

ROČNÍK /VOL. LXXIII
ROK/YEAR 2020

4-6



Hutnické listy

METALLURGICAL
JOURNAL

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

WWW.HUTNICKELISTY.CZ
ISSN 0018-8069





KAŽDÝ ROK DODÁME
500 000 tun oceli
DO ŽELEZNIČNÍ DOPRAVY



NAŠE OCEL POMÁHÁ PLANETĚ



TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY

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

Vydavatel / Publisher

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

Redakce / Editorial Office

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

Vedoucí redaktor / Chief Editor

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

Technický redaktor / Technical Editor

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

Grafický redaktor / Graphic Editor

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

Tisk / Printing

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

Grafika titulní strany / Graphic design of the title page

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

Podkladová fotografie / Underlying photograph

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

Redakční rada – Předseda / Editorial Board – Chairperson

prof. Ing. Jana Dobrovská, CSc.

VŠB – Technická univerzita Ostrava, Ostrava, Česká republika

Členové / Members

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

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

Časopis vychází 6× ročně. Cena jednotlivého čísla 200 Kč. K ceně se připočítává DPH. Roční předplatné (tištěného vydání) základní 1190 Kč, studentské 20 % sleva proti potvrzení o studiu. K předplatnému se připočítává poštovné vycházející z dodávek každému odběrateli. Po dohodě se zahraničními odběrateli je možno stanovit cenu v Euro (€) jako souhrnnou včetně poštovného. Předplatné se automaticky prodlužuje na další období, pokud je odběratel jeden měsíc před uplynutím abonentního období písemně nezruší prostřednictvím listinné nebo elektronické pošty. Objednávky na předplatné přijímá redakce nebo SEND Předplatné, spol. s r.o., Ve Žlíbku 1800/77, hala A3, 193 00 Praha 9-Horní Počernice, Česká republika (+420 225 985 225, send@send.cz). Informace o podmínkách publikace, inzerce a reklamy podává redakce.

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

Etický kodex

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

© OCELOT s.r.o., 2020

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

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

The journal is published 6 times a year. Price of a single issue is CZK 200 without VAT. Net price of basic annual subscription (printed edition) is CZK 1190, student have 20% discount against the confirmation of study. Forwarding cost (postage) is added to the net price of subscription. Upon agreement with the foreign customers the subscription price, including postage, can be paid in Euro. Subscription is automatically renewed for the next year, unless the customer does not cancel it at the latest one month before the expiry of the subscription period in writing or by electronic mail. Orders are to be sent to the Editorial Office or SEND Předplatné, spol. s r.o., Ve Žlíbku 1800/77, hala A3, 193 00 Praha 9 -Horní Počernice, Czech Republic (+420 225 985 225, send@send.cz). Editorial Office provides also information on the conditions of publication of articles and on conditions of advertising.

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

Ethical code

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

© OCELOT s.r.o., 2020

The journal was included by the Government Council for Research and Development of the Czech Republic into the list of non-impacted peer-reviewed journals published in the Czech Republic and in the database of reviewed journals Publons.

Obsah / Content

Úvodník / Editorial

- Ing. Jaroslav Pindor, Ph.D.* 4
Jak dále v časopise Hutnické listy?
- Ing. Jan Czudek* 5
Cesta k uhlíkové neutralitě nebude snadná, ale je potřeba se po ní vydat

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

Recenzované vědecké články / Peer-reviewed Scientific Papers

- doc. Ing. Markéta Tkadlečková, Ph.D.; Ing. Josef Walek; prof. Ing. Karel Michalek, CSc.* 8
Ing. Tomáš Huczala, Ph.D.
Numerické modelování vyplouvání vměstků za stacionárního stavu proudění oceli v mezipánvi
Numerical Modelling of floating out of Inclusions under Steady State Steel Flow in a Tundish

Recenzované výzkumné články / Peer-reviewed Research Papers

- Ing. Tomáš Huczala, Ph.D.; Ing. Petr Kučírek; Ing. Jaromír Kaleta; Ing. Michal Sniegoň* 19
doc. Ing. Markéta Tkadlečková, Ph.D.
Využití skenovacího elektronového mikroskopu v procesu výroby oceli pro monitoring
vývoje nekovových vměstků
Using of Scanning Electron Microscope in the Steel Production Process for Monitoring
of Non-Metallic Inclusions
- doc. Ing. Jozef Vlček, Ph.D.; doc. Ing. Vlastimil Matějka, Ph.D.; doc. RNDr. Bruno Kostura, Ph.D.* 26
Research of Handling of Waste, Materials and Other Products from Metallurgical
and Related Process Plant
Výzkum nakládání s odpady, materiály a vedlejšími produkty hutních a souvisejících provozů
- Ing. David Stoniš; Ing. Martin Papoušek* 31
Systém detekce strusky pro kontinuální lité – sledování vibrací
Slag detection system for continuous casting – vibration detection

Informační články / Informative Articles

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

- Jiří Dufek* 34
Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2019 a 2020

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

- Ing. Pavel Nekoxa* 35
Vývoj šroubové pružiny s progresivní charakteristikou pro tlumení vibrací ve stavebnictví
Development of a Helical Spring with a Progressive Characteristic for Absorption
of Vibration in Civil Engineering

<i>Ing. Jan Čepec</i> Modernizace odsíření a denitrifikace na kotlích Teplárny E3 společnosti ENERGETIKA TŘINEC, a.s.	38
<i>Jan Jakeš; Marek Ciosk</i> Společnost ENVIFORM přichází s novou verzí systému MEDIC Bezpečí a zdraví zaměstnanců ohlídají „hodinky“	41
Představení projektu Platforma AVO+	42
Projekt Boost4BSO byl zahájen v dubnu 2020	43
Dekarbonizácia slovenskej ekonomiky 2020	44
Z odborných společností / From professional companies Asociace výzkumných organizací (AVO) slaví třicet let existence	46
Ze života škol / Information on Activities of Universities <i>doc. Ing. Markéta Tkadlečková, Ph.D.; Ing. Ivana Kroupová, Ph.D.</i> Nabídka on-line setkávání i virtuální prohlídka FMT	49
Společenská kronika / Social Chronicle Odešel prof. Ing. Jaromír Pištora, CSc.	51
Výstavy, veletrhy, konference / Exhibitions, Fairs, Conferences <i>Petra Doleželová, Michaela Staníčková</i> European Integration 2020 ve virtuální podobě	52
Aktuality v hutnictví / Newsreel in Metallurgy	53
Humor s hutní tematikou	56
Inzerce • TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s. • Kovárna VIVA a.s. • METALURGIA S.A.	

Editorial

Jak dále v časopise Hutnické listy?

Vážení čtenáři,

Hutnické listy vychází více než sedmdesát let. Toto odborné periodikum se zaměřením na hutnictví, strojírenství, energetiku a materiálové inženýrství je posledním časopisem takového odborného zaměření v České republice. A je to právě tradice a „stavovská čest“, která nás zavazuje k tomu, aby vydávání Hutnických listů pokračovalo. Vzpomínám si na nestora českých ocelářů pana profesora Bůžka. Ten mi v době, kdy byla výluka ve vydávání časopisu a hrozilo jeho úplné ukončení, řekl: „Jardo, udělejte všechno možné, aby se vydávání obnovilo“. Po převzetí časopisu novými majiteli se skutečně podařilo postavit Hutnické listy opět na nohy. A nejen to. Myslím si, že je celkově časopis na velmi dobré profesionální úrovni. Ostatně, posuďte sami (www.hutnickelisty.cz). Bylo by neomluvitelné, kdyby Hutnické listy skončily.

Určitě se tedy zeptáte, jak dál. Pokusím se nastínit některé kroky, které jsou ve shodě se stanoviskem majitelů a dozorčí rady společnosti OCELOT s.r.o. Chci vás ubezpečit, že tato obchodní společnost není žádnou „výrobnou“ peněz. Snahou všech je jen a jen zachovat vydávání časopisu.

V roce 2021 nevyjdou Hutnické listy šestkrát, jak jsme byli zvyklí, ale vydávání časopisu se omezí pouze na tři čísla. Je to dáno jednak otázkou finanční, ale také množstvím článků a příspěvků.

Naše snaha dostat Hutnické listy do některé zahraniční databáze odborných časopisů bude pokračovat. Obrátíme se na správce databáze SCOPUS se snahou zvrátit jejich negativní rozhodnutí a současně budeme hledat i další možnosti v jiných, profesně stejně ceněných, databázích.

Chceme pokračovat v současném zaměření časopisu, ale navíc ho obohatíme o další aktuální zajímavá témata. V příštích číslech to bude například problematika „European Green Deal“, což jednoduše znamená uhlíková stopa zejména v hutnictví, která se dnes stává velmi důležitou a rozhoduje se o tom, jak bude výroba oceli v budoucnu vypadat.

Rovněž máme v plánu obsah časopisu rozšířit o zajímavosti ze života lidí a dění na odborných pracovištích, ať už se jedná o průmyslové podniky, ale i vysoké školy a odborné společnosti a instituce. Chceme také více oslovovat dodavatele služeb a technologií do hutních podniků, aby nás seznamovali se svými produkty a novinkami.

Hutnické listy mají obrovskou tradici, která má v současné odborné oblasti velkou cenu a my ji chceme chránit. Doufám, že nám v naší snaze udržet vydávání Hutnických listů pomůžete i vy, naši čtenáři, přispívatelé a odběratelé.

Dovolte mi na závěr, abych poděkoval celému týmu redakce Hutnických listů za to, že se podařilo i v této složité situaci letošního roku vydat dvě čísla.

Přeji Vám krásné a spokojené vánoční svátky a do nového roku hodně zdraví, pracovních i osobních úspěchů, a také energie a spokojenosti v současné době.

Ing. Jaroslav Pindor, Ph.D.

jednatel společnosti OCELOT s.r.o., vydavatel Hutnických listů

Cesta k uhlíkové neutralitě nebude snadná, ale je potřeba se po ní vydat

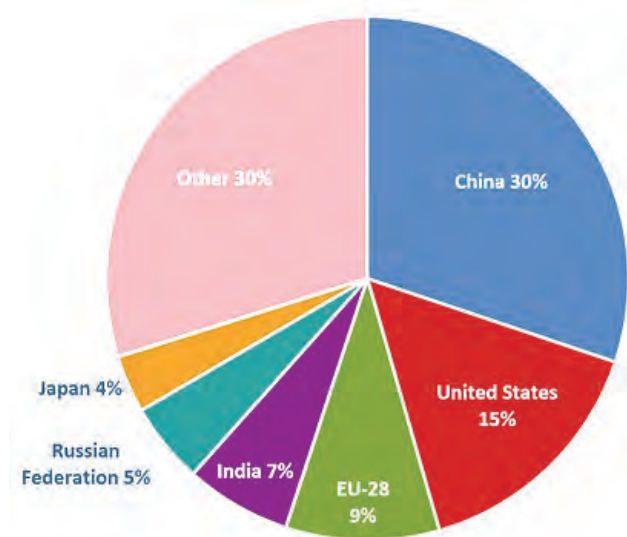
Ing. Jan Czudek, generální ředitel Třinecké železárny, a.s.

Ochrana klimatu planety se v posledních letech stala hlavním tématem evropských i světových politik. Naléhavá potřeba začít dramaticky snižovat emise CO₂ vyústila v řadu opatření a dohod, která mají zásadní dopad na podnikatelský sektor. Razantním způsobem se dotýká energeticky náročných provozů a zasahuje tedy i hutnictví.

Evropská unie se dohodla, že bude klimaticky neutrální do roku 2050. Prakticky to znamená, že musí emise skleníkových plynů snížit tak, aby zbývající objem byly schopny pohltit rostliny a oceány. Ročně by v roce 2050 měla EU vypouštět o 4 miliardy tun oxidu uhličitého méně, než je tomu dnes. Evropská komise před časem představila navýšený cíl snížení emisí skleníkových plynů o 55 % do roku 2030.

Nutno poznamenat, že současné politické složení Evropského parlamentu je snahám o ochranu klimatu extrémně nakloněno. V jistém ohledu se tak jeví, jako by zapomínalo na svůj historický odkaz a základy, na nichž je bohatá a ekonomicky rozvinutá Evropa postavena. Starý kontinent pochopitelně správně hodlá účinně bránit důsledkům globálního oteplování. Nicméně hlavní úskalí těchto ambiciózních plánů je nerovnováha k celosvětovému úsilí.

Evropská unie se na celosvětových emisích podílí jen z 9 % (podíl ČR na celkových emisích EU jsou asi 3 %), zjevně tedy sama boj s klimatickou změnou nezvládne. Pokud tedy ostatní významní emitenti včetně USA, Číny či Indie nepřijmou podobně dalekosáhlá opatření jako EU, nebude cílů Pařížské dohody dosaženo.



Hlavním zdrojem emisí je spalování fosilních paliv (cca 54 % emisí, bez dopravy), které se díky přijatým evropským opatřením dlouhodobě snižuje. Samotné průmyslové procesy jsou zdrojem pouhých 8 % emisí skleníkových plynů v EU, přičemž od roku 1990 do roku 2016 se objem emisí průmyslu snížil o 36 % (energetika o 32 %, EU celkově o 24 %).

Je nutná spolupráce celého světa, jinak se EU sama vyřadí z hlediska konkurenceschopnosti veškerého průmyslu s velkými negativními socioekonomickými dopady. Bez alespoň podobně ambiciózních opatření bude naplnění ambic EU postrádat hlubší význam, a přitom může dojít k likvidaci velké části jejího už tak environmentálně vyspělého průmyslu.

Vliv průmyslu na globální tvorbu CO₂

V průmyslu dochází v rámci stále nových a zpřísnujících se opatření EU k postupnému omezování potenciálu dalšího snižování emisí pro stávající technologie. Další i nepatrné snižování tak bývá spojeno se značnými investicemi s omezeným dopadem na životní prostředí, konkrétně tedy světové klima.

Některé průmyslové procesy využívající fosilní zdroje navíc budou pro uspokojení celosvětové poptávky velmi těžko významněji redukovatelné, a to např. fyzikální, redukční a energetické vlastnosti koksu či globální nedostatek šrotu pro přechod ocelářství na výrobu v emisně méně náročných elektrických pecích.

V některých odvětvích, k nimž patří i hutnictví, jsou nízkouhlíkové technologie dosud neznámé, ve fázi vývoje nebo ekonomicky nedostupné. Dosažení klimatické neutrality v roce 2050 by však vyžadovalo jejich plošné nasazení už okolo roku 2030.

Uhlíkové neutralitě ano, ale za určitých podmínek

Představitelé průmyslových firem v ČR se shodují na tom, že jedním ze zásadních kroků je zajistit energetickou bezpečnost diverzifikací a decentralizací zdrojů energie. V energetickém mixu ČR by mělo významnou roli začít hrát jádro, které je pro ČR reálným zdrojem čisté bezuhlíkové energie.

Nutné je eliminovat rizika tzv. úniku uhlíku (carbon leakage), kdy se průmyslová výroba významně vystavená konkurenci ze třetích zemí a produkující velký objem

emisí skleníkových plynů vlivem vysokých nákladů na energie, povolenky (EU ETS) i splňování ostatní environmentální legislativy přesouvá mimo EU, například do Asie.

Tím paradoxně velmi často dochází k nárůstu emisí skleníkových plynů. To se týká zejména odvětví jako je keramika, ocelářství či chemie. Již nyní dochází napříč Evropou k propouštění a k zavírání či omezování provozů s ekonomickými a sociálními dopady na dané země. Jedním z hlavních faktorů je právě energeticko-environmentální regulace v EU, zejména cena emisních povolenek v rámci EU ETS.

Průmyslníci ČR jsou připraveni podpořit opatření, která mají přispět ke snižování emisí CO₂ v ovzduší a dekarbonizaci za předpokladu, že transformace na nízkouhlíkovou energetiku bude systematická, postupná a rozumně předem plánovaná.

Green Deal on Steel

Také Eurofer souhlasí s klimatickou neutralitou, budou-li dodrženy určité podmínky. Eurofer zveřejnil závazek k maximálnímu příspěvku evropského ocelářství na cestě EU za klimatickou neutralitou.

Ve svém aktualizovaném strategickém dokumentu s příhodným názvem Green Deal on Steel (Zelená dohoda pro ocel) avizuje možnost dosáhnout 80 – 95 % snížení emisí CO₂ z výroby oceli v EU do roku 2050 oproti roku 1990, přičemž do roku 2030 slibuje snížení emisí o 30 % oproti roku 2018, tj. o 55 % ve srovnání s rokem 1990. Dohoda však není pouhým konstatováním závazku: Je dohodou, protože její naplnění předpokládá splnění řady podmínek a přijetí některých politických opatření.

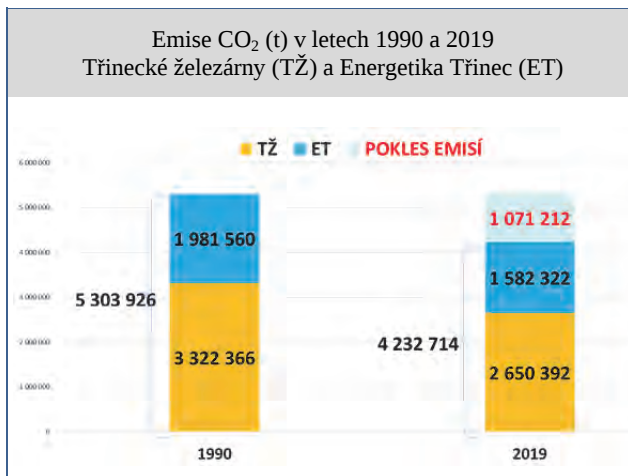
Tyto podmínky začínají férovým mezinárodním obchodem, pokračují zajištěním konkurenceschopnosti v rámci klimatické politiky, jimiž jsou: efektivní ochrana před únikem uhlíku, vytvoření trhu s nízkouhlíkovými produkty, uvolněním velkého množství prostředků v rámci různých programů na rychlý rozvoj nových nízkoe emisních technologií, přičemž ty klíčové je nutno otestovat v průmyslovém měřítku do roku 2030, cenovou a fyzickou dostupnost energií včetně vodíku, a končí podporou oceli při tvorbě odpadové a cirkulární strategie.

Závazek Třineckých železáren

Důsledky a nebezpečí klimatických změn jsou zřejmé. Třinecké železářny hodlají redukovat uhlíkovou stopu a nadále zodpovědně přistupovat k ochraně životního prostředí s plným vědomím toho, že během výrobního procesu zpracování oceli dochází k uvolňování CO₂ do ovzduší.

Výroba třinecké oceli doznala díky investicím do nejnovějších technologií významných změn a patří k nejekologičtějším v Evropě. Veškerá výrobní zařízení splňují požadavky BAT a každoročně plní přísné

ekologické limity v ochraně ovzduší, vody i půdy. Nyní huť pracuje na přípravě řady projektů, směřujících k výraznému snížení emisí uhlíku i ve výrobě, a to až o dalších 25 % do roku 2030.



Díky investicím do technologií a úsporným energetickým opatřením už Třinecké železářny mezi lety 1990 a 2019 snížily emise CO₂ o více než 1 milion tun ročně, což představuje 20 % původního stavu. Jde o množství, které ročně vyprodukuje 700 000 osobních automobilů. Do roku 2030 se Třinecké železářny zavázaly snížit emise oxidu uhličitého o celkových 45 %.

