrometalurgie; pyrometalurgie; srážení; aglomerace; měď

Před 140 lety, v roce 1878 byla zahájena ve Vítkovickém horním a hutním těžířství (VHHT) na území bývalé Rudolfovy hutě, mezi martinskou hutí a koksovou, tj. v prostoru nyní pojmenovaném Dolní oblast Vítkovice výstavba měďárny [1].

Nový provoz měl vyrábět cementační měď extrakcí z kyzových výpalků bohatých na Cu a následnou elektrolytickou rafinací cementační mědi získávat chemicky čistou měď, stříbro a zlato. Odměděné kyzové výpalky pak měly tvořit významnou část vsázky pro spékání rud ve staré aglomeraci, která byla postavena vedle měďárny, a také v briketárně rud v Žofínské huti.

Kyzové výpalky byly odpadním produktem v chemických továrnách vzniklým pražením pyritu – sirné železné rudy, nazývané také jako železnatý kyz (chemicky disulfid železnatý FeS_2) při získávání oxidu siřičitého SO_2 pro výrobu kyseliny sírové. Výpalky sice obsahovaly velké množství železa (kolem 60 % Fe), avšak pro vysoký obsah síry (asi 3 % S) a mědi (kolem 1,5 % Cu) se pro přímou spotřebu ve vysoké peci nehodily, a proto se musely před zhutněním upravit.

Nález kyzových výpalků a projekt Paula Kupelwiesera

Podnět ke zpracování kyzových výpalků a k vybudování měďárny vyšel od Ing. Paula Kupelwiesera, jednoho z nejvýznamnějších ředitelů a manažerů VHHT, který jako generální ředitel působil ve VHHT v letech 1876 – 1893. P. Kupelwieser ještě jako ředitel Teplické válcovny a bessemerovny přijal nabídku majitelů VHHT – Rothschildů a Gutmannů a vedení vítkovických železáren převzal k 1. červenci 1876. Řízení Teplických válcoven, jejichž akcie tehdy drželi z velké části také Rothschildové a Gutmannové, předal P. Kupelwieser až koncem roku 1877 svému příteli Karlu Wittgensteinovi [2].

P. Kupelwieser převzal VHHT ve špatném technickém, výrobním a hospodářském stavu, a to částečně i v důsledku hospodářské krize, která vypukla v roce 1873. Vypracoval plán na přestavbu a rozšíření provozů, zastavoval zastaralé výrobní agregáty a stavěl nové. Jeho působnost v železárnách byla zřetelná na každém úseku: od zajištění železných rud, přes výrobu surového železa, oceli, válcovny a výrobu trubek až po mechanické dílny, kovárnou a strojírnou [3].

Co přivedlo P. Kupelwiesera k myšlence vybudovat měďárnu ve Vítkovicích? To můžeme vypátrat z jeho knihy „Aus den Erinnerungen eines alten Österreicher“ [4], v níž se dočteme:

„Cesta, která mne vedla do Gruschau (Hrušova), byla štěrkována materiálem, který byl velmi podobný bohaté železné rudě. Při zpáteční cestě jsem vystoupil z vozu a odnesl z cesty tolik železné rudy, použité jako štěrk, kolik se mi jí vešlo do kapesníku. Chemická analýza tohoto materiálu, použitého jako štěrk pro cestu, činila 62 % Fe, tedy jako velmi bohatá železná ruda. Pro 1,5 % mědi, který materiál obsahoval, neumožnil zatím Vítkovicím okamžité použití, protože Vítkovice musely nejdříve hledat zpracování poměrně velkého množství železa bohatého na měď.

Náš chemik Mikolos zjistil již první zkouškou, že jemně rozemletý materiál a jeho pražení s přísadou kuchyňské soli umožní plnou extrakci mědi a že získaná měď by ve slušné hodnotě značně přesáhla náklady extrakce. Já jsem zde doslova našel na cestě peníze a ihned jsem se snažil tento dosud nepoužívaný materiál zajistit smlouvami na léta, což se mi také částečně podařilo“.

V roce 1878 přijal P. Kupelwieser do Vítkovických železáren německého hutníka a vysokopecáře Dr. Ing. E. Holze na přestavbu vysokých pecí a pro obstarání kvalitnější rudné základny. Společně pracovali i na projektu nového provozu pro využívání kyzových

výpalků odpadajících při výrobě kyseliny sírové v chemické továrně v Hrušově nedaleko Moravské Ostravy. Hlavním výrobkem nového provozu měďárny – Kupferhütte byla cementační měď a po její elektrolytické rafinaci se získala čistá měď, stříbro a zlato. Odměděné výpalky, zbavené síry se využívaly k výrobě železa jako hodnotná železná ruda k výrobě aglomerátu a briket jako vsázka pro vysoké pece.

Princip odměďování kyzových výpalků

Princip odměďování kyzových výpalků spočívá v jejich rozemletí a smíchání s průmyslovým chloridem sodným NaCl, pražení této směsi, čímž se měď převede do rozpustné formy, a jejím vyluhování. Z vyluhu se měď vysráží železem jako prášková cementační měď, která se pere, suší, plní do pytlů a odesílá k rafinaci. Jde o kombinovaný pyrohydrometalurgický proces, jehož produktem je cementační měď pro další zpracování. Odměděné výpalky jsou použitelné pro aglomerování nebo briketování jako vsázka pro vysoké pece.

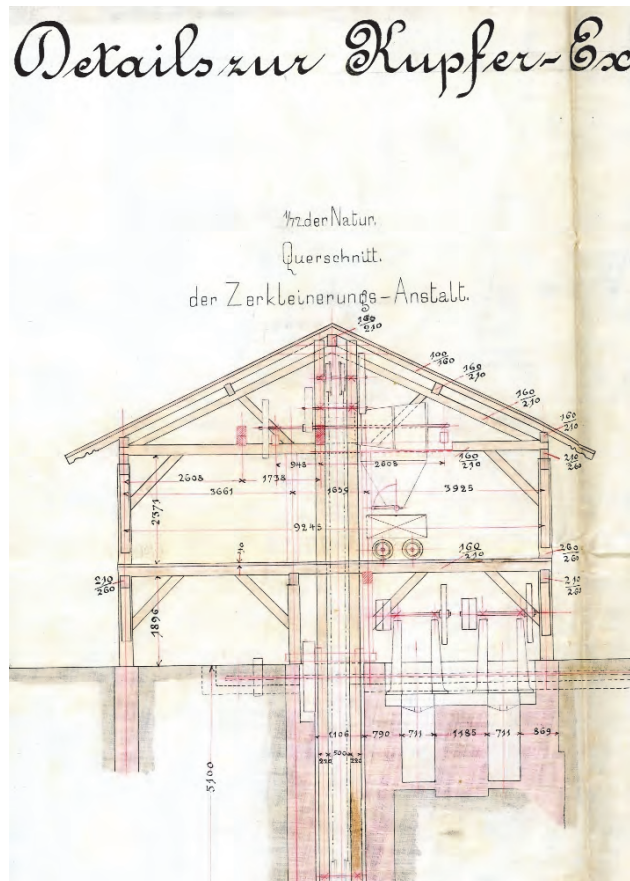
Vznik měďárny a její vývoj

Výstavba původní měďárny – Kupferhütte byla zahájena ještě v roce 1878 na území bývalé Rudolfovy hutí mezi starou martinskou hutí a rudným mostem, který sloužil k zásobování modernějších vysokých pecí Lürmannovy konstrukce č. 1 a 3 v blízkosti koksovny, jak je patrné z katastrální mapy VHHT z roku 1896 (obr. 1) [5].



Obr. 1 Katastrální mapa z roku 1896 přibližuje původní umístění měďárny ve VHHT na území bývalé Rudolfovy hutě [5]

Nejdříve bylo postaveno zařízení na mletí kyzových výpalků, ruční pražicí pece a louhovna. Nejstarší dochovaný výkres měďárny představuje řez budovou na mletí výpalků, z něhož lze vyvodit, že byla vybavena kolovými mlýny (obr. 2). Až v roce 1892 byla zřízena elektrolytická rafinace cementační mědi [6]. Příkladem Vítkovických železáren se později řídily i jiné vysokopeční podniky, které si také zavedly provozy na odměďování kyzových výpalků [7].



Obr. 2 Výkres řezu budovou pro mletí kyzových výpalků z roku 1880 [15]

Po více než dvacetiletém provozování původní měďárny bylo v letech 1900 – 1901 přistoupeno k zahájení prací na stavbě nového extračního zařízení na měď, které bylo situováno od původní měďárny poněkud východním směrem na parcelu č. 689 Vítkovice. To již bylo definitivním místem měďárny a jejích přístaveb až do ukončení provozu na začátku 60. let minulého století [8]. Byla vybudována nová pražírna s dvanácti ručními pražicími pecemi a louhovna.

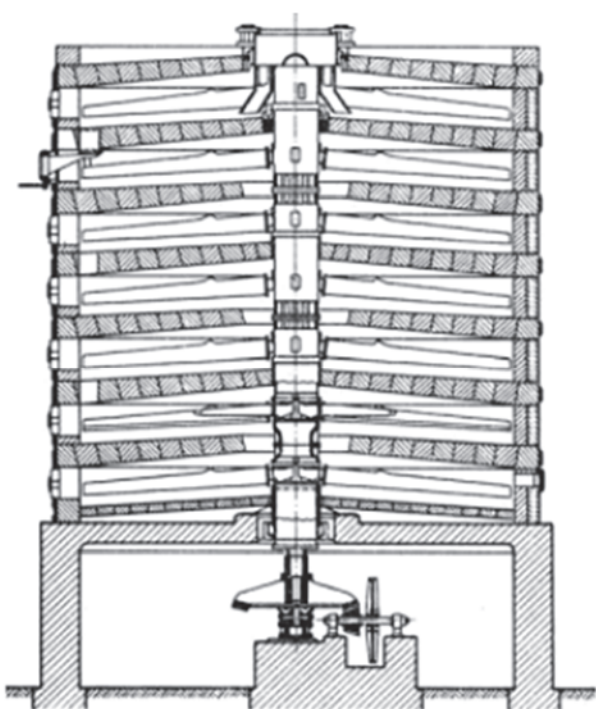
V roce 1912 bylo přistoupeno k rekonstrukci novostavby měďárny zrušením ručních pražicích pecí, jejichž obsluha byla fyzicky velmi vyčerpávající, a na jejich místě byly postaveny dvě pětietážové rotační mechanické pece Ramén-Beskow. Celkový pohled na měďárnu po její rekonstrukci poskytuje obr. 3.



Obr. 3 Celkový pohled na měďárnu z roku 1913 [16]

Pro spékání vypražených kyzových výpalků a dalších hutních odpadů byla vedle měďárny postavena aglomerace a první spékací pás byl uveden do provozu v roce 1918. Aglomerace byla později rozšířena o další dva spékací pásy. (Historie aglomerace jako součásti měďárny si určitě zaslouží samostatné zpracování).

V rámci rozšíření měďárny v letech 1926 – 1927 bylo zřízeno nové rudiště, mlýn na rozemílání výpalků a vznikly nové přístavby k budovám pražírny a louhovny. Obě pražicí rotační pece Ramén-Beskow byly přestavěny na sedmietážové pece a k nim byla ještě postavena nová sedmietážová pražicí pec také typu Ramén-Beskow v provedení německé firmy Humboldt AG Köln. Tento typ pecí, původně určených pro pražení měděných rud, navrhli a zkonstruovali švédští chemici a hutníci Arthur Ramén a Jacob Beskow [9]. Konstrukce pecí se rychle rozšířila do mnoha hutí v zahraničí. Schéma sedmietážové rotační pražicí pece Ramén-Beskow ukazuje obr. 4 [10].

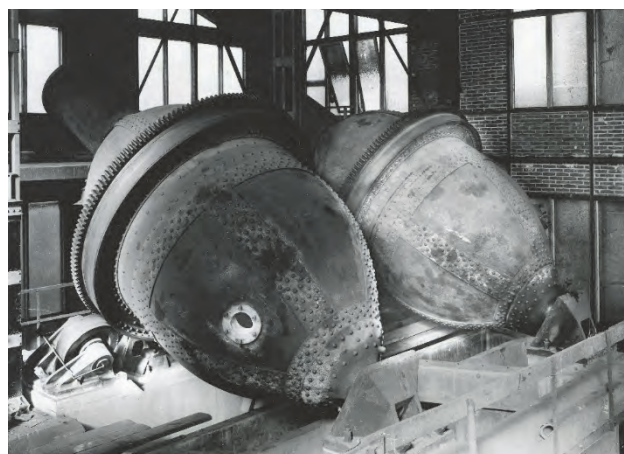


Obr. 4 Nárysny řez sedmietážové rotační pražicí pece Ramén-Beskow [10]

Nově byla postavena také budova na srážení zinku. Dominantou všech provozů se stal zděný komín o výšce 65 m, sloužící pro odvádění pražných plynů z pražicích pecí [11]. Pohled do interiéru budovy louhovny a srážírny po rozšíření měďárny ukazuje obr. 5 a 6.