Produkty Třineckých železáren nachází uplatnění v segmentech, díky nimž se daří snižovat emise oxidu uhličitého.

Naše specializované týmy pro vývoj nových produktů a výzkum a vývoj přizpůsobují vlastnosti oceli tak, aby nabízely udržitelná řešení. Z hlediska koncepce udržitelného růstu představují oceli velmi perspektivní materiál, což úzce souvisí s jejich prakticky úplnou recyklovatelností. Velká pozornost je věnována vývoji nových značek ušlechtilých ocelí a zavádění progresivních metod technologického zpracování, které umožňují dosáhnout vyšší úrovně přidané hodnoty a dále rozšířit aplikační možnosti tohoto materiálu.

Více než 1/5 naší oceli směřuje do železničního segmentu, energeticky efektivní přepravy osob a zboží. Každý rok jde o přibližně 500 000 tun oceli v podobě kolejnic, železničního příslušenství, spojovacích prvků, železničního soukolí a podobně.

Materiálové řešení např. větrných elektráren je z velké části založeno na vysoce kvalitních tvářených ocelích. Třinecké železářny ročně dodají pro větrné elektrárny více než 50 000 tun.

Z hlediska stability produkce a distribuce elektrické energie stále hrají významnou roli tradiční energetické zdroje. Aplikace nových značek žárupevných ocelí v nově budovaných nebo renovovaných energetických blocích v poslední době umožnila významně zvýšit tepelnou účinnost těchto zdrojů a zároveň vedla ke snížení spotřeby paliv a snížení emisí skleníkových plynů.

Závěr

Podtrženo sečteno, přechod k uhlíkové neutralitě bude vyžadovat rozsáhlou transformaci průmyslu, což bez finanční pomoci na nutné investice nebude reálné.

Z plánu obnovy EU a unijního rozpočtu na příštích 7 let bude zhruba třetina směřovat do snižování emisí CO₂. Další prostředky mohou firmy získat také z Fondu pro spravedlivou transformaci regionů závislých na fosilních palivech nebo z Modernizačního fondu, který je financovaný z prodeje emisních povolenek. Otázkou je, jestli těchto prostředků bude dostatek a jestli budou správným způsobem rozděleny.

V ČR se od roku 1993 do roku 2017 investovalo do

zlepšení kvality životního prostředí celkem 655 miliard, což dokladuje například velmi úspěšné snižování emisí řady látek znečišťujících ovzduší (od roku 1990 do 2016 dle ČHMÚ pokles CO o více než 62 %, SO₂ o více než 94 %, NO_x téměř o 79 % či amoniaku o 55 %). Průmysl se na investicích do zlepšení životního prostředí podílel z více jak 60 %, kde z 655 miliard zaplatil 403 miliard korun. V opatřeních ke zlepšení životního prostředí průmysl pokračuje a bude pokračovat.

Je však bláhové si myslet, že za všechny to vyřeší politikové z kanceláří v Bruselu či masivní investice průmyslu. Ochrana životního prostředí je jednou z klíčových povinností každého člověka, který modrou planetu Zemi obývá.



Ing. Jan Czudek

Recenzované vědecké články

Numerické modelování vyplouvání vměstků za stacionárního stavu proudění oceli v mezipánvi

Numerical Modelling of floating out of Inclusions under Steady State Steel Flow in a Tundish

doc. Ing. Markéta Tkadlečková, Ph.D.¹; Ing. Josef Walek¹; prof. Ing. Karel Michalek, CSc.¹; Ing. Tomáš Huczala, Ph.D.²

¹ VŠB – Technická Univerzita Ostrava, Fakulta materiálově-technologická 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava-Poruba, Česká republika

² TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s., Průmyslová 1000, 739 61 Třinec-Staré město, Česká republika

Trvale kvalitní výroba oceli je dnes jedním z klíčových předpokladů konkurenceschopnosti hutních podniků. Největší podíl poloproductů oceli, určený k dalšímu zpracování, představují plynule odlévané předlitky. Kvalita předlitků je předurčována i jejich vnitřní čistotou, kterou ovlivňuje přítomnost nekovových částic – vměstků. Posledním místem v průběhu plynulého odlévání, kde lze ovlivnit finální vnitřní čistotu oceli, je na zařízení plynulého lité oblasti mezipánve. Jednou z metod, kterou lze uplatnit při verifikaci proudění oceli v mezipánvi, je numerické modelování. Předkládaný příspěvek se proto věnuje numerickému modelování vyplouvání vměstků za stacionárního stavu proudění oceli v mezipánvi. Numerické řešení vyplouvání vměstků za ustáleného proudění oceli spočívá v návrhu změny konfigurace dopadového místa u asymetrické pětiproudé mezipánve. Simulace procesu byla realizována v CFD programu ANSYS Fluent. Charakter proudění taveniny oceli v mezipánvi je studován pomocí vektorů rychlosti, profilu teplotních polí, RTD křivek, retenčních časů a objemů v mezipánvi (promíchávaný, mrtvý a pístový). K zhodnocení účinnosti odstraňování vměstků byl stanoven tzv. koeficient účinnosti odstraňování vměstků

Klíčová slova: ocel; nekovové vměstky; mezipánve; dopadová deska; numerické modelování; RTD křivky

To effectively remove non-metallic inclusions from the flowing steel in the 5-strand asymmetric tundish, the novel configuration of impact pad was developed. For analysis, complex numerical modelling in CFD programme ANSYS Fluent was used. The Lagrangian Discrete Phase Model of inclusion tracking was applied. Distribution of inclusions, with sizes of 2 μm to 100 μm and density from 2500 to 3500 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$, was considered only through the shroud. The separation rate of inclusions was used for evaluating the efficiency of inclusion floating out depending on the internal configuration of tundish with impact pad in two construction modification (modification 1 – M1, modification 2 – M2) under steady state condition of steel flow. The preliminary results showed that in the case of asymmetric geometry of the modelled area the control of computational mesh independency plays an important role. The Assembly Method with Cut Cell approach was satisfactory even when the tundish geometry was changed. From the RTD curves with M1 impact pad the short-circuit steel flow was found. In the case with M2 impact pad, the RTD curves are more or less uniform for all casting strands and the separation of inclusions to slag increased approximately from 15% up to 70% in comparing with M1.

Key words: steel; non-metallic inclusions; tundish; impact pad; numerical modeling; RTD curves

V současné době se plynulým způsobem odlévá až 96 % celosvětové produkce oceli. V České republice je technologií plynulého odlévání vyrobeno až 92 % ocelových předlitků [1]. Během plynulého způsobu odlévání oceli je lící pánev umístěna na otočný lící stojan lícího zařízení. Odtud je ocel přes stínící trubici odlévána do mezipánve. Následně je tavenina oceli usměrňována ponornými výlevkami do oscilujících krystalizátorů

(primární zóna chlazení), kde je zajištěno řízené ochlazení a počáteční krystalizace oceli. Pod krystalizátorem je soustava vodicích a opěrných válečků (sekundární zóna chlazení) včetně chladicích trysek, jež zajišťují tažení, přetváření, chlazení a objemové tuhnutí lícího proudu oceli [2, 3].

Mezipánve je důležitým technologickým uzlem zařízení plynulého odlévání oceli. Zajišťuje především [4, 5]:

rozdělení taveniny oceli v průběhu odlévání na jednotlivé lící proudy; reguluje hmotnostní tok oceli do krystalizátorů; snižuje ferostatický tlak tekuté oceli, homogenizuje teplotu taveniny; zajišťuje zásobu oceli při sekvenčním odlévání v průběhu výměny lící pánve; eliminuje turbulenci lícího proudu z lící pánve; napomáhá separaci vměstků.

Vměstky jsou nekovové částice, které mohou být endogenního či exogenního charakteru. Pokud nejsou odstraněny z taveniny oceli v průběhu jejího zpracování, snižují kvalitu hotového ocelového produktu. Posledním místem, kde lze ovlivnit množství nekovových vměstků v tavenině oceli během plynulého odlévání, je mezipánve. Řada studií se proto věnuje optimalizaci proudění v mezipánvi za použití různých přepážek či dopadových desek. Ke studiu proudění autoři obvykle využívají poznatky experimentálního měření nebo metod modelování, a to jak fyzikálního tak numerického. K hodnocení charakteru proudění využívají metody měření koncentrace stopovací látky při jejím průchodu reaktorem a stanovují RTD křivky [6 – 9].

Složitější je situace při ověřování snižování obsahu vměstků v průběhu proudění taveniny oceli v mezipánvi. Protože je ověřování vyplouvání vměstků v mezipánvi pomocí provozního měření nereálné, či u fyzikálního modelování velmi náročné, přistupují autoři publikací k využití numerického modelování. V publikacích věnovaných numerickému modelování vyplouvání vměstků se však jen sporadicky vyskytuje popis komplexní procedury modelování a články se omezují zejména na zhodnocení vyplouvání vměstků v závislosti na zvolených okrajových podmínkách odlévání [10 – 11].

Protože je numerické modelování v metalurgii velmi cenným nástrojem, zvláště pak v případech, kdy není k dispozici fyzikální model zařízení, klade si předkládaný příspěvek za cíl prezentovat proceduru numerického řešení [12]. Numerické řešení vyplouvání vměstků za ustáleného proudění oceli v mezipánvi je demonstrováno při vývoji návrhu změny konfigurace dopadového místa u asymetrické pětiproudé mezipánve. Řešení je specifické složitostí geometrie modelu mezipánve, která má asymetrický tvar komplikovaný navíc dopadovými deskami a zátkovými tyčemi. Charakter proudění taveniny oceli v mezipánvi je studován pomocí vektorů rychlosti, profilu teplotních polí, RTD křivek, retenčních časů a objemů v mezipánvi (promíchávaný, mrtvý a pístový). K zhodnocení účinnosti odstraňování vměstků byl stanoven tzv. koeficient účinnosti odstraňování vměstků. Účinnost odstranění vměstků byla hodnocena pro dvě vnitřní konfigurace dopadového místa v mezipánvi, které jsou označeny jako dopadová deska M1 (modifikace 1) a dopadová deska M2 (modifikace 2).

1. Popis numerického modelu

Simulace procesu byla realizována v CFD programu ANSYS Fluent. Aby bylo možné získat RTD křivky a aplikovat DPM (Discrete Phase Model) k analýze

vyplouvání vměstků, bylo nutné nejdříve vypočítat ustálené rychlostní a teplotní pole proudící oceli v mezipánvi. Následně byly u ustáleného proudového pole počítány RTD křivky, trajektorie vměstků a jejich vyplouvání. Při simulaci proudění oceli a vyplouvání vměstků byly uvažovány následující předpoklady:

- Vměstky mají kulovitý tvar a jsou do mezipánve vpuštěny stínicí trubicí.
- Mezi taveninou a vměstky nedochází k výměně hmoty, tepla, ani k chemickým reakcím.
- Vměstek je dostatečně malý a jeho přítomnost neovlivňuje rychlostní pole taveniny.
- Nedochází ke spojování vměstků. Pokud vměstek narazí na stěnu, je odražen. Pokud se vměstek dotkne hladiny, je pohlcen (jako do strusky) a opouští doménu.

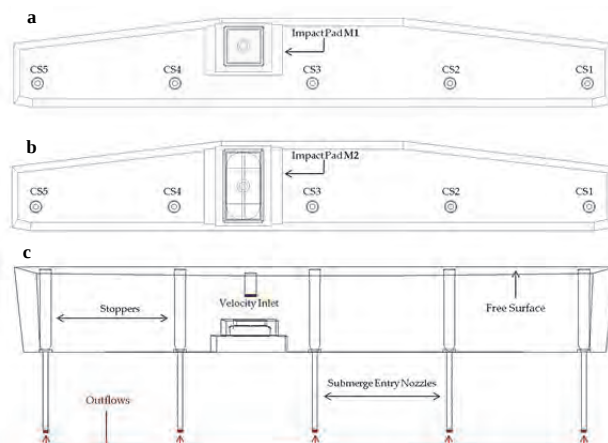
Numerické modelování proudění oceli a vyplouvání vměstků v 5proudé asymetrické mezipánvi bylo dle výše uvedených předpokladů proto provedeno ve třech krocích:

1. základní výpočet ustáleného proudění, získání ustáleného rychlostního a teplotního pole,
2. výpočet RTD křivek za použití Species Modelu,
3. výpočet vyplouvání vměstků aplikací DPM.

Výsledkem výpočtu jsou rychlostní a teplotní pole, RTD křivky, stanovení množství vměstků stržených do výlevky nebo zachycených na hladině.

2.1 Nastavení modelu

Základní 3D geometrie 5proudé asymetrické mezipánve představuje vnitřní objem modelované oblasti (obr. 1).



Obr. 1 3D geometrie modelované oblasti; a – půdorys mezipánve s návrhem dopadové desky M1, b – půdorys dna mezipánve s návrhem dopadové desky M2, c – čelní pohled na mezipánve se zachycením vyvýšené pozice dopadové desky, které je shodné pro oba návrhy (M1 a M2). CS1 – CS5 jsou lící proudy
Fig. 1. 3D geometry of the modelled area; a – the floor plan of the tundish with the impact pad design M1, b – the floor plan of the tundish bottom with the impact pad design M2, c – front view of the tundish with the elevated position of the impact pad, which is identical for both designs (M1 and M2). CS1 – CS5 are casting strands.

Do objemu mezipánve zasahuje stínící trubice, která je vzdálena 650 mm ode dna. Pod stínící trubicí je umístěna dopadová deska, která byla pro účely optimalizace vyplouvání vměstků navržena ve dvou konstrukčních modifikacích, a to M1 a M2, jak je patrné z obr. 1a,b. Výška hladiny oceli v mezipánvi odpovídá pracovnímu objemu taveniny o hmotnosti 32 t a činí 925 mm. Vnitřní objem mezipánve je snižován přítomností zátkových tyčí. Součástí modelované geometrie jsou ponorné výlevky označené jako CS1 až CS5 (Casting Strand 1, Casting Strand 5). Vzdálenost mezi jednotlivými výlevkami činí 1500 mm. Celková délka mezipánve je 6387 mm.

Návrh dopadové desky označený jako M1 (obr. 1a) představuje vyvýšená dutá tvárnice o čtvercovém průřezu, která je ohraničená stěnami tak, aby byl dopadající proud oceli ze stínící trubice usměrňován k hladině taveniny oceli v mezipánvi. Druhý návrh dopadové desky označený jako M2 (obr. 1b) představuje dutá tvárnice s obdélníkovým průřezem, která je rozšířená na celý rozměr centrální části dna mezipánve. V obou případech, tedy M1 i M2, se jedná o excentrickou pozici dopadového místa mezi licím proudem č. 3 a 4. Kromě úpravy tvaru dopadové desky byla pozměněna i pozice stínící trubice tak, aby vždy směřovala do středu dna dopadových desek. Vnitřní průměr stínící trubice odpovídá použitému hydraulickému průměru na vstupu (tab. 1).

Některá zaoblení, zejména v přechodu vertikálních vnějších stěn mezipánve do dna, byla z důvodu následné přípravy výpočetní sítě zanedbána. Detaily v oblasti zátkových tyčí a výtokových uzlů, resp. detaily dopadových desek byly zachovány.

Na ústí stínící trubice byla definována okrajová podmínka velocity-inlet s konstantní vstupní rychlostí $1,04 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (která odpovídá hmotnostnímu průtoku $2,0 \text{ t} \cdot \text{min}^{-1}$) a konstantní licí teplotou 1773 K. Turbulence byla definována hydraulickým průměrem 0,085 m a intenzitou turbulence 10 %. Na výstupech bylo uvažováno s okrajovou podmínkou outflow, která představuje obdobu volného lití z mezipánve. Při výpočtu proudění z mezipánve se využívá zadaných operačních podmínek. Na hladině bylo definováno nulové smykové tření.

Výpočet ustáleného proudění zahrnuje vliv přirozené konvekce. Ztráty tepla byly uvažovány přes hladinu krytou struskou a přes stěny mezipánve. Hodnota tepelných ztrát přes dno a stěny mezipánve činila $2500 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$.

Tepelná ztráta přes volnou hladinu mezipánve byla zvolena $15\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Termofyzikální vlastnosti oceli byly definovány v závislosti na teplotě. Veškeré nezbytné parametry jsou souhrnně uvedeny v obr. 1 a tab. 1 – 3. Distribuce vměstků, jejich velikost a hustota je shrnuta v tab. 4 a 5.

Tab. 1 Okrajové podmínky nastavení modelu

Tab. 1 Boundary conditions of model setting

Okrajové podmínky	Hodnota	Okrajové podmínky	Hodnota
Licí rychlost přes ST ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	1,04	Pracovní objem mezipánve (t)	32,4
Hmotnostní průtok přes ST ($\text{t} \cdot \text{min}^{-1}$)	2,4	Průtok oceli ponornou výlevkou ($\text{t} \cdot \text{min}^{-1}$)	0,48
Licí teplota (K)	1773	Úroveň oceli v MP (mm)	925
Operační teplota (K)	1773	Intenzita turbulence (%)	10
Operační tlak (Pa)	101,325	Hydraulický průměr (m)	0,085
Gravitace ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)	-9,81	Tepelný tok přes hladinu ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)	15000
Termofyzikální vlastnosti oceli	f = T	Tepelný tok stěnami MP ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)	2500

Tab. 2 Termofyzikální vlastnosti oceli definované jako funkce teploty

Tab. 2 Thermo-physical properties of steel defined as a function of temperature

Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Density ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	Specific Heat ($\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	Thermal Conductivity ($\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	Viscosity ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)
1520	6970	821	35	0.0055
1510	6978	817	35	0.0056
1500	6985	813	35	0.0057
1490	6993	809	35	0.0058
1480	7001	805	35	0.0059

Tab. 3 Parametry výpočtu

Tab. 3 Calculation parameters

Type of calculation	Type of results	Turbulent model	Thermo-physical properties (f = T)	Free surface
Steady	Velocity/Temperature	Standard k- ϵ / Standard Wall Function	Piecewise-linear	Specified Shear = 0
Transient	RTD/Inclusions	Standard k- ϵ / Standard Wall Function	Piecewise-linear	Specified Shear = 0

Tab. 4 Průměry simulovaných vměstků a jejich podíl v celkovém objemu vměstků

Tab. 4 Diameters of simulated inclusions and their distribution in the total volume of inclusions

Diameter of inclusions (μm)	Distribution (%)
2	35
5	25
10	20
20	10
50	5
100	5

Tab. 5 Hustota simulovaných vměstků a jejich podíl v celkovém objemu vměstků

Tab. 5 Density of simulated inclusions and their distribution in the total volume of inclusions

Density of inclusions ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	Distribution (%)
2,500	20
3,000	60
3,500	20

2. Výsledky a diskuse

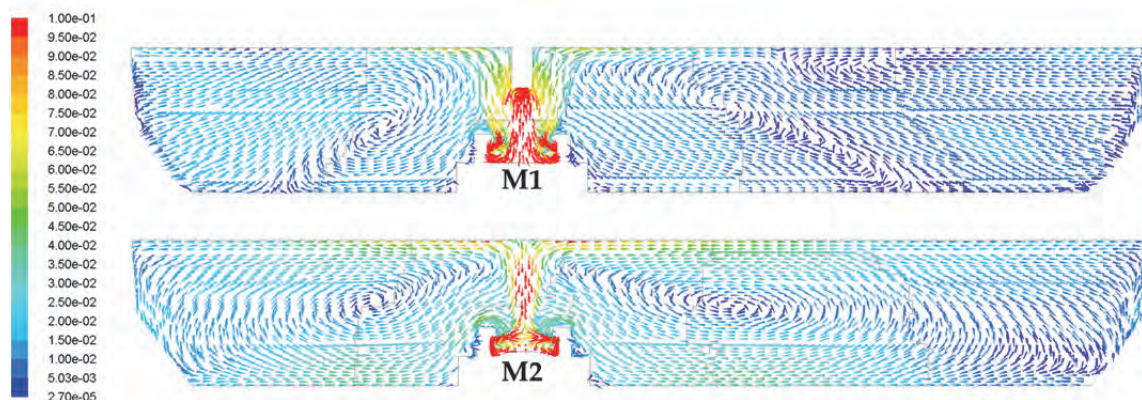
Výsledky numerického modelování predikují rychlostní, teplotní a koncentrační profily za ustáleného proudění oceli v mezipánvi. Velikost pístového, promíchávaného a mrtvého objemu je hodnocena pomocí RTD křivek. Distribuce a vyplouvání vměstků je hodnocena jak retenčními časy a profily distribuce vměstků, tak účinností odstraňování vměstků získanou z datových výpisů výpočtu.