Obr. 5 Interiér louhovny – pohled na loužicí kádě v roce 1926 [17]



Obr. 6 Srážecí bubny měďárny v roce 1927 [18]

Další přístavbou měďárny se stal v roce 1937 provoz vanadovny, v níž se vyráběl ferovanad z vysokopecních strusek při výrobě železa z rud obsahujících vanad. (I tento provoz by si zasloužil podrobného zpracování).

Na konci 30. let a počátku 40. let minulého století došlo v měďárně k některým přístavbám a přestavbám, ke zřízení chemické laboratoře a ke stavbě nové kondenzační věže pro plyny z pražírny.

Technologie odměďování

Technologie odměďování kyzových výpalků a celý výrobní proces probíhal ve vítkovické měďárně ve čtyřech základních operacích [6]:

1. úprava výpalků a příprava směsi,
2. pražení,

3. loužení,
4. srážení a sušení cementační mědi.

Výrobní technologie odráží postupy, které byly uplatňovány v 50. letech minulého století a zachovaly se až do ukončení provozu.

1. Úprava výpalků a příprava směsi

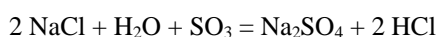
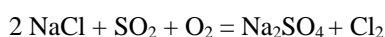
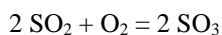
Do měďárny byly přisunovány kyzové výpalky bohaté na měď s obsahem od 0,70 do 3,50 % Cu, které se skládaly na rudišti a byly podrobeny chloridačně-sulfatačnímu pražení. Výpalky se ukládaly separátně podle obsahu mědi a síry a navážely se do tří zásobníků. Talířovými podavači se odebíraly podle druhů, aby vznikla požadovaná směs o žádaném chemickém složení. Ze čtvrtého zásobníku se odebírala sůl NaCl a korečkovým výtahem přes dvě záchvějná síta se směs dopravovala ke dvěma válcovým mlýnům.

Kyzové výpalky chudé na měď s obsahem 0,35 až 0,70 % Cu byly vyluhovány přímo bez předchozího chloridačně-sulfatačního pražení a skládaly se v louhovně do příslušného zásobníku.

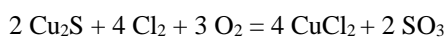
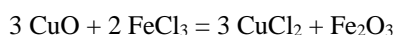
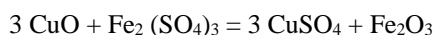
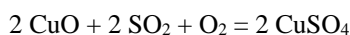
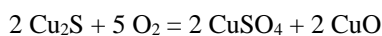
2. Pražení

Směs se původně pražila v ručních pražicích pecích a od roku 1912 v mechanických rotačních etážových pecích.

Protože obsah NaCl ve směsi se podle obsahu síry pohyboval od 3 do 4 %, probíhalo v pecích současně chloridační i sulfatační pražení podle chemických reakcí:



Převod nerozpustných sloučenin mědi a ostatních kovů na sloučeniny rozpustné ve vodě probíhal podle těchto reakcí:



Pro iniciaci exotermických reakcí se topilo v prvních etážích pražicích pecí koksárenským plynem a vzniklé plyny z těchto etáží se vedly do komína. Pražné plyny z ostatních etáží se vedly nejdříve přes dvě vodou zkrápněné kondenzační věže vyložené vnitřním kyselino-vzdorným pláštěm, kde se ve vodě absorbovaly kyselé složky kouřových plynů (SO_2 , HCl , Cl_2 , SO_3) a poté se vedly do centrálního komína. Kyselý kondenzát se pak

používal k vyluhování vypražených výpalků Optimální teplota v prostoru pražicích pecí byla 350 – 400 °C, teplota materiálu se pohybovala kolem 450 – 500 °C. Pražené výpalky byly z pecí vynášeny třásacím žlabem poháněným vzduchem a dopravovaly se plechovým dopravním pásem přes navlhčovačku do louhovny.

3. Loužení

Horké výpalky dopravované od pražicích pecí procházely před navážením do loužicích kádí navlhčovačkou, kterou tvořil otočný talíř se stíračem. Výpalky dopadající na talíř se zkrápěly vodou a stírač je shraboval do zásobní kádě. Účelem navlhčování bylo výpalky o teplotě asi 300 °C ochladit a zahájit hydrataci bezvodých solí pro urychlení následujícího vyluhování. Výpary od navlhčovačky procházely nejdříve prašnými komorami, v nichž se zachytily stržené pevné částice, a pak se pomocí ventilátoru pneumaticky dopravovaly do dřevěného odtahu.

Navlhčené pražené výpalky se zavázely drapákem do dvanácti loužicích železobetonových kádí elipsoidního půdorysu. Kádě byly vyloženy dřevěnými prkny a meziprostory mezi betonem a dřevem byly vylity asfaltem. Dřevěná (nejlépe modřínová) prkna chránila beton před korozí a mechanickým poškozováním drapákem. Dno každé nádrže tvořil filtr vytvořený vrstvou kusového křemene o zrnitosti cca 80 mm a hrubšího podílu koksového prachu 6 – 10 mm.

Loužení probíhalo protiproudě, aby výluhy dosáhly dostatečné koncentrace. Kondenzační kyselina (kyselý kondenzát) získaná absorpcí z pražných plynů se vedla proti proudu výpalků tak, až koncentrace měďnatého výluhu dosáhla hodnoty 20 – 40 g Cu/l a jeho hustota nabyla hodnoty 1,21 – 1,44 g/mm³.

Kromě pražených výpalků se loužily přímo i výpalky nepražené a také ty, které již během pražení pyritu byly vypraženy tak, že se měď z nich dala vyloužit bez předchozího pražení v měďárně. Byly to převážně výpalky obsahující 0,35 – 0,70 % Cu. Za správně vypražené a vyloužené výpalky byly pokládány ty, u nichž se loužením snížil obsah Cu na 0,10 – 0,15 %. Vyloužené výpalky se vybíraly drapákem z kádí a navážely do zásobníku, z něhož se pomocí dopravního vozu převážely do provozu aglomerace.

4. Srážení a sušení cementační mědi

Srážení mědi z výluhů získaných loužením výpalků se provádělo cementací kovovým železem – byl to odpad z výroby trubek. Proces probíhal ve třech srážecích bubnech vejčitého tvaru, zhotovených z oceli a zevnitř chráněných olověným plechem. Tento plech byl dále chráněn proti mechanickému opotřebením dřevěnými špalíky. Za nepřetržitého otáčení bubnu trvala cementace asi dvě hodiny při teplotě výluhu kolem 40 °C. Obsah mědi ve výluhu se snížil na 0,10 – 0,15 g/l. Cementační měď se jako kal vypouštěla ze srážecích bubnů do usazovacích nádrží. Matečný výluh se sedimentací

dekantoval a zahuštěný kal se filtroval na tkaninových nučích s vakuovým odsáváním a promýval studenou vodou. Odfiltrovaný a promytý kal se pak sušil v parním sušiči. Vysušená cementační měď se shromažďovala v zásobnících a plnila automatickým plnicím zařízením do čtyřnásobných pytlů z natronového papíru a odesílala k rafinaci.

Odpadní výluh zbavený mědi se vypouštěl přes stanici dodatečného srážení do řeky. Produkt dodatečného srážení, obsahující asi 50 % Cu, se jako podřadná směs odesílala pod názvem černá měď v surovém a vlhkém stavu také k rafinaci.

Obsluha měďárny

Obsluhu na jedné směně směnárny tvořili dva jeřábníci a dva jejich pomocníci pro skládání surovin ze železničních vozů na dvou kolejích, dva pracovníci pro obsluhu válcových mlýnů, jeden pražič, po jednom pracovníkovi pro manipulaci se vsázkovým materiálem, pro obsluhu třásacího žlabu, jeden loužič, jeden srážec mědi a jeho pomocník a pracovník pro obsluhu čerpadel. Celkem měl tedy provoz 13 pracovníků. Měďárna pracovala nepřetržitě na tři osmihodinové směny.

Chemické složení vsázky k pražení:	1,08 % Cu, 2,66 % NaCl, 51,65 % Fe, 1,77 % Zn, 0,42 % Pb, 3,24 % S, 0,068 % As, 0,0026 % Ag, 0,00005 % Au
Hmotnostní podíly vsázky:	694,7 kg pražené výpalky a 305,3 kg surové výpalky, celkem 1000 kg
Spotřeba průmyslové soli:	30,0 kg/t pražených výpalků
Spotřeba železa ke srážení:	971,0 kg/t cementační Cu
Výtěžek cementační mědi:	6,85 kg/t celk. výpalků
Obsah Cu v cementační mědi:	90,0 %

Spotřeby energií:

koksový plyn:	460 MJ/t pražených výpalků
elektrická energie:	12,25 kWh/t celk. výpalků
průmyslová pára:	27,0 kg/t cementační Cu
voda:	0,88 m ³ /t celk. výpalků
stlačený vzduch:	27,40 m ³ /t celk. výpalků

Podle technologických a výrobních zpráv byla teoretická kapacita měďárny 140 tis. t. kyzových výpalků ročně, avšak např. v roce 1950 bylo zpracováno 145 643 t výpalků a získáno bylo 1237,8 t cementační mědi [6].

Ukončení provozu měďárny a její proměny

Dne 16. ledna 1964 rozhodla celopodniková technicko-ekonomická rada Vítkovických železáren navzdory

Suroviny, výrobní a energetické údaje

V počátcích provozování měďárny byly zpracovávány kyzové výpalky dopravované z nedaleké hrušovské chemické továrny a později se sortiment rozšířil o výpalky dovážené ze Slovenska, Španělska, Řecka, Itálie, Norska a dalších zemí [12]. Například kyzové výpalky bohaté na měď původem z Kypru, určené k pražení v měďárně, obsahovaly 1,50 % Cu, 3,0 % S a s 59 % Fe nebo výpalky chudé na měď Rio Tinto ze Španělska, které byly používány přímo k loužení, obsahovaly 0,70 % Cu, 4,0 % S a 58 % Fe. Průmyslová sůl obsahovala min. 97 % NaCl a podle nařízení ministerstva financí se musela před použitím denaturovat. Denaturování se provádělo prosypáváním průmyslové soli kyzovými výpalky při skládání z vozů. Pro vysrážení mědi z výluhů byl používán ocelový trubkový odpad, jehož kusy nesměly být delší 500 mm a těžší než 10 kg.

Následující bilance přiblíží některé vsázkové, provozní a energetické hodnoty při výrobě cementační mědi. Údaje jsou z počátku 50. let minulého století [6].

odmítavému postoji vedení závodu 1, pod který byl tehdy začleněn vysokopeční provoz s koksovou a měďárnou, o zřízení nového specializovaného provozu pro opravy pojízdných mísičů a pánví na ferromangan. Dosavadní fungující pracoviště bylo již zastaralé a z hlediska technického vybavení naprosto nevyhovující, jelikož některé opravy probíhaly v důsledku nedostatečné provozní kapacity přímo pod širým nebem, a to za každého počasí. Jako vhodné prostory byly vybrány uvolněné objekty měďárny, jejíž provoz měl být podle vnitropodnikového harmonogramu zastaven 9. listopadu 1959 v souvislosti s tři roky plánovanou generální opravou, na jejíž provedení byly vyčleněny náklady ve výši 25 mil. Kčs v tehdejší měně. Z původního provozu mělo během stanovených devadesáti dnů rekonstrukčních prací pod vedením Ing. Ericha Preisse zůstat pouze ocelová konstrukce budovy. Staré Greenealtovy pánve měly být nahrazeny moderním zařízením podle patentu Ing. Patermanna. Nové vzduchové chlazení aglomerátu mělo výrazně přispět ke snížení prašnosti. Jednalo se o velmi výkonné čerpadlo vzduchu, pro kterou měla být

postavena samostatná budova strojírny. Nové zařízení dokázalo protáhnout proudy vzduchu žhavým aglomerátem na konci pásu, ochladit vsázku a horký vzduch spolu s prachem prohnat znovu aglomerační hmotou na začátku pásu, čímž by pomohlo zvýšit žár spékání. Kromě toho bylo schopno zachytit prach jako ve velkém filtru. Tento odvážný projekt však nakonec nebyl realizován. K definitivnímu ukončení fungování měďárny došlo k 1. srpnu 1962, které podnikový ředitel Hojecký zdůvodňoval Ministerstvu hutního průmyslu a rudných dolů všeobecnou zchátralostí provozního zařízení, zejména nebezpečným stavem komínu a aktuálním nedostatkem pracovních sil pro vysokou pec č. 6. Klíčovou roli hrálo rozhodnutí hlavního odběratele cementační mědi n. p. Spolana Neratovice stornovat další dodávky v souvislosti s nutnou rekonstrukcí jejich provozů.