2.1 Proudění a teplotní pole

Jak je patrné z podélných a příčných řezů vektorů rychlosti pro konfiguraci M1 na obr. 2 – 4, dopadající proud ze stínicí trubice se odrazí ode dna dopadové desky. Ohraničený dopadový prostor čtvercové dopadové desky M1 usměrní dopadající proud koncentrovaně zpět směrem k hladině. Od hladiny proud směřuje k čelní a zadní stěně

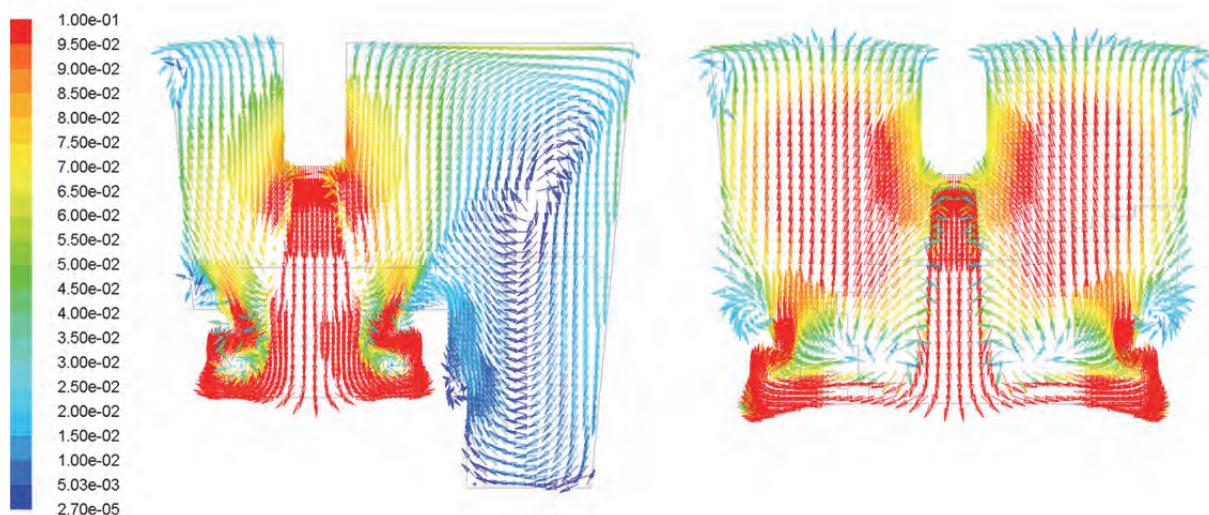
mezipánve. Asymetrické excentrické umístění stínicí trubice a mezera mezi čelní stěnou mezipánve a dopadovou deskou navíc způsobí vznik cirkulační smyčky (jak je naznačeno na obr. 4 pro M1). Po odrazu proudu od čelní stěny mezipánve směřuje dále proud k její zadní stěně, kde se stýká s proudem primárně směřovaným k zadní stěně. Současně při vyplnění čelního prostoru mezipánve začíná ocel proudit do licího proudu č. 3 a 4. Vyšší rychlost proudu u zadní stěny směřuje následně tok oceli podél stěny k výlevce č. 5. Obdobně se chová proud směřující doprava (z čelního pohledu na mezipánev), tedy k výlevkám č. 2 a 1. Delší dráha toku oceli podél zadní stěny mezipánve však vede ke zpomalení rychlosti proudění a v důsledku přítomnosti zátkových tyčí i k ohraničení proudu oceli zejména podél zadní stěny. Za zátkovou tyčí licího proudu č. 1 a u dna za ústím licího proudu č. 2 je patrná stagnující oblast oceli s velmi malou rychlostí proudu.

Aby se zabránilo nepříznivým jevům proudění u konfigurace M1, byla navržena úprava dopadové oblasti, označená jako M2. Jak již bylo v úvodu popisu podmínek výpočtu uvedeno, úprava konfigurace dopadové oblasti spočívala v rozšíření dopadového prostoru desky v příčném pohledu k čelní a zadní stěně mezipánve (a tím vytvoření obdélníkové ohraničené dopadové oblasti) a posunu polohy stínicí trubice tak, aby opět směřovala do středu dopadového místa (obdobně jako u M1). Zatímco u konfigurace M1 dochází po dopadu proudu oceli k nerovnoměrnému rozdělení vstupního toku mezi čelní a zadní částí mezipánve, u konfigurace M2 je dopadající proud po odrazu o dno dopadové desky rovnoměrně směřován k přední i zadní stěně mezipánve a následně vzhůru k hladině. U hladiny se proud dále opět rovnoměrně šíří jak doprava, tak doleva od stínicí trubice, jak je pro M2 na obr. 4 naznačeno šipkami. Větší rychlost proudění u hladiny a blíže k zadní stěně mezipánve směřuje proud od zadní části mezipánve k přední oblasti. Proto nejsou jako první zasaženy výlevky č. 3 a 4, jak tomu bylo u M1, ale výlevky č. 5 a 4 proudem oceli se dále proud pohybuje k výlevce č. 3 a současně se u zadní stěny mezipánve stáčí už i k výlevce č. 1. Do výlevky č. 3, 1 a 2 proud oceli dorazí prakticky ve shodný okamžik.



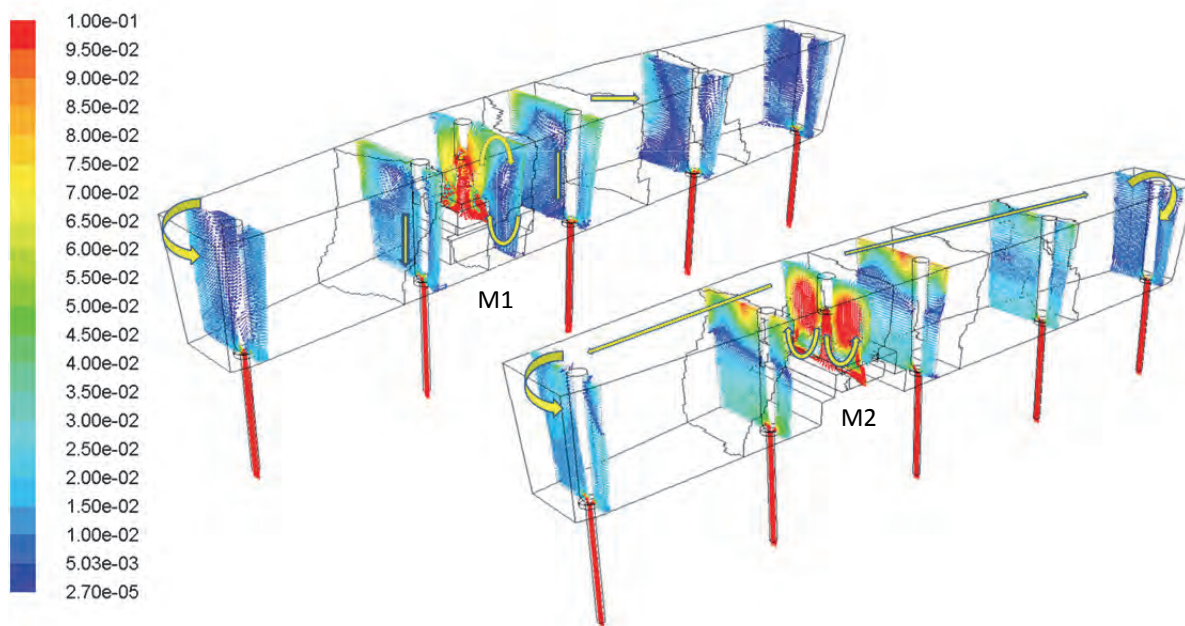
Obr. 2 Srovnání vektorů rychlosti a profilů proudění pro dvě konfigurace mezipánve v podélných řezech středem stínicí trubice

Fig. 2 Comparison of velocity vectors ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) for two tundish configurations in longitudinal sections through the centre of the shroud tube



Obr. 3 Srovnání vektorů rychlosti a profilů proudění pro dvě konfigurace mezipánve v příčných řezech středem stínící trubice (vlevo – M1, vpravo – M2)

Fig. 3 Comparison of velocity vectors ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) and flow profiles for two tundish configurations in cross-sections through the centre of the shroud tube (left – M1, right – M2)

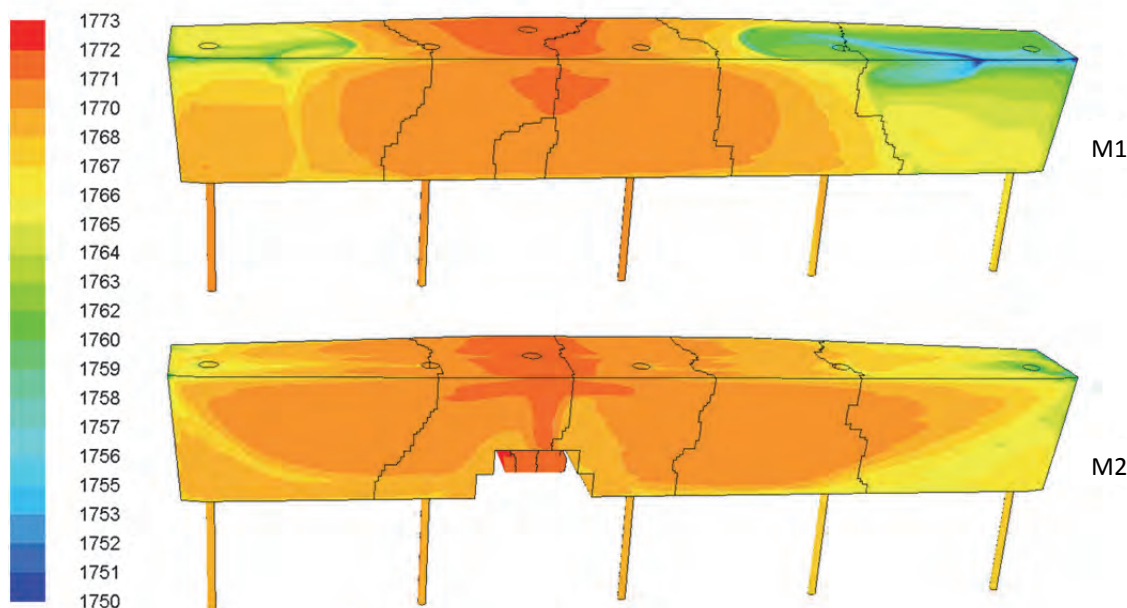


Obr. 4 Srovnání vektorů rychlosti a profilů proudění pro dvě konfigurace mezipánve v příčných řezech středem výlevků

Fig. 4 Comparison of velocity vectors for two tundish configurations in cross-sections through the centre of nozzles

Předpoklad o stagnující oblasti u M1 za licím proudem č. 1 a 2 také potvrzuje výpočet změny teploty v průběhu proudění. Konstantní licí teplota 1773 K klesne v průběhu proudění oceli mezipánvi vybavenou dopadovou deskou

M1 lokálně u stěny za licím proudem č. 1 a 2 až takřka o 20 K, jak je patrné z obr. 5. U konfigurace M2 je teplotní pole u stěn mezipánve relativně homogenní a pokles teploty nepřekročí 10 K.



Obr. 5 Srovnání teplotního pole na povrchu modelované oblasti mezipánve pro konfiguraci dopadového místa M1 a M2

Fig. 5 Comparison of a temperature field (in K) on the surface of the modelled area of the tundish for the configuration of the impact area M1 and M2

2.2 RTD křivky

Větší proudění oceli v blízkosti hladiny a rovnoměrnější rozdělení taveniny oceli mezi jednotlivé lící proudy u konfigurace M2 dávají tušit výhodnějším podmínkám pro vyplouvání vměstků.

Aby bylo možné kvantifikovat charakter proudění v mezipánvi a zhodnotit efektivitu vyplouvání vměstků do strusky (resp. stržených do lících proudů), je vhodné stanovit tzv. retenční čas, tj. čas setrvání oceli v mezipánvi. Retenční časy jsou přímo závislé zejména na hmotnosti (množství) oceli v mezipánvi, vnitřní konfiguraci mezipánve a na lící rychlosti. Pro reaktory s pístovým tokem je teoretický retenční čas definovaný jako:

$$\bar{\tau} = \frac{V}{Q}, \quad (1)$$

kde $\bar{\tau}$ je průměrný teoretický retenční čas (s), V je objem taveniny v reaktoru (m^3) a Q je objemový průtok taveniny reaktorem ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$).

Pro stanovení retenčních časů ať už ve skutečných provozních podmínkách nebo při fyzikálním či numerickém modelování, většinou používána metoda impuls-odezva či metoda trvalé změny na vstupu do reaktoru a odezvy na výstupu. Princip těchto metod spočívá v injektáži značkovací (stopovací) látky do proudu tekutiny vstupující do reaktoru a vyhodnocování koncentrace či jiné měřitelné veličiny této látky na výstupu z reaktoru. Získaný grafický zápis charakterizující rozložení retenčních dob je označován jako RTD charakteristika (Residence Time Distribution)..

Použití metody trvalé změny koncentrace značkovací látky na vstupu do reaktoru se označuje jako Heavisideův

jednotkový skok a znamená, že koncentrace značkovací látky na vstupu skokově vzroste na její maximální hodnotu a setrvá na ní po celou dobu měření, tzn. až do doby, kdy je její maximální koncentrace dosaženo rovněž na výstupu z reaktoru. Výsledkem je tzv. F křivka. Křivka se zobrazuje v bezrozměrových souřadnicích. Koncentrace se vyjadřuje v poměru ke vstupní koncentraci značkovací látky. Čas se vyjadřuje rovněž v bezrozměrovém tvaru, jako poměr času k teoretickému retenčnímu času. Na základě stanovení retenčních časů lze predikovat charakteristické objemy v mezipánvi, tedy objem s pístovým proudem, promíchávaný objem a tzv. mrtvý objem (stagnující oblasti proudění oceli v mezipánvi). Z RTD F křivek lze také stanovit rozsah směsných oblastí během sekvenčního odlévání. Základní tři typy objemů lze kvantifikovat pomocí následujících vztahů.

Podíl objemu s pístovým prouděním:

$$\frac{V_p}{V} = \frac{\tau_{min}}{\bar{\tau}}, \quad (2)$$

kde V_p je objem s pístovým prouděním (m^3), τ_{min} je minimální retenční čas – čas prvního objevení stopovací látky (s).

Pro výpočet podílu mrtvého objemu je uváděn vztah

$$\frac{V_d}{V} = 1 - \frac{\bar{\tau}_{real}}{\bar{\tau}} \quad (3)$$

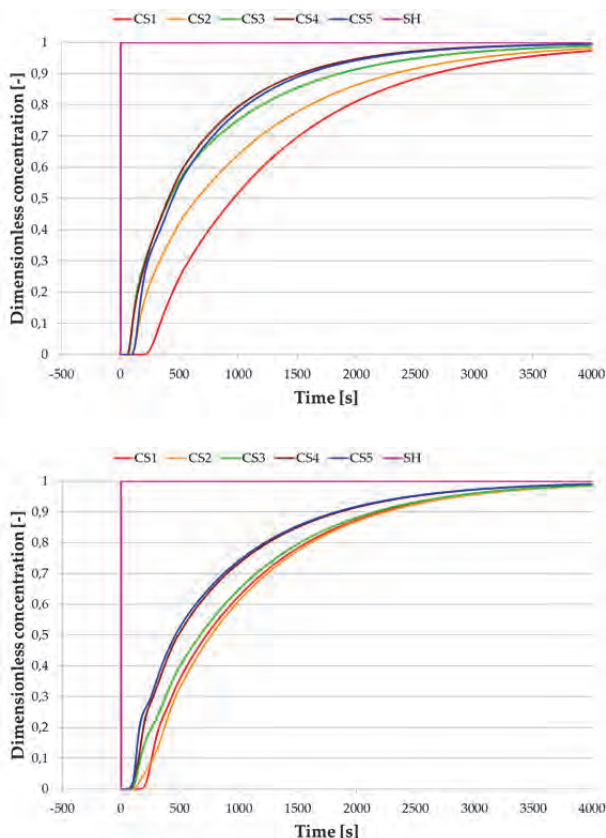
kde $\bar{\tau}_{real}$ je skutečný průměrný retenční čas tekutiny v reaktoru (s), který lze vyjádřit vztahem:

$$\bar{\tau}_{real} = \frac{\int c \cdot \tau \cdot d\tau}{\int c \cdot d\tau}. \quad (4)$$

V rov. (4) c je bezrozměrová koncentrace, τ je čas (s) a $d\tau$ je přírůstek času mezi jednotlivými datovými záznamy změny koncentrace. Pro výpočet podílu promíchávaného objemu reaktoru je s ohledem na složitost jeho stanovení nejčastěji používán dopočet do celkového objemu:

$$\frac{V_m}{V} = 1 - \frac{V_p}{V} - \frac{V_d}{V}. \quad (5)$$

Skoková změna simulující zahájení odlévání nově přiváděné taveniny byla provedena pomocí funkce Species Mass Fraction z hodnoty 0 (původní tavenina) na hodnotu 1 (nová tavenina). Finální RTD křivky získané pro konfiguraci mezipánve s dopadovou deskou M1 a M2 jsou znázorněny na obr. 6. Distribuce stopovací látky v objemu mezipánve v průběhu ustáleného proudění taveniny oceli v mezipánvi vybavené dopadovou deskou M1 a M2 pomocí izoplochy je znázorněna na obr. 7. Porovnání vypočítaných podílů objemů v mezipánvi je uvedeno v tab. 6.