Hlavní budova pražických pecí a louhovny byla nakonec přeměněna v první polovině 60. let na opravárnu pojízdných mísičů surového železa, vítkovickými zaměstnanci důvěrně pojmenovanými jako „veroniky“. Rekonstrukce zahrnovala vnitřní stavební úpravy a instalaci obslužného vybavení. V budově se prováděly mechanické a zednické opravy mísičů surového železa – opravy pláštěů, bourání zbytků vyzdívky, a nové vyzdívání. Od roku 1968 začala sousedící budova měďárny sloužit jako sklad žárovzdorného materiálu, čímž došlo k centralizaci jednotlivých pracovišť, k dokonalejšímu způsobu skladování a v konečném důsledku ke zvýšení operativnosti při zásobování žárovzdorným materiálem. Náklady na tuto rekonstrukci přesáhly 1,165 mil. Kčs tehdejší měny [13].

Osud objektu, příznačně stále nazývaného jako „veronikárna“, byl po zastavení provozu vysokých pecí v roce 1998, podobně jako i jiných budov a technologických zařízení bývalého vysokopecního závodu, které jsou dnes součástí městské památkové zóny – industriálního areálu Dolní oblast Vítkovice, po dlouhou dobu nejasný. Po roce 2003 sloužil ke skladování smaltovaných plechů a vybraných vyřazených provozních zařízení.

Zemědělské museum

Původní budovu měďárny, rekonstruované na „veronikárnu“ společně s vedlejší halou, která sloužila jako sklad žárovzdorného materiálu, po dobu delší než dvacet let chátrala a čekala na svou novou budoucnost [14].

Na základě ujednání mezi vedením Národního zemědělského muzea v Praze a ministerstvem zemědělství bylo v roce 2017 rozhodnuto, že obě budovy budou rekonstruovány a revitalizovány podle návrhu architektů Josefa Pleskota a Milana Šramla na novou pobočku tohoto muzea. Muzeum má kromě hlavní budovy na pražské Letné další čtyři pobočky v republice. Ostravská pobočka bude pátá a do revitalizovaných budov bude přemístěna část jedinečné sbírky historické zemědělské techniky formou otevřeného studijního depozitáře a současně bude zde otevřena interaktivní expozice potravinářství, zamě-

řená na kvalitní české potraviny, jejich složení, rozmanitost a technologii zpracování.

Stavební práce budou zahájeny v roce 2018 a podle plánovaných předpokladů by měla být pobočka muzea otevřena veřejnosti ke konci roku 2019. Jak bude muzeum vypadat, již nyní ukazuje vizualizace stavby podle návrhu architektů (obr. 7).



Obr. 7 Vizualizace dvojhalí pobočky Národního zemědělského muzea Praha v Dolní oblasti Vítkovice, foto Národní zemědělské muzeum Praha [19]

Takovou proměnu starého hutního provozu jeho zakladatel – generální ředitel Vítkovického horního a hutního těžířstva Ing. Paul Kupelwieser, ani dosud žijící pamětníci a bývalí pracovníci měďárny by určitě neočekávali.

Literatura a archivní odkazy

- [1] TEJZR, Ludvík: *Historický rozbor NKP jako příprava pro plánované nové využití – Dolní oblast VÍTKOVICE*. Rukopis pro společnost Studio Ranný Vítkovice. Vítkovice, 2008, s. 8.
- [2] RANDÝSEK, Robert: *Paul Kupelwieser*. Magazín VÍTKOVICE 18. 4. 1996, č. 8, s. 12; Magazín VÍTKOVICE 2. 5. 1996, č. 9, s. 12.
- [3] MYŠKA, Milan aj.: *Historická encyklopedie podnikatelů Čech, Moravy a Slezska do poloviny XX. stol. I*. Ostrava: Ostravská univerzita, 2003, s. 250, 251.
- [4] KUPELWIESER, Paul: *Aus den Erinnerungen eines alten Österreicherers*. Wien: Gerold und Co., Stefanplatz 8, 1918, s. 94, 95.
- [5] Archiv VÍTKOVICE a.s., fond: Vítkovické horní a hutní těžířstvo, katastrální mapa těžířstva, 1896, inv. č. 3844, karton č. 827.
- [6] Archiv VÍTKOVICE, a.s., fond: Vítkovice s. p. – závod 1, Technologie výrobního pochodu, 1952, karton č. 26.
- [7] DANIHELKA, Antonín aj.: *Dějiny hutnictví železa v Československu*, 2. díl. Praha: ACADEMIA, 1986, s. 37.
- [8] Archiv VÍTKOVICE, a.s., fond: Vítkovické horní a hutní těžířstvo, Louhovna a pražírna pro měďárnu, 1901, inv. č. 7843, karton č. 2293.
- [9] GUINCHARD, K. (ed.): *Sweden-Historical and statistical Handbook*, English issue. Stockholm: Government printing office P. A. Norsted and Söner, 1914, s. 239. https://sv.wikipedia.org/wiki/Arthur_Ram
- [10] PIETSCH, Erich (ed.): *Gmelins Handbuch de Anorganischen Chemie*, Kupfer Teil A-Lieferung 1. Heidelberg: Springer-Verlag Berlin GmbH., 1955, s. 432.
- [11] Archiv VÍTKOVICE, a.s., fond: Vítkovické horní a hutní těžířstvo, poř. č. 566 - Stavba vysokého zděného komínu u měďárny, 1926; poř. č. 576a - Měďárna - stavba budovy pro pražicí pec, zvětšení dvou mech. pražicích pecí, postavení třetí pražicí pece, 1927; poř. č. 579 - Měďárna - stavba budovy na srážení zinku, povolení k užívání, parc. 1071/1, 1927, inv. č. 7843, karton č. 2300.
- [12] Archiv VÍTKOVICE, a.s., fond: Vítkovické horní a hutní těžířstvo, Popis měďárny, spékacího zařízení, pojednání ohledně výroby a postupu práce v měďárně, 1932–1933, inv. č. 6868, karton č. 1819.

- [13] Jiskra 11. 11. 1959, č. 86, s. 1 a 2; Archiv VÍTKOVICE, a.s., fond: Vítkovice s. p. – vrstva II 1954–1963, Informace o zastavení provozu měďárny, 1962, karton č. 169; Studie využití měďárny jako skladu žáruvzdorného materiálu a pánví, 1962–1963, karton č. 125; Tamtéž fond: Vítkovice s. p. – závod 1, Ekonomické zhodnocení výstavby pracoviště pro vyzdívání pojízdných míšičů, pánviček a skladu žáruvzdorného materiálu v budově bývalé louhovny-měďárny, 1964, karton č. 140; Jiskra 29. 9. 1966, č. 39, s. 1; TEJZR Ludvík – JONSZTA, Vladislav – MOJZYSZEK, Alois: *Historie vysokých pecí Vítkovických železáren 1836-1972. I. díl.* Studie pro TEVÚH Praha. Vítkovice 1972 s. 99.
- [14] <https://www.nzm.cz/ostrava-od-2019-gastronomie-a-zemedelska-technika>; https://ostrava.idnes.cz/v-halach-ve-vitkovicich-vznikne-muzeum-dy9-ostrava-zpravy.aspx?c=A170331_2316344_ostrava-zpravy_woj
- [15] Archiv VÍTKOVICE, a.s., fond: Vítkovické horní a hutní těžířstvo, Řez budovou pro mletí kyzových výpalků, 1880, poř. č. 576a, inv. č. 7843, karton č. 2224
- [16] Archiv VÍTKOVICE, a.s., fond: Vítkovické horní a hutní těžířstvo, fotografie pozitiv č. 1514
- [17] Archiv VÍTKOVICE, a.s., fond: Vítkovické horní a hutní těžířstvo, fotografie pozitiv č. 5515
- [18] Archiv VÍTKOVICE, a.s., fond: Vítkovické horní a hutní těžířstvo, fotografie pozitiv č. 6127
- [19] https://ostrava.idnes.cz/v-halach-ve-vitkovicich-vznikne-muzeum-dy9-ostrava-zpravy.aspx?c=A170331_2316344_ostrava-zpravy_woj; Národní zemědělské muzeum Praha

Poznámka redakce k článku Historie a proměny vítkovické měďárny

Hutnické listy zde uveřejňují zcela původní autorský článek, jehož téma nebylo dosud nikde publikováno. Tento článek má tedy prvenství ve zpracování historie výroby neželezných kovů na území bývalého závodu 1 ve Vítkovických železárnách. Neželezné kovy byly v provozu měďárny vyráběny jako druhotný produkt hutní prvovýroby ve vysokopecním závodě. Měďárna se vyvíjela jako svébytný provoz, který byl do vysokopecního závodu organicky začleněn, byla na něj napojena dopravně, energeticky, zásobováním a jinými činnostmi, zajišťujícími chod provozu. Její historie a možná i existence je mezi techniky málo známá.

-red-



HANNOVER MESSE 2018

Když se propojí IT s klasickou automatizací

Svým vedoucím tématem „Integrated Industry – Connect & Collaborate“ se veletrh HANNOVER MESSE 2018, který se uskuteční ve dnech 23. dubna - 27. dubna 2018, zaměřuje právě digitální transformaci průmyslu. V halách vymezených pro IAMD - Integrated Automation, Motion & Drives - a na digitální továrnu - Digital Factory - firmy předvedou, jaké změny v současnosti u nich probíhají a jaká nová řešení a obchodní modely vznikají spojením informačních technologií a integrované automatizace.

„IT a průmysl k sobě mířily ze dvou směrů,“ říká Arno Reich, Global Director IAMD a Digital Factory v týmu veletržní správy HANNOVER MESSE. „V časech digitální transformace však táhnou za jeden provaz a nelze na ně už nahlížet odděleně: Výrobci automatizační techniky nyní disponují velkou softwarovou kompetencí a zhodnocují své produkty a služby prostřednictvím digitálních technologií. Koncerny se zaměřením na IT a internet věcí se nyní soustředí na průmysl, přizpůsobují svou dosavadní nabídku pod heslem platformová ekonomika a nacházejí v průmyslu velmi atraktivní aplikační prostředí.“

Odhalit potenciály digitální transformace v průmyslu, to znamená pro firmy změnit myšlení a sebe samotné. Výrobci automatizační techniky se nyní zaměřují také na software a firmy vyrábějící výrobní zařízení současně nabízejí digitální produkty a služby. Německá asociace strojírenského průmyslu VDMA má k dispozici velké množství dat, které svědčí o tom, že digitalizace působí jako motor průmyslu. Studie VDMA obsahují údaje o rychle rostoucím významu apps, big data analytics nebo digitálních platform. Kromě toho asi 20 % firem v sektoru strojírenství plánuje vyčlenění digitálního obchodu do vlastních dceřiných společností.

„Zažíváme nyní radikální průlom,“ říká Rainer Glatz, jednatel odborných svazů elektrotechnické automatizace, softwaru a digitalizace při VDMA. „Několik let musely digitalizační technologie jako PLM, MES nebo CRM bojovat s předsudkem, že zvyšují především náklady. To se nyní mění. Digitalizace je stále více považována za motor nových obchodních modelů a obratu navíc.“

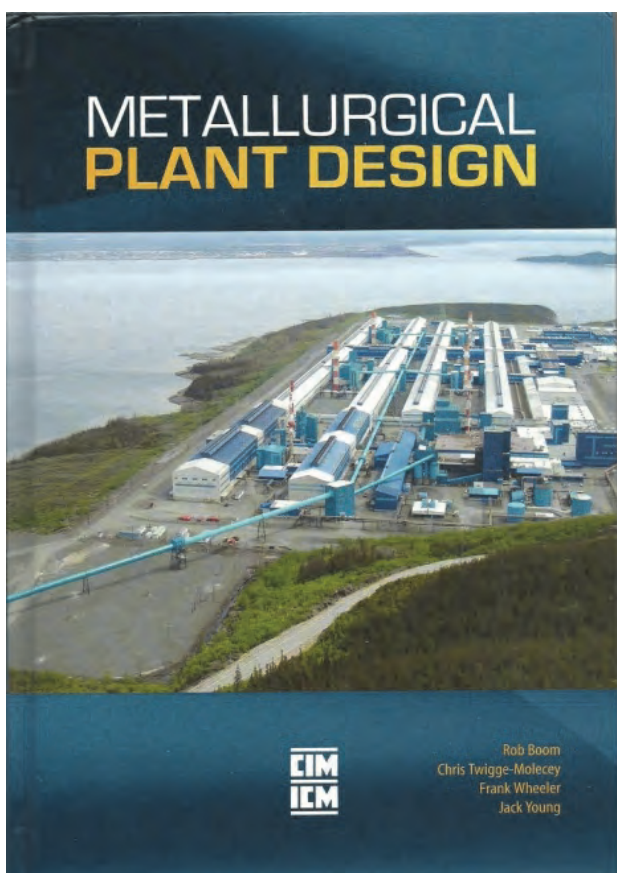
(z tiskové zprávy)

Nová literatura

Rob Boom, Chris Twigge-Molecey, Frank Wheeler, Jack Young

Metallurgical Plant Design

(Recenze Ing. Josef Kuběna, CSc.)



V posledních desetiletích, kdy ve světě enormně narůstala potřeba kovů a kdy byl alokován obrovský kapitál do budování těžebních kapacit a zpracovatelských závodů, často u rozvojových a investičních projektů docházelo k překračování jejich rozpočtů, zpomalení náběhu proti plánu a v důsledku toho ne vždy byla dosažena očekávaná návratnost pro vlastníky nových budovaných zařízení. Lze jistě najít více příčin, proč se tak stalo, ale jednou z nich jsou chyby při návrhu zařízení včetně nedostatečného poloprovozního odzkoušení (piloting) nových technologických procesů.

Proces návrhu a výstavby výrobního závodu, a zejména metalurgického, je vždy spojen s riziky. Kniha je výsledkem společného úsilí skupiny předních odborníků

poskytnout základní instrukce, jak zmírnit tato rizika a zajistit úspěšnost projektu. V roce 2015 ji vydal Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum v Montrealu. Má 278 stran s četnými ilustrativními obrázky a grafy. Další 36 stran představují přílohy. Vedle čtyř výše uvedených autorů se na tvorbě knihy podílela i řada dalších odborníků, zejména z globální poradenské, inženýrské a projekční organizace Hatch Ltd (www.hatch.com). Ti jsou pak jmenovitě uváděni v záhlaví jednotlivých kapitol.

Kniha (ISBN 978-1-92687227-8) je rozdělena do 12 kapitol: Úvod, Posuzování rizik projektu, Projekt jako obchodní případ, Výběr místa, Fázování projektu, Řízení technologických rizik, Zákaznický orientované řešení, Hledisko udržitelného rozvoje, Bezpečnostní hlediska, Dispoziční řešení a logistika, Realizace projektu, Výhled do budoucnosti. Na konci každé z kapitol jsou uvedeny odkazy na související literaturu. Dále kniha obsahuje přílohy: Hlavní aktivity při projektování ve fázích FEL1 až FEL3, Poznámky k nakládání se zdroji ionizujícího záření, Životopisy autorů a technických redaktorů, Seznam symbolů, Rejstřík.

Předmětem knihy *Metallurgical Plant Design* je podle autorů navrhování (projektování) hutních závodů v nejširším slova smyslu. Každý projekt výrobního závodu představuje završení mnoha multidisciplinárních aktivit. K návrhu zařízení pro výrobu užitečných a hospodárných výrobků na bázi kovů je třeba samozřejmě a především využívat znalost metalurgických procesů. V hutnických projektech však často bývá přehlížena projekce a konstrukce výrobního zařízení. Specifické požadavky často nejsou dobře známy, natož aby byly dostatečně respektovány. Podstatným faktorem je rovněž umění správně navrhnout potřebné technologické toky. Dále je žádoucí a výhodné, aby se projekt pokud možno opíral o použití spolehlivých procesů. Kniha si klade za cíl ukázat, jak správně aplikovat tyto zásady. Je určena všem, kdo se podílí na vývoji a realizaci hutních závodů, a to včetně vlastníků, finančníků, projektantů, technologů, výzkumníků, stavebních a projektových inženýrů. Jelikož k obecnému tématu projektování výrobních závodů již rozsáhlá literatura existuje, klade kniha důraz především na specifika odvětví hutnictví.

Z praxe je známo, že největší příležitost k dosahování úspor je na počátku projektu, tj. dříve, než se objedná zařízení a zahájí stavební práce; při pozdějším hledání úspor v projektu pak náklady na případné změny dramaticky narůstají. Při projektování hutních závodů se osvědčuje strukturovaný přístup k fázování projektu, který (podle autorů) nejdříve vyvinuli Hatch, Goode a Noskiewicz v roce 1974. V knize se v této souvislosti používá dnes všeobecně zavedený termín "Front-End Loading" s fázemi FEL1 – koncepční studie (definování možných variant), FEL2 – výběr nejvíce životaschopné varianty (Prefeasibility Study), FEL3 – definování rozsahu projektu (Feasibility Study). Ukazatelem hodnoty projektu je jeho ekonomika posuzovaná z pohledu celého životního cyklu (Net Present Value), tedy nejen investičních a provozních nákladů zařízení. Ke schválení projektu dochází po dokončení fáze FEL3. Fáze FEL4 pak představuje realizaci projektu.

Není v možnostech recenze zabývat se podrobněji všemi kapitolami knihy. Určitě však stojí za to, věnovat se ve větším detailu alespoň některým, jako je například kapitola 3 – *The Business case: defining the project*. Termín *Business case* lze přitom překládat nejen doslovně jako *Obchodní případ*, ale spíše jako *Obchodní záměr (příležitost, scénář)* či *Investiční záměr (rozvaha)*.

Autoři uvádějí, že úspěch projektu hutního závodu spočívá na třech klíčovách prvcích: Příznivá "business case", tj. existence vhodné obchodní příležitosti pro daný projekt, pak – volba vhodných metalurgických procesů pro projektovaný závod a dále odpovídající návrh technologického vybavení a podpůrné infrastruktury.

"Business case" je nejen základním kamenem pro projekt, ale je také živým dokumentem, který se s projektem vyvíjí. Jeho nejučinnějšího dopadu se dosáhne, pokud je nedílnou součástí plánu projektu ve fázích FEL1 až FEL3, kdy se mezi těmito fázemi kontroluje, zda projekt má dostatečné opodstatnění pro další pokračování.

Základní otázky, které by měly být v rámci zpracování *Business case* zodpovězeny, jsou:

- Jaké jsou cíle projektu?
- Je projekt ekonomicky a technicky proveditelný?
- Bude projekt vydělávat peníze a bude konkurenceschopný?
- Byly zvažovány vhodné alternativy?
- Jaká jsou potenciální rizika a příležitosti a mohou být zmírněny?

Důležitost "business plánu" při definování cílů na počátku projektu (a jeho revize v průběhu životního cyklu) je ukázána pomocí 6 případových studií: výstavba nového závodu Hoogovens po 1. světové válce, jeho rozšíření po 2. světové válce, rekonstrukce závodu po zániku společného podniku Estel v roce 1982, výstavba a rozšiřování závodu Wakayama společnosti Sumitomo od roku 1942 do roku 1970, jeho restrukturalizace po ropné krizi v roce 1973, výstavba závodu Saldanha

v Jižní Africe za účelem využití místních surovin a vytváření zisku z exportu hotových výrobků.

V kapitole 4 – *Site selection* jsou kromě zásad pro výběr nevhodnějšího místa k výstavbě nového hutního závodu uvedeny i zajímavé informace z historie, jmenovitě o přechodu od zpracovatelských závodů v blízkosti surovinových zdrojů k závodům v místech s příznivými dopravními podmínkami nebo v blízkosti odběratelů. Případové studie se vztahují k závodu Hoogovens, k situaci japonských integrovaných závodů a také ke komplexu pro těžbu a zpracování bauxitu.

Velmi zajímavé informace lze najít v kapitole 6 – *Managing technology risk*, která klade otázku, proč se snažíme vyvíjet nové technologické procesy v metalurgii, když jsou již pro výrobu všech důležitých kovů k dispozici komerčně osvědčené postupy? Odpověď spočívá samozřejmě zejména v dosažení lepší ekonomiky. Je to ale riskantní záležitost. Autoři citují výsledky analýz, proč projekty s významným použitím nových technologií nebyly úspěšné: ignorování nebo špatná interpretace výsledků poloprovozních zkoušek, nedostatečně zvládnutý přechod na větší zařízení, špatné fázování projektu, nezvládnutí formy dodávky "na klíč", nedostatečná nebo žádná týmová kontinuita mezi fázemi projektu. Přitom se většinou uplatnilo více těchto faktorů společně. Autoři poukazují na to, že ani úspěšné poloprovozní zkoušky nemusí stačit, chce-li se pak proces aplikovat na mnohem větším (*scaled-up*) výrobním zařízení.

V kapitole 7 – *Custom designed equipment* (tedy zařízení navrhovaná zákazníkovi "na míru", někdy se v literatuře uvádí „tailored“) se píše, že standardně dostupná zařízení nemusí vždy stačit pro splnění technických a ekonomických potřeb projektu. Použití zařízení "na míru" však do projektu vnáší nový rizikový prvek a mělo by se zvážit až po pečlivé analýze, co nákupu standardního vybavení brání. Poloprovozní a ověřovací zkoušky jsou k této rozvaze velmi důležité. Diskutována je i tzv. Fall-Back strategie pro případ neúspěchu nového řešení a je rovněž poukázáno na možné problémy s duševním vlastnictvím u inovativních řešení.

Kapitola 10 – *Plant layout and logistics* navazuje na předchozí kapitoly a popisuje důležitost správného dispozičního rozvržení závodu a určení přepravních cest pro jeho funkčnost, bezpečnost práce, snadnost výstavby, následnou údržbu a možnost rozšiřování v budoucnu. Zmiňuje koexistenci budovaných závodů s přírodou, tj. na jedné straně vliv přírodních podmínek na jejich fungování a na druhé straně estetičnost budovaných objektů. Z metodologického hlediska se diskutuje význam 3D modelování pro názornou vizualizaci a matematického modelování (modely statické či dynamické, deterministické či stochastické, diskrétní či kontinuální) pro ověření, jak se bude projektovaný systém chovat v různých konfiguracích a za různých podmínek. Uvedeny jsou i čtyři praktické příklady použití dynamických simulací k tomuto účelu.

Kapitola 11 – *Project implementation* je věnována vlastní realizaci projektu, fázi FEL4 – zpracování detailní projektové dokumentace, zajišťování dodávek, vlastní výstavbě, uvedení do provozu a náběhu na plánovanou produkci. V kapitole jsou diskutovány situace v klíčových bodech této fáze, ale také moderní způsoby tvorby výkresové dokumentace, otázka hodnocení technických nabídek dodavatelů, výhodnost předmontáže a modularizace dodávek, příprava na uvádění do provozu. Uvádí se, že ačkoliv se kniha soustřeďuje na projektování hutních závodů, stejnou důležitost má ve fázi FEL4 i kontraktace, vlastní výstavba a uvádění do provozu. Klíčové osoby z projekčního týmu by se proto měly zúčastnit i uvádění do provozu, školení obsluhy a náběhu produkce již v plném provozním stavu.

V závěrečné kapitole 12 – *Looking to the future* se jako příklad úspěšného projektu, který se řídil postupy popsány v této knize, uvádí mimo jiné rozšíření kanadského závodu na výrobu hliníku *Aluminerie Alouette* z původní kapacity 215 kt na 550 kt za rok. Tato akce byla vyvolána zejména získáním dlouhodobého kontraktu na dodávky levné elektřiny z obří hydroelektrárny *Churchill Falls* na poloostrově Labrador a rostoucím celosvětovým trhem s hliníkem. Projekt rozšíření byl dokončen s nižšími než rozpočtovými náklady, dokonce před plánovaným termínem a své plánované kapacity dosáhl již během prvního roku komerční produkce.

Závěrem ještě uvedme něco víc o jednom z hlavních autorů, Franku Wheelerovi. Frank se narodil v roce 1935 v USA. Jeho otec, ekonom, se v hodnosti plukovníka americké armády dostal za války do Evropy. Rodina se posléze usadila v Praze, kde otec našel zaměstnání v Akademii věd. Frank, po vyučení v SONP Kladno, vystudoval nejprve SPŠ v Ostravě-Vítkovicích a pak Hutnickou fakultu VŠB, kterou absolvoval v roce 1962. Po absolutoriu pak až do roku 1970 zůstal na fakultě jako výzkumný pracovník Ústavu elektrometalurgie, vedeného tehdy doc. Zdeňkem Bůžkem. V té době se mj. podílel na řadě provozních měření na EOP v českých a slovenských elektroocelárnách a slévárnách.

V roce 1970 se s rodinou vystěhoval z Ostravy do Kanady, kde získal zaměstnání u firmy Hatch. Zde se postupně vypracoval až na pozici viceprezidenta pro projekty v oboru hutnictví železa, a i po odchodu do řádného důchodu v roce 2000 stále externě s firmou Hatch spolupracuje. Vedle toho od roku 2007 také působí na University of Toronto jako lektor pro obor Navrhování hutních závodů.