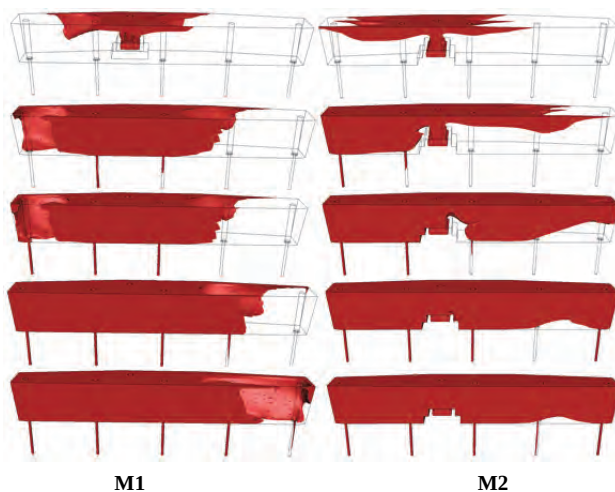
Obr. 6 Srovnání F křivek při monitorování změny koncentrace stopující látky při průchodu mezipánvi během ustáleného proudění oceli (nahore M1, dole M2)

Fig. 6 Comparison of F curves in monitoring of the change in tracer concentration during the passage through a tundish during the steady steel flow (up – M1, down – M2)

Jak je patrné z průběhu RTD křivek na obr. 6 a monitorování změny koncentrace stopovací látky pomocí isoplochy na obr. 7, u konfigurace M1 je potvrzen tok oceli ze stínicí trubice primárně k výlevkám č. 3 a 4. Minimální retenční čas stopovací látky činí pro oba lící proudy

přibližně 70 s. Tomuto času odpovídá vzestup bezrozměrové koncentrace stopovací látky na 0,01 (a následně dále prudce k 0,3). Nejdelší minimální retenční čas stopovací látky je predikován u lícího proudu č. 1 a činí 240 s. Oproti tomu byly u varianty s konfigurací M2 detekovány pro lící proudy č. 5 až 3 minimální retenční časy okolo 97 s a pro lící proudy č. 1 a 2 v průměru okolo 160 s. Proudění v mezipánvi vybavené dopadovou deskou M2 je tedy rovnoměrnější.

K zajištění dostatečného času pro vyplouvání vměstků je třeba stanovit nejen retenční časy, ale i podíly jednotlivých proudících, promíchávaných či stagnujících objemů v mezipánvi. Průměrný teoretický retenční čas pro mezipánve bez ohledu na typ dopadového místa činí 812 s. Průměrný skutečný retenční čas se u mezipánve s dopadovou deskou M1 pohybuje okolo 631 s. U mezipánve s M2 vzrostl skutečný průměrný retenční čas až na 755 s. Průměrný podíl pístového objemu v mezipánvi vybavené dopadovou deskou M1 činí cca 6,8 % a podíl mrtvého objemu až celých 22,0 %. Při použití dopadové desky s M2 vzrostl pístový objem na 8,2%, ale mrtvý objem klesl až o 15 % na pouhých 7 %. Větší využití pracovního objemu a pístového toku oceli v mezipánvi s konfigurací M2 by mělo vést nejen k zajištění lepších podmínek pro vyplouvání vměstků, ale v případě sekvenčního odlévání oceli i k menšímu rozsahu směsné oblasti u plynule litých předlitků.



Obr. 7 Distribuce stopovací látky v objemu mezipánve v průběhu ustáleného proudění taveniny oceli v mezipánvi vybavené dopadovou deskou M1 a dopadovou deskou M2

Fig. 7 Distribution of the tracer in the volume of a tundish during the steady flow of steel melt in the tundish equipped with impact pad M1 and impact pad M2

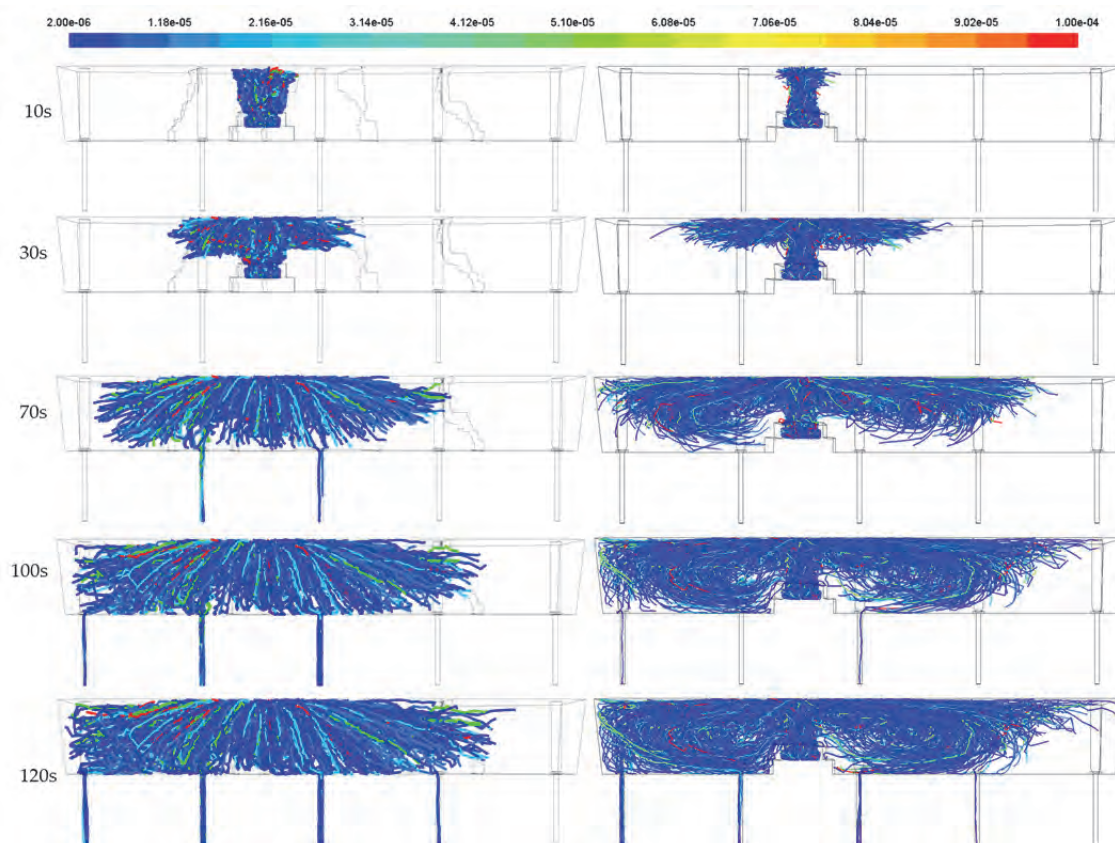
2.3 Distribuce a trajektorie vměstků

Podíly distribuce vměstků byly shrnuty výše v tab. 4 a 5. Při modelování vyplouvání vměstků se uvažovalo s velikostí od 2 do 100 μm a hustotou vměstků 2500 až 3500 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Vměstky byly distribuovány přes stínicí trubici. Pokud se vměstek v průběhu proudění dotkl stěny mezipánve, byl zpět odražen do objemu taveniny. Při odrazu vměstku o stěnu se ale předpokládalo utlumení

rychlosti vměstku. Pokud se vměstek dotkl hladiny nebo se dostal do oblasti výlevku, bylo uvažováno s jeho opuštěním výpočetní domény.

Trajektorie vměstků vypočítané pro všechny podíly uvažovaných vměstků dle jejich velikosti i hustoty je znázorněna pro vybrané časové okamžiky na obr. 8. Jak je z tohoto obrázku patrné, největší podíl při modelování vyplouvání vměstků představují částice o velikosti 2 až 10 μm a s hustotou 3000 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$. V malém zastoupení

jsou modelovány ale i vměstky o velikosti 20 až 100 μm . Trajektorie pohybu vměstků koresponduje s charakterem proudění taveniny oceli v mezipánvi i monitorovanou změnou koncentrace stopovací látky. Pokud srovnáme proud vměstků v čase 100 s, pak u varianty s M1 jsou vměstky strženy už do výlevku č. 3 až 5, zatímco u varianty s M2 se vměstky teprve pozvolna začínají objevovat u výlevku č. 5 a 3. Z trajektorie vměstků je u M2 také patrná delší dráha proudění vměstků v blízkosti hladiny až k výlevce č. 1.



Obr. 8 Srovnání trajektorie vměstků pro konfiguraci mezipánve s M1 (vlevo) a M2 (vpravo)

Fig. 8 Comparison of inclusions trajectory for tundish configuration with M1(left) and M2 (right)

2.4 Retenční časy a efektivita vyplouvání vměstků

Primárně byla numerická analýza vyplouvání vměstků provedena pro distribuci vměstků v proudu o jedné velikosti a hustotě. To znamená, že ve vstupujícím proudu oceli přes stínící trubici byl modelován pouze 100% podíl jedné frakce. Z výsledků flotace nekovových vměstků je možné predikovat procentuální podíl vměstků odstraněných do strusky anebo sražených do licího proudu. Proto byly následně výsledky zpracovány do distribučních křivek efektivit vyplouvání vměstků, které jsou znázorněny na obr. 9. Retenční časy vměstků odstraněných na hladině do strusky a účinnost odstranění vměstků hladinou jsou uvedeny v tab. 6.

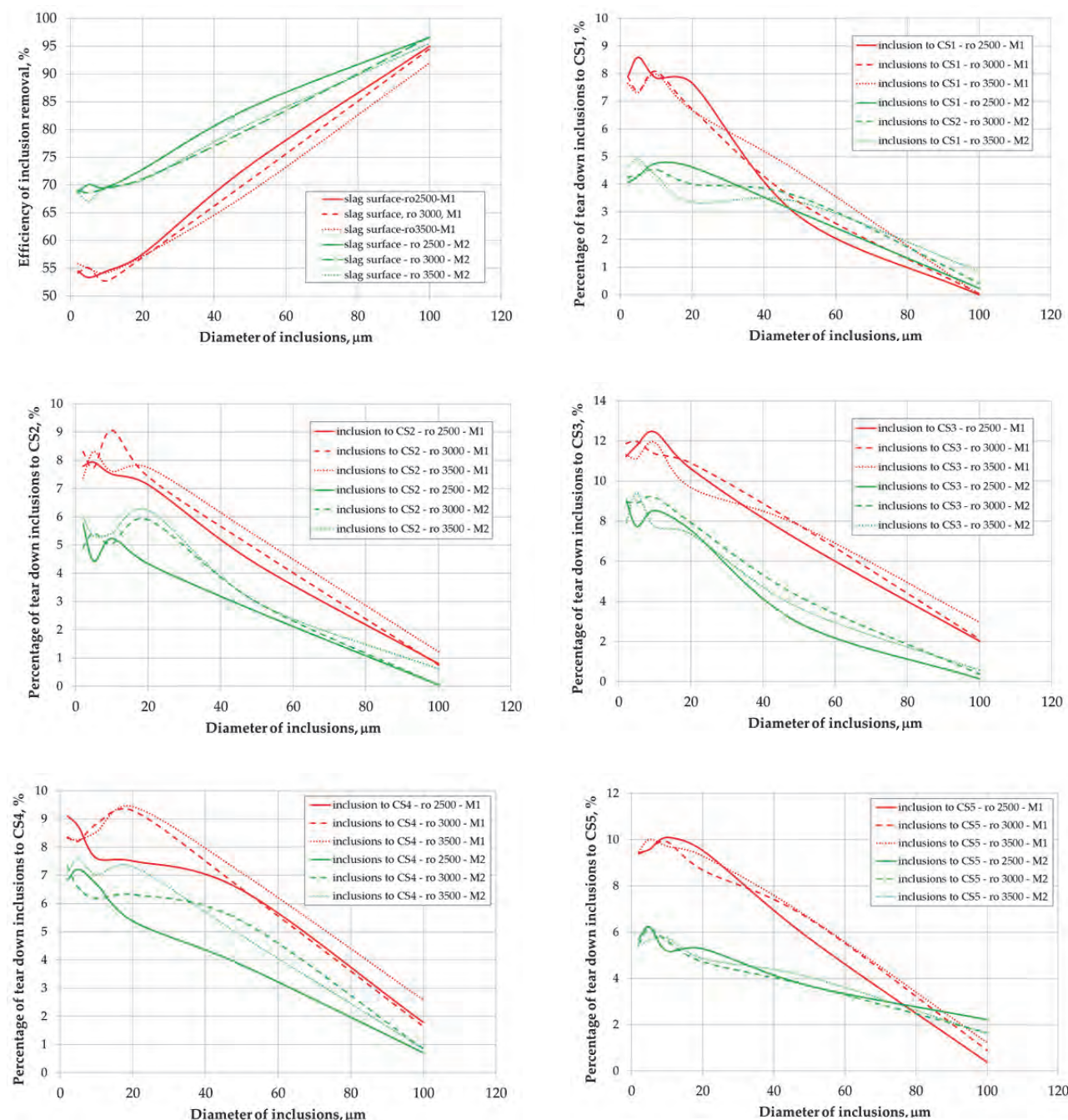
Následně byla provedena numerická analýza vyplouvání vměstků, kdy byly v proudu oceli ze stínící trubice

uvažovány všechny podíly a hustoty vměstků najednou s procentuální distribucí dle tab. 4 a 5. Výsledné vypočítané procentuální podíly vměstků odstraněných hladinou a stržených do jednotlivých výlevků pro varianty s M1 a M2 jsou uvedeny v tab. 7.

Z výsledků výpočtu vyplouvání vměstků hladinou a stržených do výlevků pro modelované verze M1 a M2 lze vyvodit, že u varianty s M1 se účinnost odstranění vměstků hladinou do jejich velikosti 20 μm pohybuje pouze okolo 55 %, zatímco u varianty s M2 se účinnost odstranění vměstků hladinou zvýšila až na cca 70 %, tj. o 15 % více. Zbýlých 45 % vměstků u M1, resp. 30 % vměstků u M2 je strženo do jednotlivých výlevků licích proudů mezipánve. Vměstky o velikosti 50 až 100 μm jsou u všech modelovaných verzí odstraněny průměrně z 80 % hladinou.

Minimální účinnost odstranění vměstků hladinou vykazuje varianta s M1 pro vměstky o hustotě $3000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ a průměru $10 \mu\text{m}$, a to pouhých 52 %. U verze M2 je přibližně 70 % vměstků odstraněno hladinou a distribuce vměstků do licích proudů činí průměrně okolo 5 %. Uvažuje se však s tím, že podíl těchto velkých vměstků činí pouze 5 % z celkového množství vměstků v objemu taveniny proudící mezipánví. Se zvětšujícím se průměrem vměstků se zlepšují podmínky pro jejich zachycení struskou.

Při zastoupení všech vměstků distribuovaných při výpočtu vyplouvání vměstků najednou proudem oceli ze stínící trubice činí účinnost odstranění vměstků hladinou u varianty s M1 po zaokrouhlení 57 %, resp. u M2 72 %. Ukazuje se tedy, že úprava dopadové desky na konfiguraci M2 výrazně přispěla k usměrňování proudění oceli v mezipánvi a zvýšení účinnosti vyplouvání vměstků, a tedy i následně jejich absorpce krycí struskou.



Obr. 9 Srovnání podílů vměstků odstraněných do strusky a stržených do licích proudů pro frakce zastoupené v licím proudu oceli přes stínící trubici 100% podílem

Fig. 9 Comparison of the proportions of inclusions removed into the slag and brought down into casting strands for the fractions represented in the steel casting strand through a shroud tube by a 100% share

Tab. 6 Srovnání retenčních časů vměstků proudících v mezipánvi a účinnost jejich odstranění hladinou pro jednotlivé frakce zastoupené v licím proudu oceli přes stínici trubici 100% podílem

Tab. 6 Comparison of residence times of inclusions flow in tundish and efficiency of their removal through the melt surface for individual fractions represented in the steel casting strand through a shroud tube by a 100% share

Inclusion diameter (μm)	The density of inclusion ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	Min. Res. Time (s)		Max. Resid. Time (s)		Avg. Res. Time (s)		Inclusions Removal Efficiency (%)	
		M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2
2	2500	7,6	6,5	3220,0	2874,0	233,2	217,8	54,5	68,6
2	3000	7,6	6,8	3726,0	3232,0	246,6	228,3	54,2	69,1
2	3500	8,0	6,8	2927,0	2386,0	234,2	228,4	55,9	68,9
5	2500	7,6	6,5	3012,0	2723,0	223,7	237,1	53,4	70,1
5	3000	7,6	7,0	3090,0	2940,0	238,7	209,8	55,1	68,6
5	3500	8,0	6,9	2701,0	1925,0	215,3	201,0	54,9	67,1
10	2500	7,6	7,1	2745,0	4398,0	234,2	209,6	54,5	69,6
10	3000	7,6	6,4	3494,0	2882,0	222,7	208,8	52,8	69,4
10	3500	8,0	6,5	3494,0	2641,0	229,3	222,4	54,2	69,8
20	2500	7,6	6,4	3465,0	2537,0	230,5	222,2	57,6	72,8
20	3000	7,6	7,4	3912,0	2301,0	234,5	212,4	56,9	71,1
20	3500	8,0	6,7	4332,0	2212,0	246,8	216,3	57,2	70,9
50	2500	7,5	6,4	2224,0	1961,0	198,1	173,1	73,6	83,9
50	3000	7,4	7,1	2059,0	2371,0	199,3	167,9	70,9	80,2
50	3500	8,0	6,6	2348,0	2547,0	221,9	186,3	68,8	81,1
100	2500	6,9	6,6	1024,0	1498,0	78,4	71,7	95,0	96,7
100	3000	7,1	5,5	978,3	1303,0	87,8	83,6	94,6	96,7
100	3500	7,0	6,6	1423,0	1458,0	102,6	88,4	92,0	95,6

Tab. 7 Srovnání procentuálních podílů vměstků odstraněných hladinou a stržených do jednotlivých výlevků pro varianty s M1 a M2 a s uvažováním distribuce vměstků všech velikostí a hustot dle tab. 4 a 5.

Tab. 7 Comparison of percentage proportions of inclusions removed through the surface and brought down into individual nozzles of casting strands for the variants with M1 and M2 and considering the distribution of inclusions of all sizes and densities as shown in Tab. 4 and 5.

	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5	The removal efficiency of inclusions through the surface
M1	7,46	7,48	10,70	8,35	9,20	56,80
M2	3,98	5,11	7,62	6,31	5,32	71,66

Závěr

Článek pojednává o numerickém modelování vyplouvání nekovových vměstků z oceli za ustáleného proudění oceli pětíproudou asymetrickou mezipánvi. Vyplouvání vměstků bylo numericky analyzováno pro dvě navržené konfigurace dopadového místa: M1 – vyvýšená dutá tvárnice se čtvercovým průřezem, která je ohraničená stěnami tak, aby byl dopadající proud oceli ze stínici trubice usměrňován k hladině taveniny oceli v mezipánvi, a M2 – dutá tvárnice s obdélníkovým průřezem, která je rozšířená na celý rozměr centrální části dna mezipánve. Před zahájením analýzy vyplouvání vměstků bylo vypočítáno ustálené proudění oceli v mezipánvi včetně odvodu tepla stěnami a hladinou mezipánve. Bylo provedeno hodnocení charakteru proudění pomocí RTD F křivek. Konfigurace mezipánve vybavené dopadovou deskou označenou jako M2 vedlo k získání většího podílu pístového toku oceli a lepší účinnosti odstraňování vměstků do strusky, a to až více než o 15 % v porovnání s použitím dopadové desky M1.

Poděkování

Tento článek byl vytvořen díky projektu č. CZ.02.1.01/0.0/0.0/17_049/0008399 z finančních fondů EU a ČR poskytovaných "Operačním programem Výzkum, vývoj a vzdělávání, Výzvy 02_17_049 Dlouhodobá mezikolektorová spolupráce pro ITI, řídicí orgán: Česká Republika - Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy".