Viz například

https://www.aist.org/AIST/aist/AIST/About%20AIST/Life%20Members/Wheeler_F_LifeMember.pdf

Je pozoruhodné, že jeho čeština, psaná i mluvená, je pořád vynikající.

Poznámka redakce k recenzi knihy **Metallurgical Plant Design**

Jeden z autorů knihy *Metallurgical Plant Design* (Projektování hutních závodů) má k České republice velmi úzký vztah. Je to třetí autor – Ing. Frank Wheeler, CSc. Necht' u jeho jména čtenáře nepřekvapí české tituly. Frank Wheeler, rodem z USA, kde prožil část svého mládí, absolvoval veškerá svá studia v Československu. Hutnické listy jsou s tímto autorem ve styku. Zveřejnily jeho článek „O padesát let později – osobní ohlédnutí“ v č. 6, 2012, roč. 65, s. 145 – 164. V něm se autor vyznává z toho, jaký přínos pro něj mělo studium oboru ocelářství na VŠB v Ostravě, jak kvalitě jej připravily teoretické vyučovací předměty i praktické kurzy, a to jednak pro jeho budoucí povolání a jednak pro vytvoření všeobecného technického rozhledu. Vyzdvihl úlohu externích přednášejících – specialistů z praxe, kteří vedli tyto praktické kurzy, z jejichž náplně čerpal po celý svůj profesní život. Znalosti nabyté ze studia a zkušenosti z dlouholetého působení v tvůrčích i manažerských funkcích v zaměstnání přetvořil spolu se svými spoluautory v publikaci, která je na scéně technické literatury u nás dosti ojedinělá. Kniha *Metallurgical Plant Design* se u nás sice nenachází na běžném knižním trhu, ale pro čtenáře-zájemce je k dispozici v knihovně VŠB – Technické univerzity Ostrava.

-red-

prof. Ing. Karel Tomášek, CSc.

Zaniknuté hutnícké technológie neželezných kovov na Slovensku

(Recenze prof. Ing. František Kavička, CSc., Brno, Česká republika)

Dílejší části dvanáctidílného seriálu se souhrnným názvem "Zaniknuté hutnícké technológie neželezných kovov na Slovensku" byly postupně zveřejňovány v Hutnických listech v letech 2014 až 2016. Je velice záslužné, že díky autorovi prof. Ing. Karlovi Tomáškov, CSc., editorovi a lektorovi Ing. Janu Počtovi, CSc., redakci a citovaným sponzorům nyní seriál vychází v ucelené podobě mimořádného vydání Hutnických listů, roč. 70, 2017. Čtenáře jistě velice zaujme historie kovohutnictví na Slovensku, z níž mnohé je zveřejněno vůbec poprvé. Vývoj metalurgie neželezných kovů byl tak rozmanitý a probíhal v běhu času za tak výrazně rozdílných společenských, politických a hospodářských poměrů, že je na místě upozornění autora v úvodu, aby čtenář vnímal „..... čo v bohatej a pestrej histórii výroby kovov na Slovensku bolo zdrojom rozvoja a čo zdrojom úpadku". Ucelenou publikaci lze velice doporučit k přečtení každému, kdo se o kovohutnictví zajímá. Publikace obsahuje velmi zajímavé a zcela původní informace. Některé z nich, uvedené níže v recenzi, jsou pouhou ochutnávkou. Čtenář je ve všech částech autorem velice zasvěceně uveden do dějinných souvislostí a je mimo jiné postupně seznamován s výraznými osobnostmi (nejčastěji zmiňován Georgius Agricola) nebo významnými událostmi či institucemi, které v průběhu celých staletí pozitivně nebo negativně ovlivňovaly trendy v této oblasti lidské činnosti.

Dozví se i zajímavá statistická čísla, jako je např. v **odst. 1.1** střízlivý odhad, že se Slovensko ze svých bohatých nalezišť v průběhu 600 let podílelo do konce 18. století 35 – 45 % na tehdejší světové produkci zlata, stříbra a mědi. Přitom u zlata samotného zaujímala slovenská produkce dokonce až 50 % (celkem 400 t zlata) světové výroby. Je vhodné upozornit i na některé další údaje, zajímavosti a závěry, které jsou v jednotlivých odstavcích obsaženy.

Odst. 1.2 pojednává o hutnictví mědi na Slovensku. K významným centrům měděné a bronzové metalurgie patřilo již v období let 1700 až 1500 př. Kr. starověké osídlení u Košic a u Spišského Štvrtku. Na přelomu středověku a novověku byla centrem výroby mědi bánsko-bystrická oblast. Banská Bystrica měla přívlastek "měděná". V 1. polovině 16. století např. bylo během 30 roků vyrobeno 50 000 t mědi, takže do hry vstoupil císař Maxmilián I., aby před konkurencí bánskobystrické mědi ochránil alpskou produkci. Prodej měděných bánskobystrických ingotů např. až do Indie (r. 1533) byl organizován lodní dopravou z Gdaňska, jak dokazovaly nálezy těchto ingotů na několika vracích lodí ztrosko-

taných v různých světových lokalitách. Ještě na začátku 19. století se na Slovensku tavila měď ve více než 30 hutích. Pokles nastal v roce 1905. V roce 1990 dosáhla výroba mědi objemu 27 000 t. Výroba mědi pokračuje i dnes, nikoli však už z koncentrátů, ale z odpadů.

Zlato a stříbro se na Slovensku (**odst. 1.3**) dobývalo již v eneolitu (4400 př. Kr.), a to rýžováním na řekách Dunaj, Váh, Hron a dalších. Rýžování probíhalo až do středověku, Marie Terezie dokonce vydala v roce 1749 Rýžovací patent. Už ve 13. století však nastoupily hlubinné procesy a pyrometalurgické postupy dělení zlata a stříbra z rudy. Utajovaná technologie probíhala pouze v Kremnici, která jako město dostala přívlastek "zlatá". Kremnické dukáty se staly nejvyhledávanější mincí v Evropě. Razily se zde i stříbrné groše a denáry. Kremnická mincovna je v provozu dodnes, což je světová rarita. Začátkem 16. století začala těžba zlata klesat. V produkci stříbra měla prioritu Banská Štiavnica (s přívlastkem „stříbrná"). Direktivním rozhodnutím byla výroba zlata v Kremnici v roce 1956 i stříbra v Banské Štiavnici v roce 1964 zastavena.

Odst. 2.1 informuje o těžbě a zpracování olovených rud na Slovensku. Tento nejstarší, lidské civilizaci známý kov se na Slovensku začal těžit již v 8. až 10. století v dolech v Banské Štiavnici. Ve stejném regionu ve 13. až 18. století byla těžba a výroba olova svázaná s již zmíněnou výrobou mědi, stříbra a zlata vzhledem k polymetalickému charakteru zdejších rud a aplikaci kupelačního procesu. Během 200 let trvajícího vojenskopolitického konfliktu se olovo stalo vojensky strategickým kovem. S pokračujícími léty a hloubkou těžních děl klesal v rudě obsah stříbra a zlata a stoupal obsah olova a mědi, takže se jako výrobní postup používalo redukční tavení v šachtových pecích, a to prakticky až do roku 1968, kdy výroba zanikla. Ještě statistická čísla: například v letech 1797 – 1806 se v Banské Štiavnici vyrobilo na prodej 270 až 570 t olova, kromě olova potřebného pro výrobu stříbra a zlata. Rekordní komerční roční výroba činila koncem 50. let minulého století 3190 t.

Zinek (**odst. 2.2**) se na Slovensku nikdy nevyráběl z primárních rud a koncentrátů, ale až v minulém století z druhotných surovin, i když se s výstavbou závodu na výrobu zinku z polymetalických rud těžených hlubinným způsobem v Banské Štiavnici a na východním Slovensku uvažovalo (plánovaná kapacita 40 000 t/r). Výroba zinku přetavováním zinkových odpadů a jeho vycezováním začala kolem roku 1965 v Banské Bystrici. Produktem byl čistý tvrdý zinek. Technologie výroby zinku z nemeta-

lických odpadů, založená na srážecí elektrolýze zinku, byla také odzkoušena v Banské Bystrici. Vrcholu této produkce se dosáhlo v roce 1982, kdy se vyrobilo 4000 t elektrolytického zinku. Je třeba též připomenout spolupráci závodu v Žiaru nad Hronom, v jehož laboratorních pracoval autor technologie výroby zinku z druhotných surovin Ing. Košťál, CSc.

Podle **odst. 2.3 pocházejí** první záznamy o výrobě a těžbě rtuti ze 14. století. Rtuť se vyráběla prchavým pražením rumělky nebo tetradritu a následnou kondenzací rtuťových par. Místem výroby byl Dubník, Ortuty, ale také Rožňava, Telgárte, Stará Voda a další, celkem 50 dolů. Skutečný rozvoj nastal až koncem 18. století po aplikaci vynálezu Ignáce von Borna (současník W. A. Mozarta) z roku 1786 ve Sklených Teplicích. Slovensko tak má světové prvenství v amalgamací zlata a stříbra z Ag-Au rud o nízkém obsahu vzácných kovů. Neobvykle bohatá historie výroby rtuti na Slovensku se završila v nejvýznamnější lokalitě Koterbach (Rudňany), kde starý závod pracoval v letech 1895 – 1945 a nový závod v období 1968 – 1993. V roce 1905 se vyrobilo 5,5 t rtuti, v roce 1933 dokonce 37 t. V roce 1945 byla výroba zastavena, avšak v roce 1968 znovu obnovena a ve vrcholném období se vyrobilo 200 t/r. Závod byl uzavřen v roce 1993 na základě nové přísné imisně-emisní legislativy.

Odst. 2.4 pojednává o výrobě antimonu na Slovensku, které bylo v jistém období jeho světově významným producentem, a to vedle Bolívie, Mexika, Číny a dalších. V Číně tento kov znali již 3000 let př. Kr. a v Egyptě 1600 let př. Kr. První evropské písemné záznamy o antimonu pocházejí z r. 62 – 113 po Kr. Vyráběl se vytvářením sulfid antimonitů pod názvem antimo-crudum a redukovaný (rafinovaný) pod názvem antimony-régulus. Nejstarší antimonová huť byla v Bystrom Potoku, kde výroba vrcholila v roce 1857. Z historického hlediska byla významná i Štefanská huť-Kluknava (2. polovina 19. století), protože měla speciální tavírnu tetradritových rud na získávání antimonu v objemu odpovídajícím poloviční spotřebě tehdejšího Uherska. Největším producentem antimonu však byla huť ve Vaskovej, která jako jediná vyráběla antimon po roce 1945. Hlavním producentem však byla již od roku 1912. V roce 1916 činila produkce 750 t/r, v roce 1935 to bylo již 1555 t/r a v 80. letech minulého století až 1800 t/r, což byl významný podíl světové produkce. Výroba byla ukončena v roce 1992. Antimon se používá při výrobě cínových bronzů, tvrdého olova, písmoviny (liteřiny), na pokovování, v elektrotechnice a polovodičové technice a jeho sloučeniny již od starověku v kosmetice a jinde.

Historie niklu a kobaltu na Slovensku není dlouhá (**odst. 3.1**) vzhledem k tomu, že kobalt objevil G. F. Brandt v roce 1735 a nikl A. F. Cronstedt v roce 1751. Nikl je nenahraditelný při výrobě žárupevných a korozi-vzdorných ocelí a superslitin, kobalt má nezastupitelnou úlohu ve výrobě magnetických slitin nebo rychlořezných ocelí. Oba kovy mají ze všech kovů nejširší možnost technologických variant výroby od pyrometalurgických až po hydrometalurgické. První etapa výroby obou kovů probíhala v období let 1780 – 1897 v rudné oblasti

Dobšiná a okolí na základě odborných posudků Ignáce von Borna. Základem byly nálezy kobaltových rud. Od roku 1827 se produkce v podobě pražených Ni-Co koncentrátů, případně přetaveného Ni-Co sulfidického kamínku exportovala do Anglie. V roce 1830 byla roční produkce 86 t kamínku, což bylo 75 % celé produkce habsburské monarchie. Produkce vrcholila v letech 1860 – 1873, kdy se v Německu razily niklové mince. Za tohoto rozmachu se používaly i nejmodernější technologické prvky. Expanze niklu a kobaltu z Kanady, Ruska a Nové Kaledonie byla hlavním důvodem ukončení této výroby na Slovensku v roce 1897. Druhá etapa výroby niklu a kobaltu probíhala v letech 1960 – 1992. V roce 1959 bylo totiž v rámci Rady vzájemné hospodářské pomoci direktivně rozhodnuto o výstavbě niklové hutě v Seredi a za surovinový zdroj stanoveno lateritizovaná hydrosilikátová ruda na bázi železa a niklu s minoritním obsahem kobaltu z Albánie. K výrobě byl vybrán hydrometalurgický proces amoniakálního louhování, realizovaný do té doby v Kanadě, USA a na Kubě. Huť pracovala do roku 1992, kdy vyráběla 2500 t niklu a 60 t kobaltu ročně.

Mangan, jako těžký neželezný kov (**odst. 3.2**), má také na Slovensku, stejně jako nikl a kobalt, krátkou historii výroby. Objeven byl C. W. Scheelem a J. Gahnem v roce 1774. Manganová ruda se těžila v Lednických Rovniach a v lokalitě Kišovce-Švábovce. Zpracovávala se jako přísada do vysokých pecí ve Vítkovických železárnách, ale většinou se exportovala. Po 2. světové válce se kvůli embargovanému niklu rozhodlo mangan vyrábět od roku 1959 v Banské Bystrici, v měděném hamru, kde před tím v roce 1958 byla ukončena výroba mědi. Zvolena byla náročná hydrometalurgická technologie. V roce 1966 se dosáhlo výroby 298 t/r. V roce 1967 však byla výroba zastavena. Nový závod se postavil v obci Krompachy za využití hydrometalurgické síranové technologie s originálními postupy. Od roku 1971 se k výrobě dovážela bulharská ruda s obsahem 25 – 30 % Mn. Produkce se ustálila na výši 750 – 800 t/r manganu vysoké kvality. V roce 1992 byla výroba ukončena.

Hliník (**odst. 4.1**) je jediný neželezný kov, který se na Slovensku vyrábí z primárních surovin, a to v objemu, který je světově významný. Za objevitele hliníku je považován F. Wohler (r. 1827). Hliník však byl znám již od starověku. Novodobá historie výroby hliníku je spojena se Žiarom nad Hronom. Postavení nového závodu pro hliník mělo stejný motiv jako stavba hutě v Seredi pro nikl a kobalt nebo v Krompachoch pro mangan. Za surovinu byl zvolen maďarský bauxit, jehož nižší kvalita si vynutila vývoj a realizaci jedinečné spékací metody získávání Al_2O_3 . Plánovaná kapacita výroby hliníku, zahájená v roce 1953, byla 100 000 t/r. V roce 1987 musel být realizován moderní proces vysokotlakého rozkladu bauxitu Bayerovou metodou podle čl. patentů. Výrobní závod prošel různými peripetemiemi ještě před rokem 1989 i po něm a jeho současnému vedení se pod hlavičkou nové firmy SLOVALCO, a.s. nakonec podařilo výrobu zmodernizovat a při produkci 160 000 t/r dosahovat špičkových světových parametrů.

Posledním zmiňovaným kovem je galium (**odst. 4.3**) objevené v roce 1875. Na Slovensku se vyrábělo 10 % světové produkce tohoto kovu jednou z nejpokročilejších technologií. Galium je nenahraditelné v polovodičové technice. Jeho světová produkce v roce 1985 představovala 35 t/r. Galium nemá v přírodě vlastní minerály, ale nachází se ve stopových množstvích v bauxitech a zinkových rudách. Výroba galia se stala organickou součástí výroby Al_2O_3 spékací metodou. Vývoj výroby na základě originální technologie probíhal v letech 1961 – 1969 a v roce 1981 se dosáhlo produkce 3,5 t/r. Československo se tak stalo světovým producentem galia. Výroba galia byla v Žiaru nad Hronom v 90. letech minulého století ukončena současně s ukončením výroby Al_2O_3 .

Závěr

Čtenář se v publikaci díky autorově zasvěcenému a přehlednému výkladu zorientuje ve vývoji metalurgie neželezných kovů od období starověku, přes středověk a novověk až do současné doby a dovede si vytvořit obraz, jak lze vývoj metalurgie Slovenska začlenit do těchto časových období. Udělá si rovněž ucelenou představu, jak rozvoj chemických věd a objev nových kovů ovlivnil metalurgii neželezných kovů na Slovensku, především v novověku, a konečně jak lehké kovy a vývoj technologií jejich výroby poznamenaly slovenskou metalurgii 20. století. Text je prokládán řadou zajímavých obrázků a dobových fotografií, a to v některých případech dosud málo publikovaných, což také přispívá ke komplexnímu poznání vývoje oboru na Slovensku.



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

5. 4. - 6. 4. 2018 - Hotel Energetic, Rožnov p. Radhoštěm, Česká republika, EU



Tematické okruhy

- Teoretické základy metalurgických procesů
- Technologie výroby oceli v primárních agregátech
- Zpracování oceli na zařízeních sekundární metalurgie
- Problematika zvyšování čistoty oceli
- Fyzikální a numerické modelování metalurgických pochodů
- Odlévání oceli do kokil a na zařízení plynulého odlévání
- Žárovzdomné materiály a vyzdívky metalurgických agregátů
- Řešení ekonomických a ekologických problémů při výrobě oceli
- Možnosti zpracování druhotných surovin vznikajících při výrobě oceli
- Průmysl 4.0

Registrace je prodloužena do 31. 3. 2018. Mimořádná nabídka pro všechny studenty vložné 1750 Kč / 70 EUR.

Podrobnější informace najdete na stránkách konference: <https://www.ocelari.cz/cz/>

Společenská kronika

Odešel pan prof. Ing. Karel Stránský, DrSc.

Není to tak dávno, co jsem přála panu profesorovi vše nejlepší k jeho 85. narozeninám a všichni společně jsme si přáli, aby tady s námi pobyl ještě dlouho. Bohužel se nám to nespěnilo. Pan profesor zesnul v prvních hodinách roku 2018.

Vážený čtenáři Hutnických listů jistě dovoluji, abych se s ním rozloučila za celou odbornou veřejnost krátkou osobní vzpomínkou. S panem profesorem jsem se poprvé setkala při své aspirantuře (nyní doktorské studium) téměř před třiceti lety a bylo to osudové setkání. Pan profesor velmi ovlivnil můj profesní život. V podstatě celých třicet let jsme se společně (samozřejmě i s dalšími kolegy) věnovali problematice studia a modelování chemické mikroheterogenity v kovových systémech, konstituovaných zejména na bázi železa. Vzpomínám, jak jsme sedávali v mé kanceláři a vymýšleli plány experimentů a diskutovali matematické modely. Tyto diskuse přerůstaly ve vyprávění pana profesora o historii výroby železa na našem území, o archeologických nálezích. Archeometalurgie byla totiž jedním z jeho koníčků; podílel se například osobně na výzkumu železného prstenu z Býčí Skály.

Pana profesora jsem také navštěvovala na jeho tehdejšími pracovišti – Vojenském výzkumném ústavu v Brně a později na Fakultě strojního inženýrství VUT v Brně, kde svou profesní dráhu zakončil. Aktivně spolupracoval i s Ústavem fyziky materiálu AV ČR v Brně. Z této spolupráce vzešla jedna z jeho významných prací, monografie o zpětné difuzi uhlíku (kvazistacionární difuze uhlíku).



Při našich četných setkáních jsem poznala i jinou stránku pana profesora, a to tu uměleckou. Po své milované Vysočině chodíval s fotoaparátem a náčrtníkem a fotografoval nebo skicoval krajinu. Pár jeho kreseb, které mi věnoval, mám pečlivě schovaných na památku. Profesor Stránský byl také básník. Měl ten obrovský dar popsat ve verších věci veselé i smutné, verše mu pomáhaly vyrovnat se zejména se smutnými událostmi, které nemohl sám ovlivnit. Vlastním nákladem vydal dvě sbírky veršů, které rozdával přátelům.

Domnívám se, že pana profesora lze nazvat renesanční osobností. Oplýval všestranným talentem a nadáním, a přitom vždy zůstával člověkem skromným a pokorným. Měl rád lidi, byl týmovým hráčem a pozitivně ovlivnil všechny, kteří jej znali. Jsem šťastná, že i já jsem k těmto lidem patřila.

Čest Vaší památce, pane profesore.

Prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc.

Obsah Hutnických listů 2017

Hlavní recenzované články / Main Reviewed Articles

Název článku	Autoři	HL	strana
Hutní suroviny, příprava vsázky / Metallurgical raw Materials, Charge Preparation			
Vliv antracitu na proces spékání a kvalitu aglomerátu Effect of Anthracite Coal on Sintering and Sinter Quality	<i>Ing. Petr Klus, Ph.D.; Ing. Roman Szturc; Ing. Petr Faruzel; Ing. Radek Hermann; doc. Ing. Robert Findorák, PhD.; prof. Ing. Mária Fröhlichová, CSc.; doc. Ing. Jaroslav Legemza, PhD.</i>	4	35-39
Kritické srovnání obsahů minerálních fází stanovených metodami CQMA a XRD Critical Comparison of Contents of Mineral Phase Determined by CQMA and XRD Methods	<i>prof. Ing. Zdeněk Klika, CSc.; Ing. Michal Režný; doc. Mgr. Lucie Bartoňová, Ph.D.</i>	6	4-10
Výroba surového železa / Pig Iron Making			
Vliv prosazování koksu hrášku na provozní parametry vysokých pecí Effect of Nut Coke Charging on Operational Parameters of Blast Furnaces	<i>Ing. Petr Klus, Ph.D.; Ing. Jan Kufa; Ing. Petr Faruzel; Ing. Roman Taska; Ing. Radek Hermann</i>	4	40-44
Výroba oceli / Steel Making			
Historie tvorby, vývoje a ověření originálního numerického modelu teplotního pole pro proces plynulého odlévání bram provozovaný ve VÍTKOVICE STEEL a.s. History of Formation, Development and Verification of the Original Numerical Model of Temperature Field for Continuous Slab Casting Process Operated in VITKOVICE STEEL a.s.	<i>prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.; prof. Ing. František Kavička, CSc.; Ing. Bohumil Sekanina, CSc.; Ing. Miloš Masarik, Ph.D.; doc. Ing. Libor Čamek, Ph.D.; Ing. Tomáš Mauder, Ph.D.; Ing. Lubomír Klimeš, Ph.D.</i>	1	4-16
Začlenění dynamického modelu BrDSM teplotního pole plynule odlévané bramy do řídicího systému ve VÍTKOVICE STEEL a.s. Integration of the Dynamic Solidification Model BrDSM of Temperature Field for Continuous Slab Casting to the Control System in VITKOVICE STEEL a.s.	<i>prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.; prof. Ing. František Kavička, CSc.; doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.; Ing. Tomáš Mauder, Ph.D.; Ing. Lubomír Klimeš, Ph.D.; Ing. Bohumil Sekanina, CSc.</i>	1	17-34
Originální numerický model chemické heterogenity plynule lité ocelové bramy a jeho spojení s numerickým modelem teplotního pole Original Numerical Model of Chemical Heterogeneity of a Continuously Cast Steel Slab and its Relation to a Numerical Temperature Field Model	<i>prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc.; prof. Ing. Karel Stránský, DrSc.; doc. RNDr. Věra Dobrovská, CSc.; Ing. Hana Francová, PhD.; prof. Ing. František Kavička, CSc.</i>	1	35-46