Literatura

- [1] Worldsteel Association. Steel Statistical Yearbook 2018. Available online: https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:e5a8eda5-4b46-4892-856b-00908b5ab492/SSY_2018.pdf (accessed on 9 September 2019).
- [2] MICHALEK, K.: *Využití fyzikálního a numerického modelování pro optimalizaci metalurgických procesů*, 1.vyd. (Učební text) Ostrava: VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2001. ISBN 80-7078-861-5.
- [3] MAZUMDAR, D. et al.: *Modeling of Steelmaking Processes*. CRP Press, 2010. 463 p., ISBN 978-1-4200-6243-4.
- [4] BULKO, B., MOLNÁR, M., DEMETER, P., BARICOVÁ, D., PRIBULOVÁ, A., FUTAS, P. Study of the Influence of Intermix Conditions on Steel Cleanliness. *METALS*, 8 (2018) 852, 1-9. DOI: 10.3390/met8100852.

- [5] MERDER, T. Numerical Simulation of Liquid Flow and Mixing Steel in Multi-strands Tundish. *The Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 55 (2012) 561-566.
- [6] MORALES, R. D., BARRETO, J., De J., LOPEZ-RAMIREZ, S., PALAFOX-RAMOS, J., ZACHATIAS, D. Melt Flow Control in a Multistrand Tundish Using a Turbulence Inhibitor. *Metall Mater Trans.*, 31B (2000) 1505-1515.
- [7] BRAUN, A., WARZECHA, M., PFEIFER, H. Numerical and Physical Modeling of Steel Flow in a Two-strand Tundish for Different Casting Conditions. *Metall Mater Trans.*, 41B (2010) 549-559.
- [8] SIDDIQUI, M. I. H., KIM, M. H. Two-phase Numerical Modeling of Grade Intermixing in a Steelmaking Tundish. *Metals*, 9 (2019) 40; doi:10.3390/met9010040.
- [9] SOWA, L. Numerical Modelling of Fluid Flow and Thermal Phenomena in the Tundish of CSC Machine. *Archives of Foundry Engineering*, 14 (2014) 103-106.
- [10] LOPEZ-Ramirez, S., BARRETO, J. De J., PALAFOX-RAMOS, J., MORALES, R. D., ZACHARIAS, D. Modeling Study of the Influence of Turbulence Inhibitors on the Molten Steel Flow, Tracer Dispersion and Inclusion Trajectories in Tundishes. *Metall Mater Trans.*, 32B (2001) 615-627.
- [11] WARZECHA, M., HUNTY, A. M., WARZECHA, P., MERDER, T., JEDRYSIK, B. Methodology of Inclusions Removing from Steel Flowing through the Tundish. *Metalurgija*, 56 (2017) 291-293.
- [12] TKADLEČKOVÁ, M., WALEK, J., MICHALEK, K., HUCZALA, T. Numerical Analysis of RTD Curves and Inclusions Removal in a Multi-Strand Asymmetric Tundish with Different Configuration of Impact Pad. *METALS*. 10 (2020) 7, DOI: 10.3390/met10070849.

Třinecké železářny loni hospodařily se ziskem 610 milionů korun

www.trz.cz, Třinec, Tisková zpráva 1.7.2020

Se ziskem 610 mil. korun uzavřely hospodaření roku 2019 Třinecké železářny. Jde o nejnižší hospodářský výsledek od ekonomické krize v roce 2008. Výsledek hospodaření schválila v pondělí 29. června valná hromada společnosti. Tržby za prodej výrobků a služeb roku 2019 dosáhly hodnoty 38,405 mld. korun. V roce 2018 to bylo 40,496 miliard. Třinecké železářny (TŽ) v roce 2019 vyrobily 2 508 kilotun oceli, tedy o 75 kilotun méně než v roce předcházejícím.

Výsledek hospodaření firmy odráží složitou tržní situaci druhé poloviny loňského roku. Provázeli ji zejména tlak na ceny ocelových produktů vlivem silného konkurenčního boje na evropském trhu. Zásadní vliv měl také růst cen vstupních surovin a energií. Evropská ekonomika se v loňském roce potýkala s důsledky obchodní války mezi USA a Čínou, přílivu levné oceli z třetích zemí a ochabující poptávce v automobilovém průmyslu. V neposlední řadě se na negativním růstu podepsal dramatický růst ceny emisní povolenky.

Nejprodávanejším výrobkem zůstává drát

Prodeje Třineckých železáren táhl nejvíce tradičně drát, jehož se firmě podařilo prodat 991 kilotun, z nichž téměř 70 % směřovalo do zahraničí. Objem prodeje v sortimentu tyčové a profilové oceli dosáhl 523 kt. Díky investicím do nových zušlechťovacích a úpravářských kapacit jde o výrobky s vyšší přidanou hodnotou, které nacházejí využití hlavně v automobilovém a strojírenském průmyslu. Objem prodeje polotovaru přesáhl 360 kt, kolejnice a železniční příslušenství loni firma prodala v objemu přesahujícím 260 kilotun.

Investice směřují do automatizace a ekologie

Třinecká huť loni proinvestovala 2,195 mld. korun. Celkové náklady na probíhající ekologické investiční akce v roce 2019 činily 547 mil. korun, směřovaly zejména do dvou projektů odprášení zařízení pro přípravu a zpracování surovin. Třinecké železářny plánovaly v letošním roce proinvestovat 1,4 mld. korun. S ohledem na negativní dopady pandemie koronaviru a ekonomických důsledků bude muset huť i tento plán přehodnotit.

Největší započatou investicí letošního roku je stavba nové loupací linky za 715 mil. korun. V investicích se firma bude orientovat i na problematiku snižování emisí CO₂. Huť je připravena transformovat a inovovat výrobu tak, aby produkce v co největší míře směřovala do ekologických projektů. V oblasti odprášení železářny dosáhly maxima možného, když díky masivním investicím snížily emise prachu na 128 tun v roce 2019. Emise CO₂ hodlá do roku 2030 snížit o čtvrtinu.

Letošní rok však bude obtížný. Před pandemií se počítalo s vyšší výrobou surové oceli než v roce minulém. Současný odhad ekonomického výsledku především s ohledem na prodejní ceny na trhu ale není nijak příznivý. Na hospodaření bude mít vliv slabý růst evropské ekonomiky, nejistoty spojené se změnami v automobilovém průmyslu, nedostatečná ochrana proti přílivu levné oceli do Evropy tzv. safeguards i dopady pandemie koronaviru.

Roční výroba Třineckých železáren se pohybuje zhruba okolo 2,5 mil. tun oceli. Mezi hlavní produkty patří především dlouhé válcované výrobky – válcovaný drát, tvarová ocel, speciální tyčová ocel, tažená ocel, kolejnice, široká ocel, bezešvé trubky a hutní polotovary. Třinecké železářny jsou v posledních 10 letech největším výrobcem surové oceli v České republice. Za celé své působení v historii od roku 1939 vyrobily Třinecké železářny více než 180 mil. tun oceli. Zaměstnávají přes 7000 lidí.

Recenzované výzkumné články

Využití skenovacího elektronového mikroskopu v procesu výroby oceli pro monitoring vývoje nekovových vměstků

Using of Scanning Electron Microscope in the Steel Production Process for Monitoring of Non-Metallic Inclusions

Ing. Tomáš Huczala, PhD.¹; Ing. Petr Kučírek¹; Ing. Jaromír Kaleta¹; Ing. Michal Sniegoň²; doc. Ing. Markéta Tkadlečková, Ph.D.²

¹ TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s., Průmyslová 1000, 739 61 Třinec, Česká republika

² VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta materiálově-technologická, Katedra metalurgie a slévárenství, 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava-Poruba, Česká republika

V praktických podmínkách je pro zlepšování čistoty oceli důležité identifikovat kritické faktory ovlivňující přítomnost nekovových částic. Vhodným nástrojem pro tyto účely je elektronový skenovací mikroskop, který umožňuje automatické hodnocení plochy vzorků oceli, s následným vyhodnocením distribuce nekovových vměstků a jejich chemického složení. Výsledkem této práce je v praxi využitelný postup vzorkování a analýzy výskytu nekovových vměstků v tekuté i tuhé oceli. S pomocí termodynamického numerického SW FactSage byla vytvořena kritéria pro kategorizaci vměstků do skupin. Postup je vhodný pro identifikaci kritických fází výroby. Rovněž byly analyzovány změny chemického složení nekovových vměstků v průběhu sekundární rafinace a odlévání oceli uklidněné hliníkem. Během zpracování v pánvové peci (LF) se primární produkty desoxidace (hlinitany) transformují na spinely $MgO \cdot Al_2O_3$. S rostoucí délkou zpracování na LF dochází k růstu obsahu CaO ve vměstcích. Během vakuování dochází k výraznému snížení obsahu nekovových vměstků. Během modifikace vápníkem roste obsah CaO ve vměstcích a kolem vměstků se tvoří obálka ze sulfidu vápníku. Obsah síry a teplota během modifikace jsou kritické parametry pro transformaci tuhých vměstků na tekutou formu.

Klíčová slova: SEM-EDS; scanovací elektronový mikroskop; mikročistota

Demands for improving the purity of steel are constantly increasing. The presence of non-metallic particles in steel depends on many factors, especially during the secondary refining and casting of the steel. In practical conditions, it is important to identify the critical factors affecting the presence of non-metallic particles to improve the purity of steel. A suitable tool is an electron scanning microscope with EDS detector, which enables automatic evaluation of the area of a steel sample with an evaluation of the distribution of non-metallic inclusions and their chemical composition. The result of the work is a procedure of sampling and analysing of the occurrence of non-metallic inclusions in liquid and solid steel that is usable in practice. With help of thermodynamic numerical SW FactSage, criteria for categorization of inclusions into groups were created. With a suitably set sampling procedure, the procedure can be used to identify critical stages of production. There were analysed changes in the chemical composition of non-metallic inclusions during secondary refining and casting of the aluminium-killed steel. The schema of changes of non-metallic inclusions during processing was created. During processing in a ladle furnace, the primary products of deoxidation - aluminates, are transformed into spinels $MgO \cdot Al_2O_3$. With increasing processing time at LF, the CaO content in the inclusions increases. During degassing, the contents of non-metallic inclusions are significantly reduced. During modification using calcium, the CaO content increases in the inclusions and a calcium sulphide rim forms around the inclusions. Sulphur content and temperature during modification are critical parameters for the transformation of solid to liquid inclusions.

Key words: SEM-EDS; scanning electron microscope; micro-purity

V celosvětovém měřítku neustále rostou tlaky konečných zpracovatelů oceli na zlepšování kvalitativních parametrů, zejména snižování obsahu nekovových částic v oceli.

V případě použití oceli ve vysoce namáhané součásti, jako např. ložiska, ozubená soukolí, nápravy pro železniční dvojkolí, pružinové oceli, jsou kritéria přípustnosti

velikosti nekovových vměstků v oceli neustále zpřisňována. Nekovové vměstky v oceli se obecně rozdělují z pohledu velikosti do tří kategorií – mikro ($< 20 \mu\text{m}$), semi ($20 - 100 \mu\text{m}$) a makrovměstky ($> 100 \mu\text{m}$). Klíčovým faktorem pro zlepšení procesu výroby oceli jsou metody identifikace nekovových vměstků. V práci [1] byly popsány jednotlivé přímé i nepřímé možnosti hodnocení mikročistoty oceli. V provozní praxi je pro stanovení čistoty oceli důležité zvolit metodu, která nabízí vysokou rychlost analýzy v kombinaci s přesností a významností poskytnutých informací. Mezi základní metody patří stanovení celkového obsahu kyslíku a mikročistoty pomocí optického mikroskopu (OP). Zajímavou alternativou je využití skenovacího elektronového mikroskopu (dále SEM), který výše uvedené metody obohacuje o další důležité informace. V porovnání se stanovením celkového obsahu kyslíku, analyzuje SEM rovněž sulfidické, nitridické a ostatní fáze, které neobsahují kyslík. Oproti optické metalografii přináší SEM díky EDS analyzátoru informaci o konkrétním chemickém složení nekovových částic a vnáší do procesu určitý prvek automatizace, čímž odbourává vliv lidského faktoru. V posledních letech se využití SEM v metalurgii věnuje vysoká pozornost. Použití SEM v praktických podmínkách sebou přináší nutnost vytvoření postupu vzorkování oceli. Softwarové vybavení elektronových mikroskopů většiny výrobců je určeno pro obecné využití. V případě plného využití v metalurgii je vhodné použití vlastních algoritmů pro třídění a vyhodnocování dat získaných pomocí SEM.

Cílem této práce bylo vytvoření nastavení procesu analýzy vzorku oceli pomocí SEM a algoritmu následné transformace dat pro potřeby identifikace změn množství a chemického složení nekovových vměstků v průběhu rafinace a odlévání oceli uklidněné hliníkem.

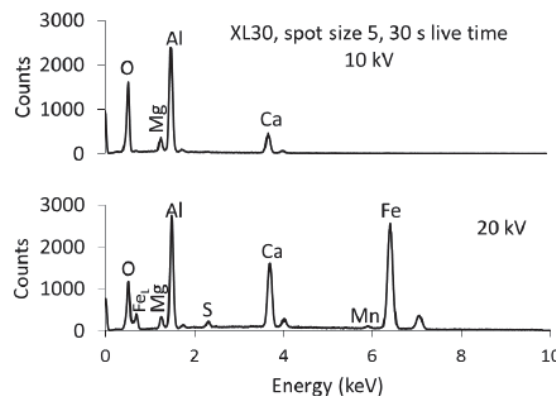
1. Popis experimentu

Scanovací elektronový mikroskop je v podmínkách Třineckých železáren, a.s. používán již od konce 90. let. V roce 2018 nahradil původní mikroskop Hitachi S-3000 nový mikroskop Tescan Vega3 vybavený EDS a WDS detektorem firmy EDAX, konkrétně EDS Octane Elite 30 (obr. 1).



Obr. 1 SEM – Tescan VEGA3
Fig. 1 SEM – Tescan VEGA3

Elektronový mikroskop umožňuje práci v manuálním nebo automatickém režimu. V případě manuálního režimu je možno pracovat v režimu BSE (režim odražených elektronů) nebo SE (sekundární elektrony). Pro automatické hodnocení nekovových vměstků se používá urychlovací napětí 15 kV, které zajišťuje kompromis mezi kvalitou a rychlostí analýzy. Autoři [2] srovnávali výsledky měření nekovových vměstků při urychlovacím napětí 10 a 20 kV. Na obr. 2 je uvedeno srovnání analyzovaných výbojů pro různé hodnoty urychlovacího napětí. Je patrné, že s rostoucím napětím dochází k ovlivňování spekter okolní maticí kovu. Při nižším napětí dochází rovněž ke zlepšení rozlišovací schopnosti částic s velikostí kolem $1 \mu\text{m}$, což se v důsledku projeví delší dobou samotné analýzy.



Obr. 2 Srovnání výbojů pro urychlovací napětí 10 a 20 kV v analýze SEM [2]

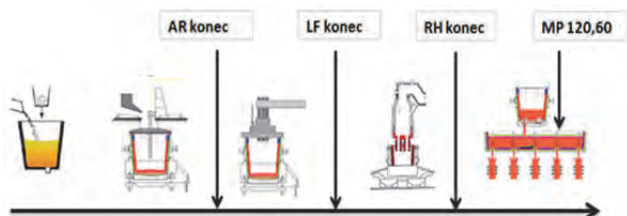
Fig. 2 Comparison of discharges for accelerating voltage of 10 and 20 kV in the analysis by the help of electron scanning microscope [2]

Následně je možno využít mnoha různých funkcí integrovaného EDS detektoru. V automatickém režimu jsou pro hodnocení mikročistoty oceli vytvořena dvě schémata. Postupy jsou nastaveny s ohledem na rychlost analýzy, protože v praktických podmínkách je klíčové maximalizovat množství provedených analýz nutných pro další statistické hodnocení. Schéma A je zaměřeno na hodnocení menší plochy, ale práh citlivosti je $1 \mu\text{m}$.

Hodnocená plocha představuje celkový obsah $5,6 \text{ mm}^2$. Tento algoritmus je používán zejména pro vzorkování z tekuté oceli, protože je méně náchylný na výskyt mikroporovitosti. Schéma B je zaměřeno na větší analyzovanou plochu, ale s podmínkou, že práh detekce nejmenší částice je $5 \mu\text{m}$. Analyzovaná plocha je pak limitována pouze možnostmi přípravy vzorků a velikostí komory mikroskopu.

Po odběru vzorku oceli probíhá standardní proces jeho přípravy pro metalografickou analýzu, tzn. rozřezání, zalísování a vyleštění. Následuje umístění vzorku do komory skenovacího elektronového mikroskopu. Pro hodnocení dle schématu A s menší analyzovanou plochou je možno provést analýzu celkem 12 vzorků najednou. Doba hodnocení je závislá na počtu přítomných nekovových částic. V případě vzorků oceli Třineckých železáren, a.s. (TŽ, a.s.) je hodnocení velice rychlé. Průměrná doba hodnocení jednoho vzorku je přibližně 40 min.

Nekovové vměstky jsou kategorizovány podle chemického složení a velikosti. Chemická analýza analyzovaných částic umožňuje rovněž identifikaci nečistot ulpělých na povrchu vzorku nebo pórovitosti vzniklé během tuhnutí vzorku. Po základním roztrídění jsou majoritní fáze vyneseny do ternárního diagramu daného typu. V případě oceli dezoxidovaných hliníkem jsou hlavní částice tvořeny Al_2O_3 , CaO , MgO , CaS a minoritních podílů SiO_2 případně MnO .



Obr. 3 Popis údobí odběru vzorků oceli
Fig. 3 Description of phases of steel sampling

Hlavním cílem je provést mapování vývoje distribuce a fázových změn nekovových vměstků v procesu výroby oceli hlavně sekundárního zpracování a odlévání oceli. V jednotlivých klíčových uzlech výroby byly definovány doby odběrů vzorku z tekuté oceli, které jsou zobrazeny na obr. 3. K experimentu byla zvolena ocel dezoxidovaná hliníkem. Tento druh oceli tvoří 50 % výroby TŽ, a.s. a zároveň tvoří podstatnou část oceli s vysokými užitnými vlastnostmi zmiňovanými v úvodu. Chemické složení pokusné značky oceli je uvedeno v tab. 1. Vzorky byly odebírány pomocí ponorných vzorkovačů a okamžitým zchlazením. Místa odběrů jednotlivých vzorků jsou zobrazena na obr. 3. Následovala příprava vzorků pro metalografickou analýzu a pak proces automatického hodnocení jednotlivých vměstků pomocí SEM.

Tab. 1 Chemické složení oceli 42CrMo4
Tab. 1 Chemical composition of 42CrMo4 steel grade

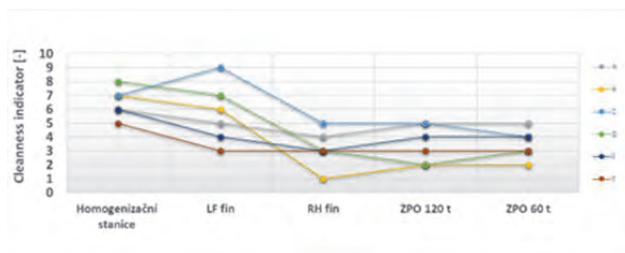
Rozsah	Chemické složení (hm. %)								
	C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	Ni	Al
Min.	0,38	0,60	xxx	xxx	xxx	0,90	0,15	xxx	0,02
Max	0,45	0,90	0,40	0,025	0,035	1,20	0,30	0,40	0,05

Z jednotlivých vzorků byly získány datové soubory s informacemi o pozicích, geometrii a chemickém složení jednotlivých nekovových detekovaných částic. Následovalo zpracování dat s využitím MS Excel VBA a termodynamický SW FactSage 7.2.

2. Diskuze dosažených výsledků

Získaná data byla analyzována ze dvou pohledů. První byl zaměřen na distribuci nekovových vměstků v jednotlivých fázích odběru vzorků. Výsledné informace jsou v praktických podmínkách užitečné pro identifikaci klíčových fází výroby oceli, ve kterých dochází ke zhoršení mikročistoty oceli.

Na obr. 4 jsou zobrazeny změny čistoty oceli vyjádřené indikátorem čistoty, který vychází z hustoty vměstků na plochu 1 mm^2 . Jedna sekvence se skládala z šesti taveb označených A až F. Zpravidla k největšímu výskytu nekovových vměstků dochází v počáteční fázi mimopecní rafinace oceli, tedy na homogenizační stanici (obr. 4). Zde je ocel ve stavu po desoxidaci a navíc dochází k intenzivnímu míchání lázně, což může podporovat zanášení částec strusky do kovu. Během zpracování na pánvové peci dochází ke zlepšení indikátoru čistoty oceli. U tavyby C souvisela hodnota indikátoru čistoty na konci pánvové pece s omezenou propustností dmyšných elementů v půdě pánve. U taveb došlo k výraznému zlepšení mikročistoty na konci zpracování na zařízení RH, kromě jedné tavyby (F), kdy nedošlo ani k poklesu, ani nárůstu ukazatele mikročistoty. Během zpracování oceli na vakuovém zařízení typu RH dochází k intenzivnímu promíchávání oceli v komoře i samotné pánvi. Díky tomu je podporována koalescence a koagulace částic, a zlepšuje se tak následné vyplouvání nekovových vměstků. U vzorků odebíraných v mezipánvi lze pozorovat stejnou úroveň mikročistoty. Ve dvou případech došlo k mírnému zlepšení. Podmínky změny čistoty v průběhu odlévání jsou dány zejména charakterem proudění oceli v MP, mírou reoxidace (okolní atmosférou, krycí struskou v MP, torkretační hmotou atd.).



Obr. 4 Změna počtu nekovových vměstků v průběhu sekundární rafinace a odlévání oceli

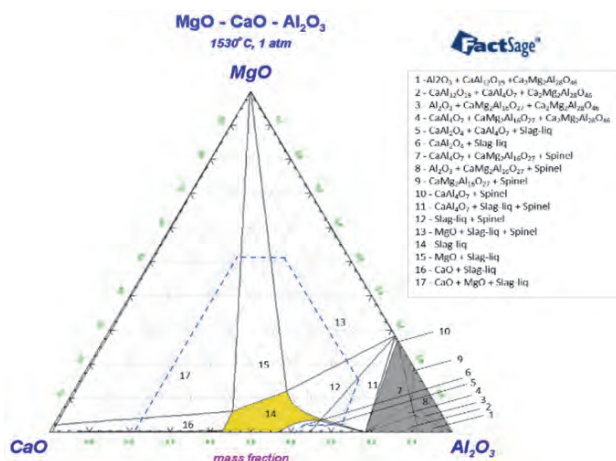
Fig. 4 Change of non-metallic inclusions during secondary refining and casting

Druhým pohledem je změna chemického složení nekovových vměstků v průběhu sekundární rafinace oceli. Díky znalosti dat o chemickém složení jednotlivých nekovových vměstků bylo možné jednotlivé vměstky kategorizovat a porovnat mezi jednotlivými místy odběru vzorků. Pro kategorizaci oxidických vměstků do skupin je vhodné využít zobrazení v ternárních diagramech. U oceli uklidněné hliníkem byly detekovány jako majoritní fáze Al_2O_3 , CaO a MgO . Vměstky na bázi SiO_2 a MnO se v oceli téměř nevyskytovaly, což svědčí o plné desoxidaci a odstranění těchto fází během odpichu i po něm. Pomocí termodynamického SW FactSage byly provedeny numerické simulace daných ternárních diagramů $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$, které následně sloužily pro přesnější rozdělení nekovových vměstků do skupin. Na obr. 5 je patrné rozložení jednotlivých fází v závislosti na procentuálním hmotnostním podílu jednotlivých složek. Vypočtené výsledky naznačují přítomnost 17 hlavních sloučenin, které mohou v daném systému za daných podmínek koexistovat.

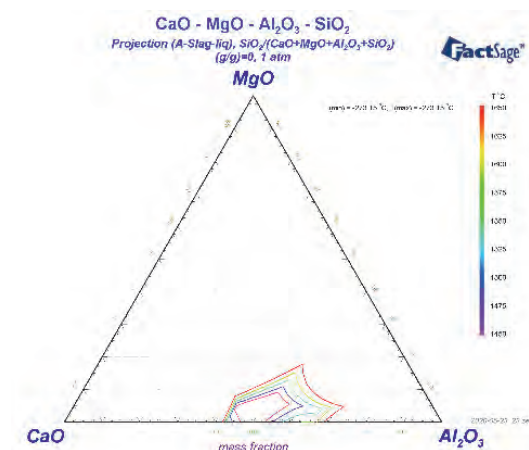
Jednotlivé složky budou vykazovat rozdílné fyzikálně-chemické vlastnosti, které mají vliv na morfologii nekovových vměstků v oceli v hotovém stavu, případně i procesy odlévání či odstraňování nekovových vměstků.

Kromě změny jednotlivých složek z pohledu chemického složení, jsou výsledkem numerických simulací rovněž podíly tekuté složky v jednotlivých fázích. Ve žluté oblasti jsou nekovové vměstky v plně tekutém stavu. Jedná se o sloučeninu $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot z\text{MgO}$, kde symbol z

představuje obsah oxidu hořečnatého v rozmezí 0 – 12 %. Obsah MgO v rozsahu 4 – 6 % významně snižuje teplotu tavení nekovových částic. V šedé oblasti jsou naopak znázorněny fáze, které neobsahují žádný podíl tekuté fáze [3]. Majoritní složkou jsou v tomto případě Al_2O_3 , oxid hliníku s nízkým obsahem CaO a MgO, případně spinel $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$. Významnou je rovněž oblast vyznačená čárkovanou čarou. V této oblasti obsahují sloučeniny více než 50 hm. % tekuté fáze.



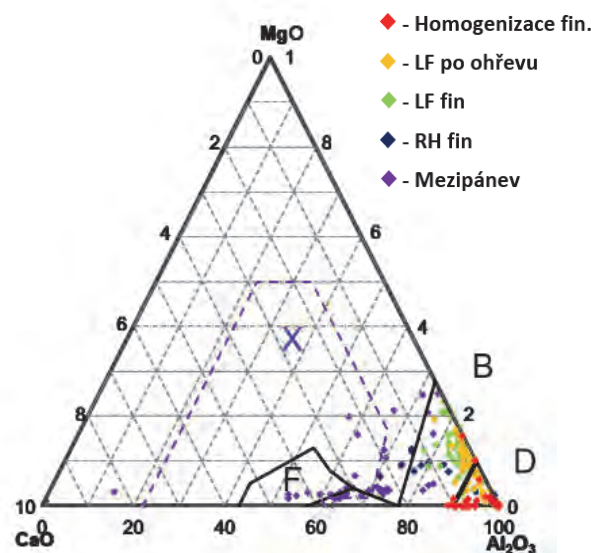
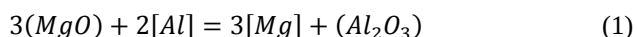
Obr. 5 Ternární diagram CaO-Al₂O₃-MgO pro teplotu 1530 °C
Fig. 5 Ternary diagram CaO-Al₂O₃-MgO for 1530 °C



Obr. 6 Oblast 100% tekutosti nekovových vměstků pro teplotní rozsah 1450 – 1650 °C s teplotním krokem 50 °C
Fig. 6 Area of 100% liquid non-metallic inclusions for the temperature range of 1450 – 1650 °C with a temperature step 50 °C

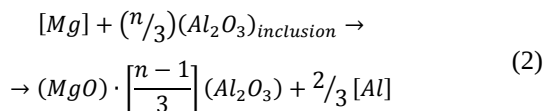
Jedna z funkcí SW FactSage je rovněž simulace teplotní projekce tekuté fáze v určitém teplotním rozsahu a určitém teplotním kroku. Na obr. 6 je zobrazena oblast plně tekuté fáze v ternárním diagramu CaO-Al₂O₃-MgO v teplotním rozsahu 1450 – 1650 °C. Z výsledků je patrné, že s klesající teplotou se zmenšuje oblast plně tekuté fáze. To v praxi znamená, že s klesající teplotou může během odlévání docházet k tvorbě pevných fází a zhoršení odlévání. Pro rozčlenění vměstků v ternárním diagramu v rámci provedeného experimentu byla zvolena teplota 1530 °C. Je to průměrná teplota během odlévání značky oceli použité v experimentu.

Nekovové vměstky z jednotlivých vzorků byly vyneseny do výše definovaných ternárních diagramů. Výsledky pro tavbu C jsou zobrazeny na obr. 7. Z ternárních diagramů je patrné, že na počátku zpracování, tj. těsně po ukončení homogenizace a odpichu, se většina nekovových vměstků nachází ve formě čistých hlinitanů. Po ohřevu dochází k postupnému nárůstu obsahu MgO ve vměstcích. Proces tvorby spinelu během rafinace oceli je popisován v pracích [4 – 7]. Jedná se o reakci vyskytující se při použití žárovzdorné vyzdívky na bázi MgO během zpracování oceli v pánvové peci. V případě, že jsou vhodné podmínky pro průběh reakce podle rov. (1), dochází k transportu hořčíku zejména ze strusky do objemu kovu.



Obr. 7 Vývoj chemického složení nekovových vměstků během sekundární rafinace uklidněné oceli hliníkem
Fig. 7 Transformation of the chemical composition of non-metallic inclusions during secondary refining of aluminium-killed steel

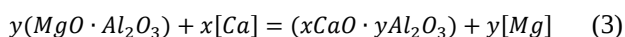
Následně dochází k transformaci původních nebo nově vzniklých hlinitanů na spinely dle schématu uvedeného v rov. (2).



Kritickými faktory jsou obsahy snadno redukovatelných oxidů, složení pánvové strusky a zejména stupeň saturace MgO ve strusce. Nasycení MgO ve strusce má souvislost s bazicitou strusky CaO/SiO_2 a poměrem CaO/Al_2O_3 .

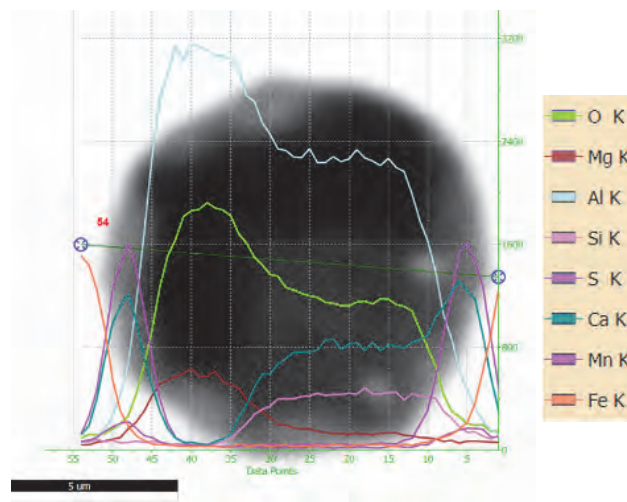
V dalším kroku zpracování následuje vakuování oceli na zařízení typu RH (Ruhrstahl Heraeus). Princip vakuování RH je odlišný od způsobu zpracování typu VD (Vacuum Degassing). V případě zařízení RH dochází k většímu podílu turbulentního proudění oceli v objemu kovu a minimální emulgaci strusky do objemu kovu. Reakční plocha na rozhraní struska-kov je tak oproti způsobu VD mnohem menší. Z pohledu odstraňování nekovových vměstků je tato situace výhodnější. Důkazem jsou obr. 4 a obr. 7, kdy je patrný výrazný pokles výskytu nekovových vměstků po vakuování oceli. Z pohledu chemického složení je patrné, že po vakuování došlo k odstranění téměř všech nekovových vměstků na bázi Al_2O_3 a spinelu. V oceli bylo detekováno pouze malé množství vměstků s vyšším obsahem CaO. Nicméně část vměstků se v ternárním diagramu nacházela v poli s obsahem 20 – 50 % tekuté fáze. Z toho vyplývá, že pevné vměsky se během vakuování na zařízení typu RH odstraňují efektivněji než vměsky s vyšším obsahem tekuté fáze, což je v souladu s prací [8].

Po vakuování následuje proces modifikace nekovových vměstků pomocí sloučeniny na bázi Ca. Modifikátorem je většinou CaSi, CaFe nebo čistý vápník. Cílem modifikace je transformovat chemické složení nekovových vměstků, aby se nacházely v tekutém stavu – fáze č. 14, žlutě vyznačená oblast na obr. 5. Celá řada odborných prací byla věnována popisu a tvorbě modelu procesu modifikace. Např. autoři [9] vytvořili model průběhu modifikace s postupnou transformační řadou $Al_2O_3 \rightarrow CA_6 \rightarrow CA_2 \rightarrow CA_2 \rightarrow CA_{x(liquid)}$. Nevýhodou navrženého modelu je, že látkou vstupující do reakce, je hlinitan Al_2O_3 . V praxi, jak je znázorněno na obr. 7, je výchozí látkou pro modifikaci spinel. Oxid hořčíku výrazně mění průběh modifikace nejen ovlivňováním tekutosti roztoku, ale i změnou průběhu reakce podle rov. (3). Jak popisují autoři v práci [10], v reakci je klíčová difuze hořčíku z roztoku $MgO \cdot CaO \cdot Al_2O_3$. Při určité tloušťce vzniklé vrstvy $CaO \cdot Al_2O_3$ je difuze hořčíku z nekovového vměstku směrem do oceli klíčovým článkem reakce [11]. Důsledkem jsou nezreagovaná jádra spinelu ve středu nekovového vměstku – viz rov. (3)



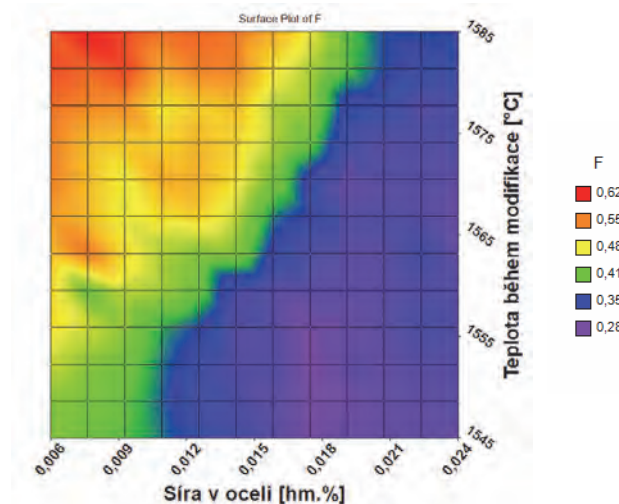
Jakmile je během modifikace na povrchu vměstku dosaženo kritické aktivity CaO, dochází ke vzniku obálky kolem nekovového vměstku na bázi CaS, což potvrzují výsledky provozních experimentů. Liniová spektrální

analýza nekovového vměstku se sulfidickou obálkou je znázorněna na obr. 8.



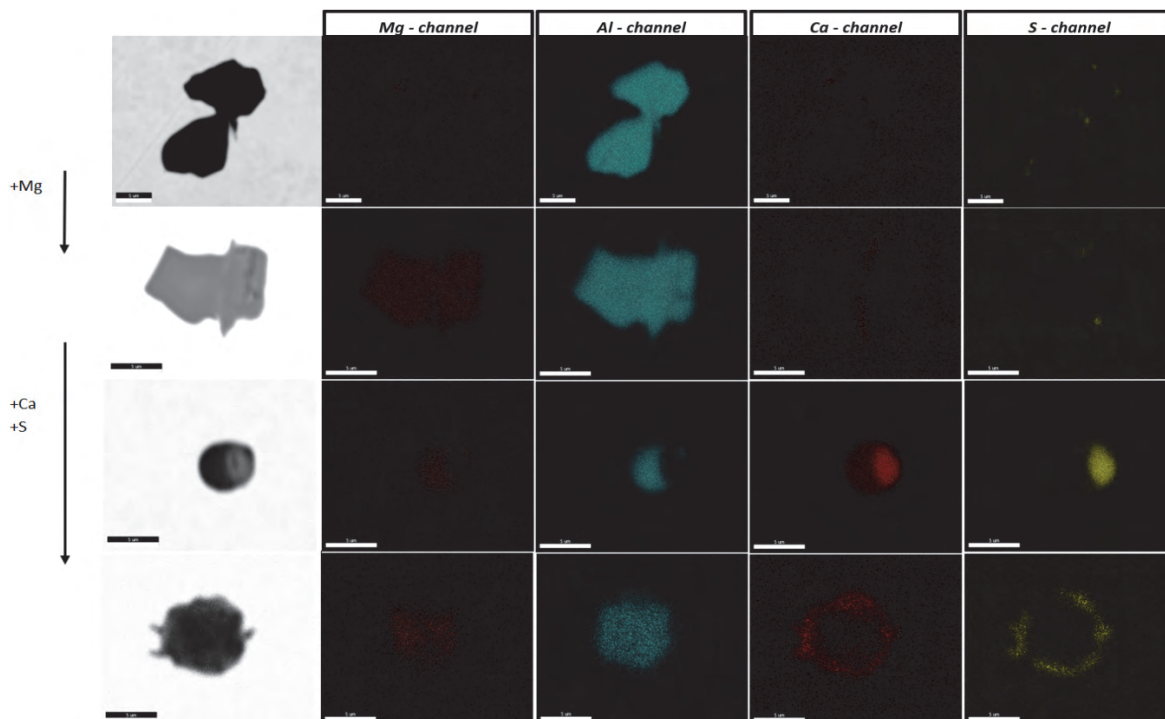
Obr. 8 Liniová spektrální analýza nekovového vměstku po modifikaci
Fig. 8 Spectral line analysis of non-metallic inclusion after modification

Pro jednotlivé vzorky bylo vyhodnoceno procentuální zastoupení nekovových vměstků v plně tekuté fázi, ve fázi obsahující > 50 % tekuté složky a v pevné fázi. Následně byly hledány kritické parametry ovlivňující proces modifikace a změny chemického složení nekovových vměstků po modifikaci. Jak je patrné z obr. 9, významným parametrem pro proces modifikace nekovových vměstků je obsah síry a teplota oceli. Obsah síry v oceli je přitom kritickým parametrem. Při teplotě 1545 °C je kritický obsah síry 0,011 hm. %. Při vyšším obsahu síry než 0,011 hm. % dochází k tvorbě výše popisované sulfidické obálky na povrchu vměstků.