Název článku	Autoři	HL	strana
Numerická a experimentální analýza atypického průvalu ocelové bramy v pásmu rovnání při plynulém odlévání ve VÍTKOVICE STEEL a.s. Numerical and Experimental Analysis of Atypical Breakout of a Steel Slab in the Straightening Zone during Continuous Casting in VÍTKOVICE STEEL a.s.	<i>prof. Ing. František Kavička, CSc.;</i> <i>prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc.;</i> <i>prof. Ing. Karel Stránský, DrSc.;</i> <i>prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.;</i> <i>doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.;</i> <i>Ing. Tomáš Mauder, Ph.D.;</i> <i>Ing. Bohumil Sekanina, CSc.</i>	1	47-61
Analysis of Phase Transformation Temperatures of Real Steel Grades Analýza teplot fázových transformací reálných značek ocelí	<i>Ing. Ondřej Martiník; doc. Ing. Bedřich Smetana, Ph.D.;</i> <i>prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc.;</i> <i>Ing. Aleš Kalup; Ing. Simona Zlá, Ph.D.;</i> <i>Ing. Monika Kawuloková, Ph.D.;</i> <i>doc. Ing. Karel Gryc, Ph.D.;</i> <i>prof. Ing. Karel Michalek, CSc.;</i> <i>Ing. Petr Dostál; Ing. Lubomíra Drozdová</i>	2	16-21
Influence of Casting Speed on Solidification of Continuously Cast Round Steel Billets Vliv licí rychlosti na tuhnutí kruhových plynule odlévaných ocelových předlitků	<i>Ing. Jana Sviželová; doc. Ing. Markéta Tkadlečková, Ph.D.;</i> <i>prof. Ing. Karel Michalek, CSc.;</i> <i>doc. Ing. Karel Gryc, Ph.D.;</i> <i>doc. Ing. Ladislav Socha, Ph.D.</i>	2	22-27
Parametric Study of Continuously Cast Steel Billet 150 × 150 mm Parametrická studie plynule litého ocelového sochoru 150 × 150 mm	<i>prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.;</i> <i>prof. Ing. František Kavička, CSc.;</i> <i>doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.;</i> <i>Ing. Tomáš Mauder, Ph.D.;</i> <i>Ing. Lubomír Klimeš, Ph.D.</i>	3	29-39
Effect of Cooling of the Ingot on its Macro-structural and Chemical Heterogeneity Vliv intenzivního chlazení ingotu na jeho makrostrukturní a chemickou heterogenitu	<i>Ing. Jaroslav Pindor, Ph.D.;</i> <i>Ing. Vladislav Kurka, Ph.D.;</i> <i>Ing. Jana Kosňovská; Ing. Šárka Štefanišínová; doc. Ing. Ladislav Socha, Ph.D.;</i> <i>prof. Dr. Ing. René Pyszek</i>	3	47-57
Nitrogen in Chromium Melt during Use of Oxygen-nitrogen Nozzle at Low Pressure, Preparation of the Experiment Dusík v chromové tavenině během používání kyslíko-dusíkové trysky za sníženého tlaku, příprava experimentu	<i>Ing. Vladislav Kurka, Ph.D.;</i> <i>doc. Ing. Petr Jonšta, Ph.D.;</i> <i>Ing. Zdeněk Carbol, Ph.D.;</i> <i>prof. Ing. Jiří Bažan, CSc.;</i> <i>doc. Ing. Ladislav Socha, Ph.D.</i>	4	30-34
Thermal Analysis of Alloys Based on Fe-C-Cr in High-Temperature Area Termická analýza zliatin na báze Fe-C-Cr vo vysokoteplotnej oblasti	<i>Ing. Lubomíra Drozdová; doc. Ing. Bedřich Smetana, Ph.D.;</i> <i>Ing. Simona Zlá, Ph.D.;</i> <i>Ing. Mario Machů; prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc.;</i> <i>doc. Ing. Lenka Řeháčková, Ph.D.;</i> <i>prof. Ing. Karel Michalek, CSc.;</i> <i>doc. Ing. Karel Gryc, Ph.D.</i>	5	4-10
Zlepšení vnitřní jakosti kovárenského ingotu úpravou skladby hlavové části kokilové sestavy Improvement of the Internal Quality of the Forging Ingot by Adjusting the Structure of the Head Part of the Ingot Mold Assembly	<i>Ing. Vladislav Kurka, Ph.D.;</i> <i>Ing. Jaroslav Pindor, Ph.D.;</i> <i>Ing. Jana Kosňovská</i>	6	69-73
Tváření, / Forming			
Dynamické chování vysokopevných pancéřových ocelových plechů Dynamic Behavior of High Strength Armor Steel Plates	<i>Ing. Radek Tomášek; Ing. Vratislav Mareš</i>	5	21-26

Název článku	Autoři	HL	strana
Vztah mezi teplotou nulové pevnosti a teplotou solidu uhlíkových ocelí Relationship between the Nil-strength Temperature and Solidus Temperature of Carbon Steels	<i>Bc. Andrea Mertová; Ing. Petr Kawulok, Ph.D.; prof. Ing. Ivo Schindler, CSc.; doc. Ing. Bedřich Smetana, Ph.D.; Ing. Simona Zlá, Ph.D.; Ing. Rostislav Kawulok, Ph.D.; Ing. Stanislav Rusz, Ph.D.; Ing. Petr Opěla, Ph.D.; Ing. Lubomíra Drozdová; Ing. Vojtěch Ševcůk</i>	6	11-18
Sestavení modelu deformačního odporu za tepla pomocí umělých neuronových sítí a konstitutivních vztahů Creation of Hot Flow Stress Model Utilizing Artificial Neural Networks and Constitutive Relationships	<i>Ing. Petr Opěla, Ph.D.; Ing. Petr Kawulok, Ph.D.; Ing. Rostislav Kawulok, Ph.D.; Ing. Stanislav Rusz, Ph.D.; Ing. Vojtěch Ševcůk</i>	6	19-26
Tvařitelnost nízkolegované CrMo oceli v širokém rozsahu deformačních podmínek Formability of Low-alloyed CrMo Steel in Wide Range of Deformation Conditions	<i>Bc. Ondřej Kotásek; prof. Ing. Ivo Schindler, CSc.; Ing. Petr Kawulok, Ph.D.; Ing. Rostislav Kawulok, Ph.D.; Ing. Petra Váňová, Ph.D.; Ing. Kateřina Konečná; Ing. Stanislav Rusz, Ph.D.; Ing. Vojtěch Ševcůk; Ing. Petr Opěla, Ph.D.</i>	6	27-35
Processing of Commercial Purity Titanium by ECAP Using a 90 Degrees Die at 350 °C Temperature Využití technologie ECAP pro zpracování titanu při teplotě 350 °C v matici s úhlem 90°	<i>doc. Ing. Miroslav Greger, CSc.; Ing. Rostislav Kawulok, Ph.D.</i>	6	74-78
Numerická simulace záпустkového kování vačky Numerical Simulation of Die Forging of a Cam	<i>Ing. Tomáš Perna, Mgr. Marek Vindyš</i>	6	79-82

Materiálové inženýrství / Material Engineering

Hydrogen Diffusion in the TRIP Steel 800 C-Mn-Si-Al Difuze vodíku v ocelích TRIP 800 C-Mn-Si-Al	<i>Ing. Taťána Kulová; prof. Dr. Ing. Jaroslav Sojka; Ing. Petra Váňová, Ph.D.</i>	2	4-7
Linear Coefficient of Thermal Expansion and Density of Steel Obtained Using Thermo-mechanical Analysis, Dilatometry and Calculations Lineární koeficient teplotní roztažnosti a hustota oceli stanovené pomocí termomechanické analýzy, dilatometrie a výpočtů	<i>Mgr. Aleš Kalup; Ing. Jaroslav Beňo, Ph.D.; Ing. Simona Zlá, Ph.D.; Ing. Lubomíra Drozdová; Ing. Monika Kawuloková, Ph.D.; prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc.; Ing. Ondřej Martiník; Ing. Petr Dostál; doc. Ing. Bedřich Smetana, Ph.D.</i>	2	8-11
Development of a New Type of Chromium Modified Steel Vývoj nového typu chromové modifikované oceli	<i>Dr. Ing. Zdeněk Kuboň; Ing. Miroslav Liška, CSc.; Ing. Vladislav Kurka, Ph.D.</i>	4	5-10
Evaluation of Material Properties of Welded Joint of Component for Nuclear Power Stations of the type MIR 1200 Hodnocení vlastností svarového spoje pro komponenty jaderných elektráren typu MIR 1200	<i>Ing. Ladislav Kander, Ph.D.; Ing. Petr Čížek, Ph.D.; Ing. Šárka Stejskalová</i>	4	11-16
Utilization of Neural Networks for Evaluation of Material Properties of Structural Steels based on SPT Results Využití neuronových sítí pro identifikaci materiálových vlastností konstrukčních ocelí z výsledků SPT	<i>Ing. Ladislav Kander, Ph.D.; Ing. Petr Čížek, Ph.D.; Ing. Zdeněk Kuboň</i>	4	17-23
Crack Growth Rate of R7T Steel under Uniaxial Loading Rychlost růstu trhliny oceli R7T při jednoosém namáhání	<i>Ing. Vratislav Mareš; Lukáš Horský</i>	5	11-15

Název článku	Autoři	HL	strana
Magnetické vlastnosti sorbentů na bázi Fe ₂ O ₃ / CeO ₂ Plates Magnetic Properties of Sorbents Based on the Fe ₂ O ₃ / CeO ₂	prof. Dr. RNDr. Jiří Luňáček; doc. Ing. Ondřej Životský, Ph. D.	5	27-30
Chemical Analysis of Friction Composites Used in Automotive Brake Systems Using Energy Dispersive XRF Method Chemická analýza třecích kompozitů používaných v brzdových systémech automobilů, využívající energodisperzní XRF metodu	doc. Ing. Vladimír Tomášek, CSc.; Ing. Barbora Thomasová, PhD.; prof. Ing. Jana Seidlerová, CSc.; Ing. Marie Kociánová	5	35-55
Hodnocení creepových charakteristik ocelí - metody a úskalí Evaluation of Creep Characteristics of Steels - Methods and Pitfalls	Dr. Ing. Zdeněk Kuboň	6	36-40
Korozní únava austenitických ocelí používaných v jaderně energetickém strojírenství Corrosion Fatigue of Austenitic Steels for Nuclear Power Engineering	prof. Ing. Zdeněk Jonšta, CSc.; doc. Ing. Petr Jonšta, Ph.D.; Ing. et. Ing. Taťána Fenclová	6	47-51
Evanescentní vlny v nanostrukturách Evanescent Waves in Nanostructures	prof. Ing. Jaromír Pištora, CSc.; doc. Dr. Ing. Michal Lesňák	6	59-64
Možnosti klinických měření metodou SPR Possibilities of Clinical Measurements by SPR Method	doc. Dr. Ing. Michal Lesňák; prof. Ing. Jaromír Pištora, CSc.	6	65-68
Neželezné kovy / Non-ferrous Metals			
Predikce deformačního chování předslitiny Al-35Ta v software Digimat Prediction of Deformation Behaviour of the Al-35Ta Master Alloy Using the Digimat Software	Ing. Martin Pohludka, Ph.D.; Ing. Daniel Petlák; Ing. Martin Kraus, Ph.D.	5	16-20
Vliv stárnutí na plně lamelární slitinu Ti-45Al-5Nb-0.2B-0.75C Effect of Ageing on the Fully Lamellar Ti-45Al-5Nb-0.2B-0.75C Alloy	Ing. Tomáš Čegan, Ph.D.; Ing. Jan Juřica; Ing. Ivo Szurman, Ph.D.	6	52-58
Strojírenské dohotovení hutních výrobků / Machinery Finalizing of Metallurgical Products			
Porovnání laboratorních výsledků a numerické simulace tahové zkoušky řetězu Comparison of Experimental Results and Numerical Simulation of the Chain Tensile Test	Mgr. Marek Vindyš; Ing. Miroslav Melkus	4	50-55
Dependence of the Abrasive Water Jet Cutting Quality on Steel Properties Závislost kvality řezání abrazivním vodním paprskem na vlastnostech oceli	Ing. Vladan Geryk; prof. Ing. Libor Hlaváč, Ph.D.	5	31-34
Slévárenství / Foundry Industry			
Casting Technologies of Manufacturing of Metallic Foams and Possibilities of Their Use as a Heat Exchanger Slévárenské technologie výroby kovových pěn a možnosti jejich využití coby výměníku tepla	Ing. Ivana Kroupová; Ing. Filip Radkovský; doc. Ing. Petr Lichý, Ph.D.	3	40-46

Název článku Autoři HL strana

Ekologie, recyklace, druhotné zpracování materiálu / Environmental Protection, Recycling, Secondary Material Processing

Study of Phosphate Retention on Model of Amorphous Blast Furnace Slags Studium retence fosfátů na modelových amorfních vysokopecních struskách	Ing. Huczala Radim; doc. RNDr. Kostura Bruno, Ph.D.; Dr. Ing. Dalibor Matýsek	2	28-32
---	---	---	-------

Teplná technika, pece, žárovzdorný materiál / Thermal Engineering, Reheating Furnaces, Refractory Material

Evaluation of Resistance of Refractory Concretes with Heterogeneous Structure to Sudden Thermal Shocks Hodnocení odolnosti žárobetonů s heterogenizovanou strukturou proti náhlým změnám teploty	Ing. Mgr. David Mráz; doc. Ing. Jozef Vlček, Ph.D.	2	33-38
Numerical Off-line Model of Temperature Field of a Continuously Cast Billet and its Preparation Numerický off-line model teplotního pole plynule odlévaného sochoru a jeho příprava	prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.; prof. Ing. František Kavička, CSc.; doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.; Ing. Tomáš Mauder, Ph.D.; Ing. Lubomír Klimeš, Ph.D.	3	4-17
Dynamic On-line Model of Temperature Field for Continuous Steel Billet Casting and its Integration into the Control System of the Caster Dynamický on-line model teplotního pole plynule odlévaného ocelového sochoru a jeho začlenění do řídicího systému ZPO	prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.; prof. Ing. František Kavička, CSc.; doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D. Ing. Tomáš Mauder, Ph.D.; Ing. Lubomír Klimeš, Ph.D.	3	18-28

Automatizace technologických procesů / Automation of Technological Processes

Diagnostic Device for 3D Surface Analysis Diagnostické zařízení pro 3D analýzu povrchu	Ing. Robert Hlavica; prof. Ing. Zora Košťalová Jančíková, CSc.; doc. Ing. Robert Frischer, Ph.D.	2	12-15
The Use of Data Mining for the Optimization of the Control Model of the Reheating Furnace Využití data miningu k optimalizaci řídicího modelu ohřívací pece	Mgr. Ing. Tomáš Tykva; doc. Ing. Ivo Špička, Ph.D.; Ing. Vendula Fialová	2	39-42
Hodnocení povrchu desek krystalizátoru s využitím znalostního systému Evaluation of Surface of the Mould Plates with the Use of the Knowledge System	Ing. Vladislav Šťastný; doc. Ing. Jiří David, Ph.D.	3	58-60

Řízení jakosti / Quality Management

Nontraditional Methods of Statistical Process Control Netradiční postupy statistické regulace procesu	Ing. Tereza Smajdorová; prof. Ing. Darja Noskiewičová, CSc.	2	43-48
Možnost predikce povrchové kvality vývalku z automatové oceli 9MnS28 pomocí laserové triangulační metody Current Possibilities of Prediction of Surface Quality of the Rolled Product Made of Free-Cutting Steel 9MnS28 with the use of Laser Triangulation Method	Ing. Zdeněk Solowski; Ing. Lukáš Pindor, Ph.D.; Ing. Milan Plevko; Ing. Karel Milan Čmiel, Ph.D.; Ing. Radek Cieslar	4	45-49

Název článku	Autoři	HL	strana
--------------	--------	----	--------

Zkušebnictví, měřictví, laboratorní metody / Testing, Measurement, Laboratory Methods

Hodnocení materiálových vlastností svarových spojů pro energetické komponenty pracující za superkritických podmínek pomoci miniaturizovaných vzorků a metodou SPT Evaluation of Material Properties of Welded Joints for Power Industry Working at Supercritical Conditions Using Miniaturized Specimens and SPT	<i>Ing. Ladislav Kander, Ph.D.; Ing. Šárka Stejskalová; Ing. Petr Čížek, Ph.D.; Ing. Miroslav Filip</i>	6	41-46
---	---	---	-------

Informační články / Information articles

Zprávy z HŽ, a.s. / Information of HŽ, a.s.

Hutní výroba v ČR a SR. Meziroční porovnání Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2017 a 2016, vč. upřesnění r. 2016	<i>Ing. Ludvík Vala</i>	1	62
Hutní výroba v ČR a SR. Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2017 a 2016	<i>Ing. Ludvík Vala</i>	2	49-50
Hutní výroba v ČR a SR. Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2017 a 2016	<i>Ing. Ludvík Vala</i>	3	61-62
Hutní výroba v ČR a SR. Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2016 a 2017	<i>Ondřej Štec</i>	4	56-57
Vybrané ekologické aspekty rozvoje v odvětví hutnictví železa	<i>Ing. Vladimír Toman</i>	4	58-61

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

Hutní výroba v ČR a SR. Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2016 a 2017	<i>Ondřej Štec</i>	5	56-57
Vybrané ekologické aspekty rozvoje v odvětví hutnictví železa	<i>Ing. Vladimír Toman</i>	5	58-61
Hutní výroba v ČR a SR. Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2016 a 2017	<i>Ondřej Štec</i>	6	83-84

Z hospodářské činnosti podniků, institucí a řešitelských pracovišť / Information on Economical Activities of companies, Institutions and Research Workplaces

Využití odpadního tepla v ocelárně k výrobě elektrické energie a dodávce tepla Waste Heat Recovery in the Steel Mill for Production of Electricity and Heat Supply	<i>Ing. Pavel Szturc, Ph.D.</i>	1	64-65
---	---------------------------------	---	-------

<i>Název článku</i>	<i>Autoři</i>	<i>HL</i>	<i>strana</i>
Realizace nové výrobní linky pro válcování a tvarování listů parabolických pružin Building of New Production Line for Taper Rolling and Forming of Leaves for Parabolic Springs	<i>Ing. Tomáš Grulich</i>	3	63-64
Transformace Hutnictví železa na Ocelářskou unii	<i>Daniel Urban</i>	3	65
Růst produkce oceli táhl export, pokles cen znamenal pro oceláře snížení tržeb o 5,4 %	<i>Daniel Urban</i>	3	65-67
Obnova kompresoru na Vodárně 3 ve společnosti ENERGETIKA TRINEC, a.s. Revamping of Compressor at the Water Tower No. 3 in the company ENERGETIKA TRINEC, a.s.	<i>Ing. Jan Čepec</i>	4	62-63
Bruska sochorů BBS 16	<i>Ing. Grzegorz Podolewski</i>	4	64-66
Taviči a mistři byli školeni ve ŽĎASU	<i>doc. Ing. Václav Kafka</i>	5	40-41

Ze spolkového života a odborných akcí / Information on Associations and Professional Events

Veletrh HANNOVER MESSE v dubnu 2017 ve znamení robotiky a inovativních start-upů	1	66
Konference „Teorie a praxe výroby a zpracování oceli“ se konala letos již po třiatřicáté	2	53
Elektrina a teplo do města přímo z hutních komínů	2	53
26. ročník mezinárodní konference metalurgie a materiálů – METAL 2017	2	54

Ze života škol / Information on Activities of Universities

Zmena názvu Hutníckej fakulty na Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie	3	68
International Studnets´ Day of Metallurgy 11. – 13. května 2017 – ISDM 2017	3	69
Kvízy ze slévárenství obohatily program Festivalu v ulicích v Ostravě	3	69
Košická Hutnícka fakulta má nové meno <i>doc. Ing. Iveta Vasková, PhD.</i>	4	67
Forming 2017	5	42-43
IRON AND STEELMAKING 2017	5	44

Historie hutnictví / History of Metallurgy

Historie výroby kovů a její obraz v bibli. 3. část: Základní používané technologie	<i>Ing. Ladislav Jílek, CSc.</i>	1	77-79
Historie výroby kovů a její obraz v bibli. 4. část: Hutní pece	<i>Ing. Ladislav Jílek, CSc.</i>	2	60-61
Historie výroby kovů a její obraz v bibli. 5. část: Speciální technologie	<i>Ing. Ladislav Jílek, CSc., Ing. Jan Počta, CSc.</i>	3	76-77
Historie výroby kovů a její obraz v bibli. 6. část: Damascénské meče	<i>Ing. Ladislav Jílek, CSc., Ing. Jan Počta, CSc.</i>	4	68-72

<i>Název článku</i>	<i>Autoři</i>	<i>HL</i>	<i>strana</i>
Historie výroby kovů a její obraz v bibli. 7. část: Šperky a liturgické předměty – prvotní kovové výrobky v historii	<i>Ing. Ladislav Jílek, CSc., Ing. Jan Počta, CSc.</i>	5	45-48
Historie výroby kovů a její obraz v bibli. 8. část: Nástroje a předměty denní potřeby	<i>Ing. Ladislav Jílek, CSc.; Ing. Jan Počta, CSc.</i>	6	85-89

Společenská kronika / Social Chronicle

Prof. Ing. Karel Stránský, DrSc. se dožívá 85 let		1	63
Odešel Ing. Jan Morávka, Ph.D.		2	51
Prof. Ing. Zdeněk Bůžek, CSc. navždy odešel před deseti lety		2	52
Odišiel významný odborník v kovohutníctve Ing. Ladislav Sklenár, CSc.	<i>Ing. Peter Magvaši, CSc.</i>	6	90-91
Významné ocenění AIHEM profesorovi Číhalovi	<i>Eva Kalabisová</i>	6	92

Konference, veletrhy, výstavy / Conferences, Trade Fairs, Exhibitions

Mezinárodní konference NanoOstrava již po páté		3	70
27. ročník mezinárodní vědecké konference IRON AND STEELMAKING se uskuteční začátkem října v Beskydech		3	70

Hutnictví ve světě / Metallurgy in the World

Obsah hutnických listů 2016 / Content of the Metallurgical Journal 2016		6	68-76
--	--	---	-------

Redakční článek

Etický kodex časopisu Hutnické listy

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)

1. Etický kodex autora

Předložením rukopisu redakci autoři stvrzují, že:

- předkládají pouze rukopisy, které jsou jejich původní prací a jsou schopni tuto skutečnost kdykoli na požádání doložit;
- předkládají pouze rukopisy, které nebyly dříve zveřejněny jinde;
- předkládají pouze rukopisy, které v současnosti a do skončení řízení nehodlají publikovat jinde;
- jsou jedinými majiteli autorských práv vzhledem k předkládanému rukopisu, v případě spoluautorství uvádějí všechny spoluautory a mají jejich souhlas s uveřejněním rukopisu;
- oznámí editorovi jakýkoliv střet zájmů související s předloženým rukopisem;
- zřetelně, přesně a jednoznačně uvádějí všechny zdroje použité při tvorbě rukopisu;
- souhlasí s recenzním řízením organizující redakcí;
- postupují článek oboustranně anonymnímu recenznímu řízení a dalšímu hodnocení ze strany redakce;
- informují editora o všech případných chybách v rukopise včetně případných chyb ve výsledcích výzkumu popisovaného v rukopise;
- vydavateli poskytují bezplatné právo k publikování rukopisu v tištěné i elektronické podobě, včetně zařazení článku do databází, ve kterých jsou nebo budou Hutnické listy zařazeny.

2. Etický kodex recenzenta

Recenzenti přijetím rukopisu k hodnocení stvrzují, že:

- neprodleně oznámí editorovi jakékoliv zjištění střetu zájmů;
- zajistí, aby informace týkající se rukopisu a obsažené v rukopise byly důvěrné;
- upozorní editora na veškeré okolnosti, které mohou být důvodem pro zamítnutí vydání rukopisu;
- vždy hodnotí rukopisy pouze z hlediska jejich odborného obsahu;
- zpracují recenzní posudek osobně podle svého nejlepšího vědomí a svědomí;
- informují editora, pokud se necítí dostatečně kvalifikováni k odbornému posouzení rukopisu, nebo že zpracování recenze z jejich strany nebude z jakéhokoli důvodu možné.

3. Etický kodex redakce

Redakce je povinna:

- zajistit, aby informace týkající se předložených rukopisů a jejich autorů byly důvěrné;
- vyloučit jakýkoliv střet zájmů;
- zajistit nepředpojaté a nestranné hodnocení rukopisů pouze pro jejich odborný obsah.



Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Centrum nanotechnologií
Akreditovaná laboratoř č. 1166
17. listopadu 15
708 33 Ostrava Poruba



Laboratoře Centra nanotechnologií poskytují široký rozsah služeb v oblasti chemické, strukturní a fázové analýzy a testování materiálů, zejména v oblasti analýz materiálů a složek životního prostředí, jako jsou vody pitné, povrchové, podzemní a odpadní, vodné výluhy, zeminy, odpady, emise, sedimenty, paliva, kaly, oleje, stavební a silikátové materiály, lihoviny, technický líh, nemrzoucí směsi. Významnou oblastí je rovněž testování a charakterizace frikčních materiálů. V oblasti analytických činností CNT působí již více než dvacet let a prokazuje tak dostatečnou záruku kvality a spolehlivosti poskytovaných výsledků.

Laboratoře Centra nanotechnologií mají zaveden systém managementu od roku 1997, jsou akreditovány Českým institutem pro akreditaci, o.p.s. dle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 jako zkušební laboratoř č. 1166. Laboratoře mají zaveden flexibilní rozsah akreditace, který umožňuje rozvoj poskytovaných služeb v rozsahu akreditovaných metod, avšak flexibilita je nabízena zákazníkům i v oblasti neakreditovaných metod dle požadavků zákazníka, neboť laboratoře nabízí i neakreditované služby v široké oblasti chemických analýz i v oblasti fázové a strukturní analýzy. Těmto službám se pracovníci věnují se stejným úsilím, jako v případě metod akreditovaných.

Na základě dlouhodobých zkušeností a získaných odborností jsou zákazníkům nabízeny a poskytovány konzultace, interpretace výsledků a odborná stanoviska, a rovněž vývoj a zavádění nových metod zahrnující komplexní řešení zadané problematiky v oblasti anorganických i organických materiálů dle požadavků zákazníka.



Analýza povrchu metodou mikroskopie atomárních sil (AFM)



Metoda stanovení prvků rentgenovou fluorescenční spektrometrií (XRF)



ICP-MS přístroj pro měření nízkých koncentrací prvků v kapalných prvcích



Superkritická fluidní extrakce pro extrakci organických látek z pevných vzorků



Plynový chromatograf s tandemovou hmotnostní spektrometrií pro analýzu organických látek

20. – 22. 6. 2018
WERK ARENA TŘINEC
ČESKÁ REPUBLIKA



**MEZINÁRODNÍ
VÝSTAVA** TECHNICKÝCH
NOVINEK,
PATENTŮ A
VYNÁLEZŮ

2
ROČNÍK



www.inventarena.cz