Obr. 9 Vliv obsahu síry a teploty oceli při modifikaci tekutých nekovových vměstků na jejich procentuální podíl

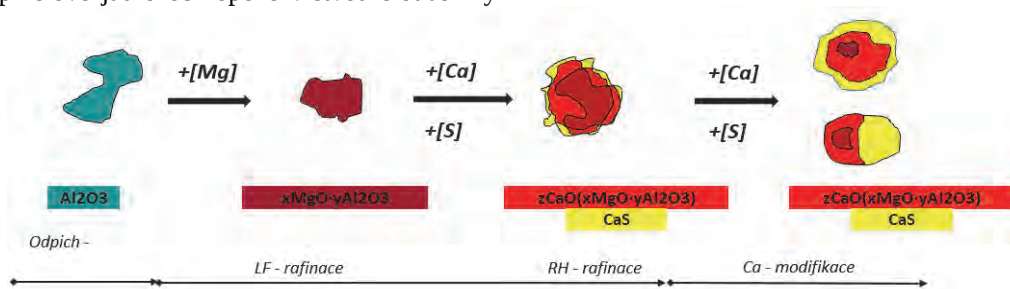
Fig. 9 Influence of the content of sulphur and temperature of steel during modification of non-metallic inclusions on their percentage portion



Obr. 10 Spektrální mapy obsahu jednotlivých prvků ve vměstcích během procesu
Fig. 10 Element mapping of typical inclusions in steel samples during the process

S rostoucí teplotou dochází k posunu kritického obsahu síry k vyšším hodnotám. Jak je zobrazeno na obr. 8, při teplotě 1585 °C je kritický obsah síry 0,020 hm.%. Pro jednotlivé vzorky bylo provedeno spektrální mapování nekovových vměstků s cílem zjištění nerovnoměrnosti v rozložení jednotlivých fází v nekovových částicích. Hlinitany a spinely většinou představují homogenní fázi s rovnoměrným obsahem Al_2O_3 a MgO ve svém objemu. Na vzorcích po modifikaci lze však pozorovat výraznou heterogenitu. Ve středové části nekovových vměstků se vyskytuje spinelové jádro obklopené vrstvou sloučeniny

$\text{CaO} \cdot (x\text{MgO} \cdot y\text{Al}_2\text{O}_3)$ s různou tloušťkou. V případě obsahu CaS se vyskytovaly dvě schémata. První představovala obálka CaS kolem celého vměstku. Druhé pak samostatný ostrůvek CaS přilepený na vměstek. Většina detekovaných vměstků se po modifikaci nacházela v obou těchto fázích. Grafické znázornění celkové transformace nekovových vměstků v průběhu sekundárního zpracování ukazuje obr. 11. Jednotlivé fáze nekovových vměstků po modifikaci budou vykazovat rozdílné vlastnosti při následném tváření materiálu.



Obr. 11 Vývoj nekovového vměstku během rafinace oceli ukladné hliníkem
Fig.11 Development of non-metallic inclusion during the refining of steel aluminium-killed

Závěr

Nový mikroskop Tescan VEGA3, umožňující analýzu SEM-EDS, nahradil původní mikroskop SEM v Třineckých železárnách, a.s. Analýza chemického složení nekovových vměstků rozšířila využití metalografické analýzy pro hodnocení vývoje vměstků v procesu mimo-

pecního zpracování oceli i stanovení mikročistoty hotových výrobků. Hlavním cílem práce bylo nastavení vhodných okrajových podmínek samotné analýzy a úpravy SW pro následnou kategorizaci nekovových vměstků. Výsledkem práce je úspěšné začlenění metodiky do procesu metalografického hodnocení čistoty oceli, nastavení okrajových podmínek detekce a následné využití pro

stanovení kritických parametrů rafinace a odlévání oceli. Z výše uvedených výsledků vyplývá následující:

- Podmínky a způsob desoxidace oceli významným faktorem ovlivňují množství i chemické složení nekovových vměstků.
- Během procesu zpracování v pánvové peci dochází vlivem dějů probíhajících na rozhraní struska-kov k transformaci chemického složení nekovových vměstků směrem od hlinitanu ke spinelu.
- Vakuování na zařízení RH má významný vliv na průběh snížení množství nekovových vměstků.
- Analýzou vzorků z tekuté oceli lze identifikovat kritické parametry procesu. V případě pokusné sekvence se např. jednalo o omezenou propustnost dmyšného elementu umístěného v pánvi.
- Modifikace vápníkem významným způsobem mění charakter nekovových vměstků.
- Pro průběh modifikace je klíčový obsah síry 0,011 hm. %. Při tomto obsahu dochází k tvorbě sulfidických obálek kolem nekovových vměstků. S rostoucí teplotou při modifikaci dochází k růstu kritického obsahu síry.
- Termodynamický SW FactSage je vhodný pro zpřesnění algoritmu kategorizace detekovaných nekovových vměstků pomocí elektronového mikroskopu.
- Významným článkem výroby kontinuálně odléváných ocelí je mezipánev, která může významně ovlivnit finální čistotu oceli.

Poděkování

Tento článek byl vytvořen díky projektu č. CZ.02.1.01/0.0/0.0/17_049/0008399 z finančních fondů EU a ČR poskytovaných "Operačním programem Výzkum, vývoj

a vzdělávání, Výzvy 02_17_049 Dlouhodobá mezisektorová spolupráce pro ITI, řídicí orgán: Česká Republika - Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy".

Literatura

- [1] THOMAS, B. G., ZHANG, L. Evaluation and Control of Steel Cleanlines – Review. In: *The 85th Steelmaking Conference*, ISS-AIME, Warrendale, PA, 2002, pp. 431-452.
- [2] PISTORIUS, P. C., TANG, D., FERRIERA, M. E.: Consistency in Automated Inclusion Microanalysis. In *The 9th International Conference and Exhibition on Clean Steel*, Budapest, Hungary, 2015.
- [3] VERMA, N., PISTORIUS, P., FRUEHAL, J., POTTER, S., OLTMANN, H., PRETORIUS, E. Calcium Modification of Spinel Inclusions in Aluminum-Killed Steel: Reaction Steps. *Metallurgical and Materials Trans.*, 43B (2012) 830-840.
- [4] LIU, Ch., HUANG, F., SUO, J., WANG, X. Effect of Magnesia-Carbon Refractory on the Kinetics of MgO-Al₂O₃ Spinel Inclusion Generation in Extra-low Oxygen Steels. *Metallurgical and Materials Trans.*, 47B (2016) 989-998.
- [5] HARADA, A., MIYANO, G., MARUOKA, N., SHOBATA, H., KITAMURA, S. Y. Dissolution Behavior of Mg from MgO into Molten Steel Deoxidized by Al. *ISIJ Int.*, 54 (2014) 10, 2230-2238.
- [6] HARADA, A., MABUOKA, N., SHIBATA, H., ZEZE, M., ASAHARA, N., HUANG, F., KITAMURA, S. Y. Kinetic Analysis of Compositional Changes in Inclusions during Ladle Refining. *ISIJ Int.*, 54 (2014) 11, 54.
- [7] HUCZALA, T., KALETA, J., BOCEK, D., PILKA, V., KUČÍREK, P., SOCHA, L. Evolution of Non-metallic Inclusion in Aluminium Killed Steel during Ladle Furnace Process. In: *Conf. Iron and Steelmaking*, 4.-6.10.2017, Horní Bečva, Česká republika.
- [8] YOSHIOKA, T., KARASEV, A., OHBA, Y., JÖNSSON, G. The Formation and Behavior of CaO-containing Inclusions in a Steel Melt during an LF-RH-TD Process in a Case-hardening Steel. In: *The 10th International Conference on Clean Steel*, Budapest, Hungary, 2018.
- [9] YE, G., JÖNSSON, P., LUND, T. Thermodynamics and Kinetics of the Modification of Al₂O₃ Inclusions. *ISIJ Int.*, 36 (1996) 2, 105-108.
- [10] YANG, S., WANG, Q., ZHANG, L., LI, J., PEASLEE, K.: Formation and Modification of MgO-Al₂O₃-based Inclusion in Alloy Steels. *Metallurgical and Materials Trans.*, 43B (2012) 731-750.

V Prostějově začínají vyrábět šroubové pružiny pro metro v Indii

www.trz.cz, Třinec, Tisková zpráva 17.7.2020

Metro v indické Bombaji bude brzy jezdit na pružinách z Prostějova. Dceřiná firma Třineckých železáren HŽP v Prostějově získala společně s indicko-japonskou firmou Hitachi High-Tech (HHT) zakázku na více než 4000 sad pružin pro vozy bombajského metra.

Podle ředitele společnosti HŽP Petra Vaňka se podařilo přesvědčit finálního zákazníka o kvalitě českých výrobků, ale také o schopnosti navrhnout, vyvinout a vyrobit nové řešení odpružení vozů na míru. Nyní už v Prostějově pracují na prvních objednávkách.

Uspěch na indickém trhu s jeho specifiky není snadné. Tendr vypsal společnost BEML, jeden z největších výrobců železničních a jiných vozů v Indii, pro šroubové pružiny pro 504 nových vozů metra pro tři linky v Bombaji. Jednání poté zkomplikovala pandemie nového typu koronaviru. Nicméně ve třetím kole tendru se týmu HŽP podařilo navrhnout zcela nové řešení pružin včetně požadovaných výpočtů, dokladů technické způsobilosti a v rekordním čase vyrobených a otestovaných vzorků.

HŽP a.s. vyrábí podvozkové pružiny pro železniční a automobilový průmysl tvářením za tepla. Hlavními produkty jsou pružiny šroubové, listové a parabolické. Více než 80 % produkce putuje na export zejména do zemí EU. Mezi největší odběratele patří globální společnosti jako Scania, DAF, Iveco, Alstom nebo Tatravagonka. Firma zaměstnává přibližně 280 lidí zejména z Prostějova a jeho okolí.

Research of Handling of Waste, Materials and Other Products from Metallurgical and Related Process Plant

Výzkum nakládání s odpady, materiály a vedlejšími produkty hutních a souvisejících provozů

doc. Ing. Jozef Vlček, Ph.D.; doc. Ing. Vlastimil Matějka, Ph.D.; doc. RNDr. Bruno Kostura, Ph.D.

VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Materials Science and Technology, 17. listopadu 2172/15, 708 00 Ostrava-Poruba, Czech Republic

The project is focused on research related to the possibilities of material recovery of high-volume waste products such as slags, dry and wet products from the treatment of waste gases from iron and steel production, also including products from downstream technologies such as fly ashes from power installations and solid waste products from metal casting. The project aims to generate scientific knowledge that will subsequently lead to the elimination of undesirable environmental impacts of the above-mentioned products, contribute to the increase of their material recovery and/or increase the value of the products derived from originally waste materials from metallurgical and related operations. The paper aims to present the research activities realized within the project.

Key words: metallurgy; slags; dusts; sludges; recovery; re-utilization of materials

Projekt je zaměřen na výzkum možností materiálového využití vysoko objemových odpadních materiálů, jako jsou strusky, produkty mokrého a suchého čištění odpadních plynů vznikajících při výrobě oceli, dále popílky jako odpadní produkty z elektráren a rovněž odpady vznikající při tvářecích procesech. Cílem projektu je získávat vědecké znalosti, které povedou k návrhu řešení pro eliminaci nežádoucích environmentálních účinků studovaných sekundárních a odpadních materiálů, přispějí ke zvýšení jejich recyklace nebo povedou k přípravě produktů s vyšší užitnou hodnotou. Za dva roky, po které je projekt již řešen, byla prozkoumána řada materiálů vznikajících jako sekundární, nebo odpadní produkty při výrobě surového železa a ocelí. Prozatím realizované výsledky výzkumu ukazují na řadu možností využití studovaných materiálů pro přípravu produktů vysoké přidané hodnoty, jakými jsou stavební dílce připravené z alkalicky aktivovaných strusek, abraziva pro různé účely, materiály pro fotokatalytické a sorpční procesy.

Klíčová slova: metalurgie; strusky; popílky; kaly; recyklace; nové využití materiálů

The main purpose of the present project is to support the enhancement of long-term inter-sectoral scientific research cooperation between the partners from research and application sectors primarily from the Ostrava agglomeration focused on the management of waste, materials and by-products originating during metallurgical and related operations. The main scientific research agenda of the project is joint research concerning the elimination, further treatment and recovery of industrial wastes, materials and by-products from metallurgical operations, which are not the primary objective of production. The project started in 2018 and 7 partners are involved in the project team: VŠB-Technical University of Ostrava, Královopolská, a.s., Liberty Ostrava a.s., Materiálový a metalurgický výzkum s.r.o., Národní strojírenský klastr, z. s., Smolo, a.s. and Třinecké železářny, a.s.

The research activities are implemented through two work packages WP1 and WP2. The research focus of both WPs is demonstrated in Fig. 1.

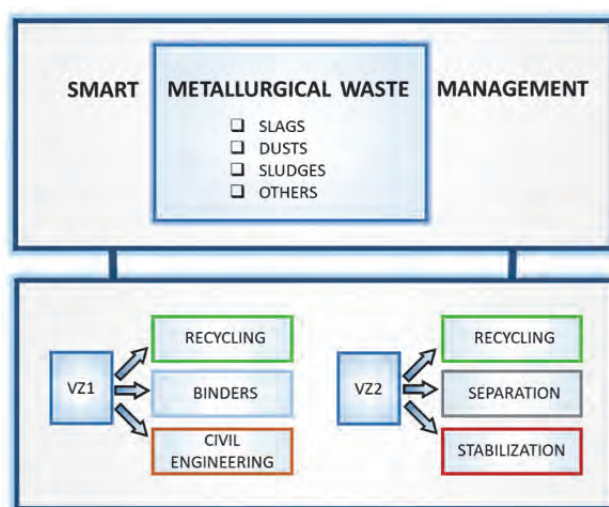


Fig. 1 Scheme of the research focus within the Work Packages WP1 and WP2

Obr. 1 Schéma výzkumu zaměřeného na tématické okruhy WP1 a WP2

Description of the work packages

The **Work Package 1 (WP1)** aims to increase the level of qualitative and quantitative material recovery of slags. Effective usage of the slags is explored and the possibilities of material recovery of slags that are not recovered yet are studied. The project involves the application of the methods of material recovery of the slags in the metallurgical industry, in the production of conventional binders, in the preparation of alternative binders by alkali activation processes, and the use of slags as the base material for civil engineering purposes. The use of slag in metallurgy assumes the search for optimal alternatives for slag recycling in melting units as well.

In the Czech Republic, iron and steel metallurgy generates more than two million tons of slag annually, with the bulk of the production being concentrated in the Ostrava region. Although there is a large part of slags, which is currently subject of material recovery, part of the slags remains unused or their recovery brings only negligible economic and social benefits. Examples include the steel slags, especially the ladle slags. Current methods of slag recovery sometimes cause problems for

their users. A significant problem for the utilization of the slags is their volume instability and this problem is typical for ladle slags.

The reduction of transport and storage capacities and supporting the idea of a circular economy is one of the targets of the project. In the case of the material recovery of the slags in the production of conventional binders, the activities are aimed at researching the possibilities of slag processing in the production of Portland cement. In terms of the use of slags for the preparation of alternative binders, the possibility of preparing geopolymeric binders and low-energy types of cement is examined [1]. Concerning the use of slags as the base material (aggregates), the reasons of the volume changes of the slags and the possibility of slag treatment for suppression of this negative phenomenon is investigated [2]. These three core topics of the project are continuously enriched with new ideas including for example utilization of the slags as the abrasives [3], slags for the storage of the heat [4], slags as the raw materials for ceramic production, etc. The research activities adopted within the WP1 are schematically presented in Fig. 2.

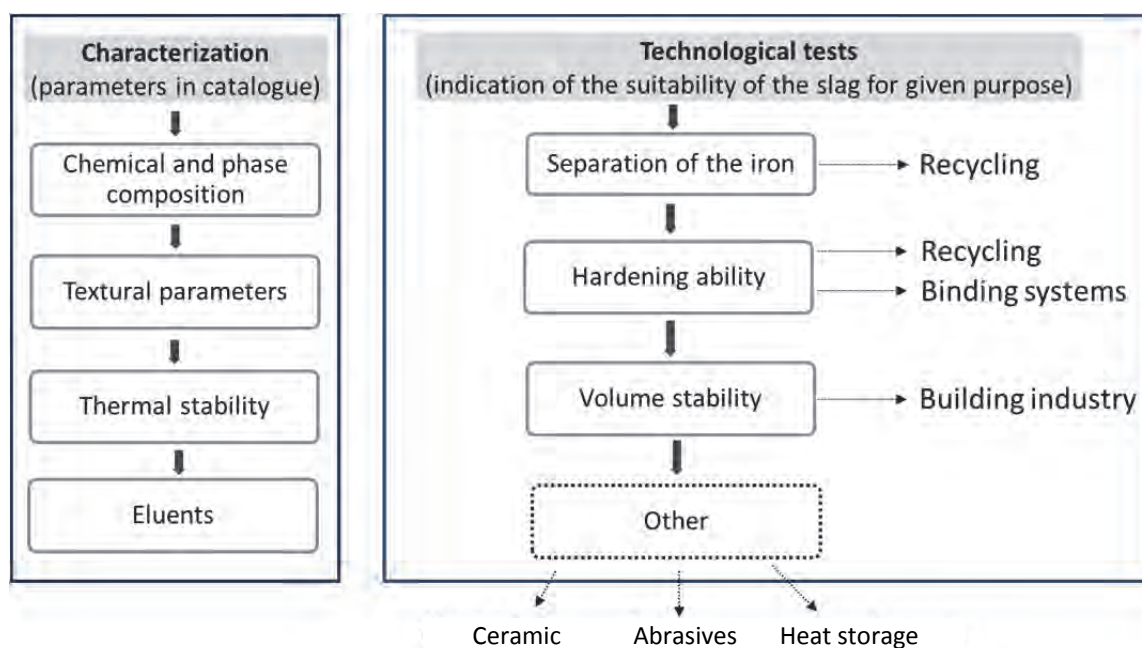


Fig. 2 Research activities adopted within WP1
Obr. 2 Výzkumné aktivity v tématickém okruhu WP1

The first part of the scheme in Fig. 2 includes the activities related to the characterization of the raw slags. The obtained parameters are collected and represent the input data for the catalogue of the slags, which is defined as one of the outputs of the project. The example of the catalogue list is shown in Fig. 3. The list contains the information about the type of the slag, its chemical composition, as well as the chemical composition and

selected parameters of their water eluents. The list contains the X-ray diffraction pattern of the slag, FTIR spectra, TG and DTA curves. The ability of the slag to react with water and alkali activator is presented by the compressive strength values measured for samples after 28 days of a hydration process. The susceptibility of the slag for volume instability is also included in the list.

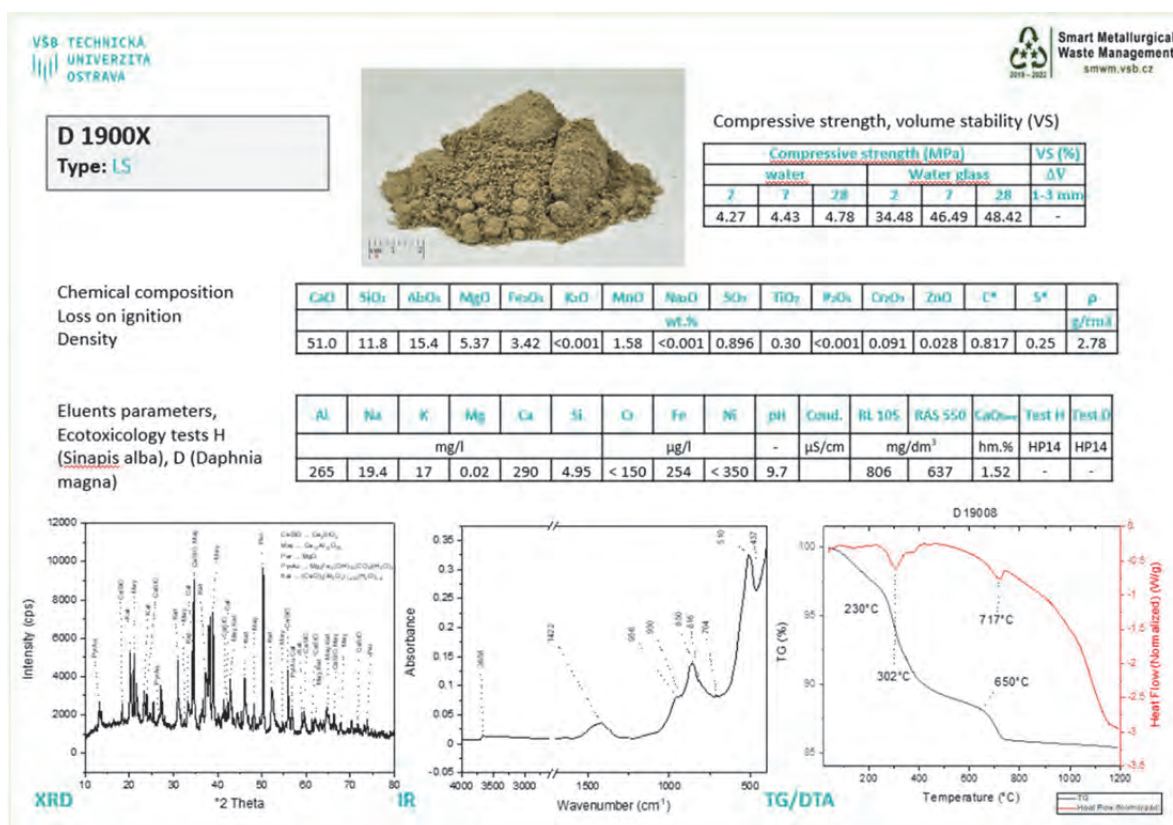


Fig. 3 Example of the list of the catalogue of the slags
Obr. 3 Příklad výpisu z katalogu strusek

The **Work Package 2 (WP2)** deals with the investigation of other solid wastes and materials, which are generated as by-products in metallurgical and related operations. The main goal is the characterization of these materials in terms of the chemical and physicochemical properties, which would lead to new and effective ways of waste treatment and thus to its recovery. Samples of a blast furnace, steel and converter sludge and various types of dust are available. These wastes arise during wet cleaning of gases from metallurgical processes, as well as by capturing of fly ash on electrostatic precipitators and fabric filters.

A high proportion of iron bounds in various oxide forms and high basicity are the characteristics of the typical sludge and dusts. Their wider recycling is hindered mainly due to the high content of zinc, or some other heavy metals. In the case of dusts from the sintering process, it is also a high content of alkalis and chlorides.

Blast furnace sludge originates during the production of pig iron in a blast furnace. It is a fine-grained material with a high weight portion of iron oxides (approximately 60 wt.%), but also with a relatively high content of heavy metals, especially zinc, cadmium and lead. These metals have low boiling points compared to the iron. In the blast furnace, they circulate in the form of vapours and condense in the colder parts of the furnace on dust particles. Zinc content may be as high as 4% in blast furnace sludge.

Steelmaking and converter sludges are generated during the production of steel in electric arc furnaces or oxygen converters. During these high-temperature steelmaking processes, iron and other accompanying elements evaporate and subsequently oxidize, while a large amount of dust particles is formed. The content of problematic heavy metals is significantly higher in these sludges in comparison with blast furnace sludges. For example, the contents of zinc in a steelmaking sludge, reach up to approximately 8 %.

The basis for the recycling of these metallurgical wastes is the separation of the iron-bearing matrix from non-ferrous heavy metals, especially zinc. Zinc separation can be achieved in two ways, by pyrometallurgical processing [5] or by hydrometallurgical processing [6 – 8]. In this work, we focused on the possibilities of hydrometallurgical processing of steelmaking sludge. It is a leaching of sludge in acid solutions. 1M hydrochloric acid and 1M acetic acid were used for the tests. The results showed comparable efficiency of both acids. 22.4 % of Zn was removed with HCl, in the case of CH₃COOH, it was 21.6 % Zn. It is relatively low efficiency. Phase analysis of original and leached steelmaking sludge (Fig. 4) revealed that zinc is present in the original sludge in two forms, zincite (ZnO) and franclinite (ZnFe₂O₄). While zincite dissolves well in acids, leaching of franclinite is very difficult.

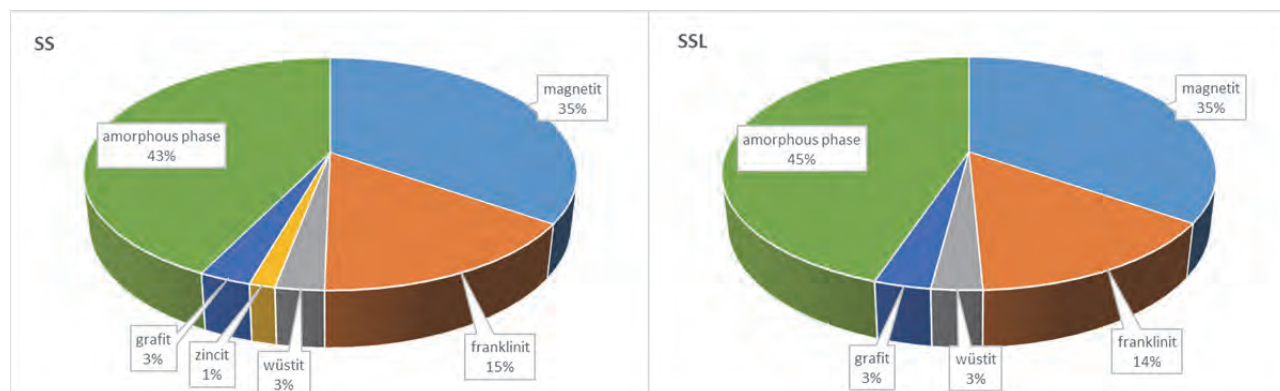


Fig. 4 Comparison of phase composition of original (SS) and leached (SSL) steelmaking sludge
Obr. 4 Porovnání fázového složení původní (SS) a louženého (SSL) ocelářských popílků

The solid residuum obtained can be further processed in a pyrometallurgical way, for example in a rotary kiln, and subsequently returned to the metallurgical process. The reducing agent can be technical carbon mixed with the residuum or the carbon monoxide introduced into the furnace. Another possibility is the processing of solid residuum via electrochemical methods. In [9] it was shown, that during voltammetric cycling in an alkaline environment, electrode reduction of iron oxide to nanostructured Fe occurs on the surface of the leached blast furnace sludge particles. Conversely, by multiple voltammetric cycling, the surface of the sludge grains is covered with a porous nanostructured magnetite layer [10].

Acidic extracts after hydrometallurgical treatment of metallurgical sludge can, of course, be primarily used for zinc separation. There are however also other possibilities. One of them is the preparation of iron oxides, for example, hematite. For this purpose, the acidic leachate obtained using 1M HCl from the hydrometallurgical treatment of steelmaking, as well as the blast furnace sludge, were tested. As the oxidation agent, a 30% solu-

tion of H_2O_2 was used, the precipitant was a 3M solution of NaOH. The separated product was calcined at 650°C for 2 hours. The result obtained for steelmaking sludge is shown in Fig. 5. It is obvious from this figure, that hematite with an admixture of magnetite was obtained.

Acidic acetate extract containing zinc acetate as the major component is studied as a source of ZnO for the preparation of nanostructured composites based on ZnO/GO or ZnO/g- C_3N_4 with photocatalytic effects. A graphene oxide (GO) composite was prepared, and 65% of photo-degradation efficiency against the model azo dye Acid Orange 7 aqueous solution was achieved.

For the above-mentioned types of metallurgical wastes, also the other possibilities of their utilisation are studied. One of them is the study related to the sorption properties of these materials. The sorption of phosphates, phenols and organic components of drugs, for example, paracetamol, is researched. Interesting results have been obtained for the oxygen converter sludge, the sorption capacities of which for phosphates are comparable to blast furnace slags and are not reduced even after the acidic leaching.

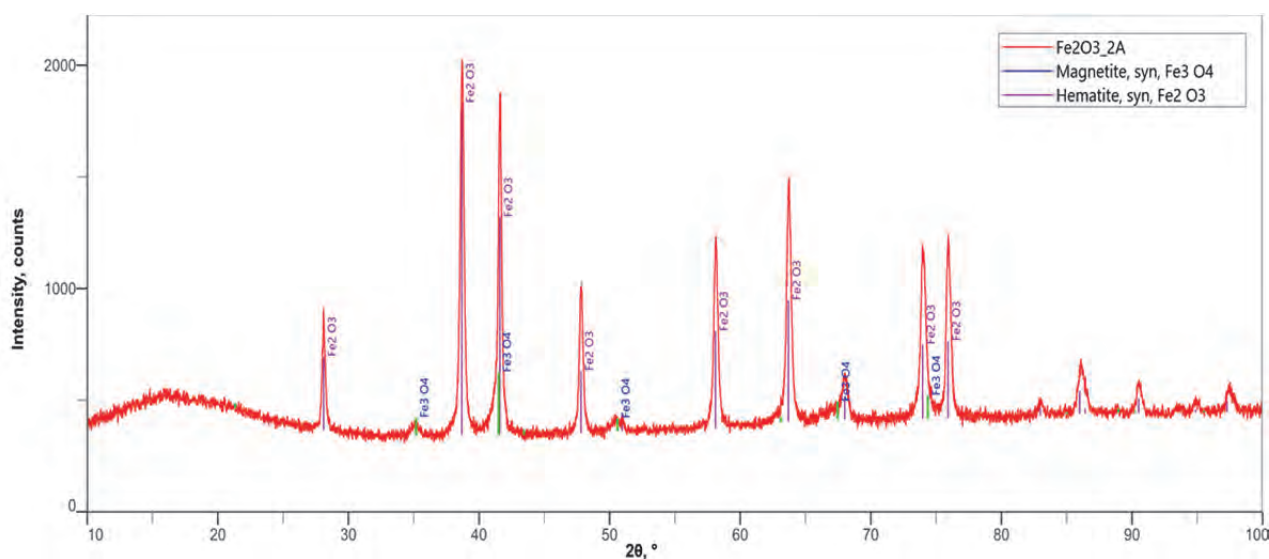


Fig. 5 X-ray diffraction pattern of calcined product
Obr. 5 Difraktogram kalcinovaného produktu

Conclusions

The aims of both WPs' research plans were briefly introduced in this paper. The main results coming from WP1 include the detailed characterization of prevailing types of the slags generated during the steel production, iron recycling possibilities, the ability of the parts of the slags to undergo the alkali activation process resulting in the formation of high strength products as the alternatives to construction materials based on Portland cement. The potential of the slag utilization as the abrasive was also proved within the project. The studies of the effect of the slags and their eluents on the growth of the roots of white mustard seeds and viability of *Daphnia Magna* indicate almost negligible impact. The WP2 aims to study and characterize waste metallurgical materials in terms of chemical and physicochemical properties, which would lead to new and effective ways of waste treatment and recovery. It is mainly the effective removal of zinc from these wastes and its further possible use, for example for the production of nanocomposites with specific properties. Solid residues after acidic leaching can be processed electrochemically, or used for sorption purposes.

Acknowledgements

This paper was created within the frame of the project number CZ.02.1.01/0.0/0.0/17_049/0008426 financed by the Operational Programme Research, Development and Education under the auspices of the Ministry of Education, Youth and Sports of the Czech Republic.

The authors also would like to thank all of the project's partners for their collaboration within the project.

References

- [1] VLČEK, J., ŠVRČINOVÁ, R., BURDA, J., TOPINKOVÁ, M., KLÁROVÁ, M., OVČAČÍKOVÁ, H., JANČAR, D., VELÍČKA, M. Hydraulic Properties of Ladle Slags. *Metallurgija*, 55 (2016) 399-402.
- [2] VOLKOVÁ, A., BURDA, J., KLIMSZOVA, A., VLČEK, J. Volume Stability of Metallurgical Slags Metodic Assessment. In *METAL 2015*, Tanger Ltd., 2015; pp. 96-102.
- [3] MATĚJKA, V., PERRICONE, G., VLČEK, J., OLOFSSON, U., WAHLSTRÖM, J. Airborne Wear Particle Emissions Produced during the Dyno Bench Tests with a Slag Containing Semi-metallic Brake Pads. *Atmosphere*, (2020) 11, 1-12.
- [4] KOŠTIAL, P., VLČEK, J., KOŠTIALOVÁ JANČÍKOVÁ, Z., ŠPAČKOVÁ, H., DAVID, J., FRISCHER, R., RUŽIAK, I. Effective Ecological and Cheap Heating of Dwelling Spaces. *Sustainability*, (2020) 12, 1-15.
- [5] SCHNEEBERGER, G., ANTREKOWITSCH, J. New Developments in the Recycling of Zinc Containing Dusts from Steel and Foundry Industry. In *European Metallurgical Conf. EMC 2011*, 2011, 4, 1493-1506. ISBN 978-394027639-1.
- [6] LANGOVÁ, Š., LEŠKO, J., MATÝSEK, D. Selective Leaching of Zinc from Zinc Ferrite with Hydrochloric Acid. *Hydrometallurgy*, 95 (2009) 179-182.
- [7] ASADI ZEYDABADI, B., MOWLA, D., SHARIAT, M.H., FATHI KALAJAHI, J. Zinc recovery from blast furnace flue dust. *Hydrometallurgy*, 1997, 47, 113-125.
- [8] VEREŠ, J., LOVÁS, M., JAKABSKÝ, Š., ŠEPELÁK, V., HREDZÁK, S. Characterization of blast furnace sludge and removal of zinc by microwave-assisted extraction. *Hydrometallurgy*, 2012, 129-130, 67-73.
- [9] NOVÁK V., RAŠKA P., MATÝSEK D., KOSTURA B. Electrochemical characterization of fine-grained blast furnace sludge after acid leaching using carbon paste electrode. *Journal of Solid State Electrochemistry*, 2018, 22(11), 3457-3466.
- [10] NOVÁK V., KOSTURA B., RAŠKA P., K. PETEREK DĚDKOVÁ K., MENDES R.G., GEMMING T., LEŠKO J. Oxide nanolayer formation on the surface of modified blast furnace sludge particles during voltammetric cycling in alkaline media. *Journal of Solid State Electrochemistry*, 2020, <https://doi.org/10.1007/s10008-020-04819-4>.

Nový velkostroj je v provozu, do ovzduší uniká méně prachu

www.trz.cz, Třinec, Tisková zpráva 16.11.2020

U zpracování surovin se v huti méně prší. Třinecké železářny dokončily jednu ze dvou investicí do dalšího snížení emisí tuhých znečišťujících látek do ovzduší. Od konce října je v provozu zařízení pro dopravu a zpětné zakládání vsázky pro výrobu ocelářského aglomerátu.

Nový velkostroj nahradil padesát let starý portálový naběrač na homogenizační skládce. Je vybaven systémem odprášení, díky čemuž uniká do ovzduší méně prachu při zpracovávání surovin pro výrobu surového železa a oceli.

Podle propočtů jde o snížení o bezmála 60 tun ročně. 1050 tun vázící stroj je vybaven skrápěcím zařízením a odsáváním prachu z jednotlivých přesypů. Stroj nového koncepčního uspořádání umožní odběr až 1200 tun surovin za hodinu. Nyní firma staví další obdobné zařízení v bezprostřední blízkosti nového velkostroje. Ve druhém projektu jde o zařízení pro odběr a zpracování směsi pro výrobu vysokopečnického aglomerátu. Zjednodušeně řečeno jde o technologii, která přepravuje suroviny nutné k výrobě surového železa. Rovněž je vybavena odsáváním prachu, díky čemuž se daří významně snížit objem prашných částic v okolí skladovacích prostor surovin, zejména rudy. Oba projekty hut' financuje společně s prostředky z Operačního programu Životního prostředí s celkovými náklady přesahujícími 750 mil. korun.

Ekologické investice realizované v posledních letech přinesly snížení emisí prachu na historicky nejmenší objem 128 tun za rok 2019. Jde o nejmodernější zařízení svého druhu pro hutní průmysl a jsou vybaveny tkaninovými filtry, které zachytí dokonce i částice menší frakce než PM10.

Systém detekce strusky pro kontinuální lití – sledování vibrací

Slag detection system for continuous casting – vibration detection

Ing. David Stoniš; Ing. Martin Papoušek

VÚHŽ a. s., Dobrá 240, 73970 Dobrá, Česká republika

V průběhu let 2018 – 2020 se firma VÚHŽ a.s., Dobrá ve svých výzkumných úkolech zabývala vývojem a nasazením systému pro detekci strusky v pánvi pro účely zařízení plynulého odlévání v TŽ, a.s. Z důvodu neustále se zvyšujícího tlaku na kvalitu odlévaných profilů a jejich kontrolu, požadoval zadavatel TŽ, a.s. automatickou detekci strusky s možností jejího zpětného dohledání. Zároveň zadavatel kladl důraz na snadnou údržbu zařízení a její nenáročnou implementaci do výrobního procesu. Z výše uvedených důvodů byl pro koncept zařízení zvolen princip detekce na základě změny vibrací při přechodu ocel-struska z pánve do mezipánve.

Klíčová slova: detekce strusky; akcelerometr; kontinuální lití; měření vibrací

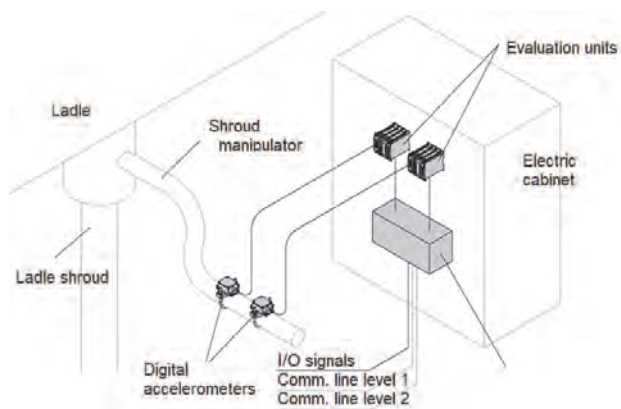
Today, majority of steel productions is made by the technology known as continuous casting. The zone of transition between steel and slag is recognized as an important issue in today's steelmaking process. Reliable slag detection system must identify the steel-slag transition under varying operating conditions. Many of slag detection systems are already on the market at this time, but numerous casting operations still rely on the decision of human operator. During the years 2018-2020 the VUHZ company, within its researcher tasks, worked on the development and commissioning of a slag detection system for continuous casting machine in Třinec steelworks (TŽ, a.s.) Due to the ever-increasing pressure from the customer side on the quality of continuously cast products, there was a requirement from TŽ, a.s. customers for automatic slag detection system with its on-line trending and monitoring enabling also a study of history. The designed device had to meet requirements for low-cost maintenance and easy implementation into the production process. The concept is based on monitoring of difference in vibrations during pouring of liquid steel and slag from ladle to the tundish. Its main advantage is simplicity, low-cost and non-invasive nature. Detection device consists of two 3-axis accelerometers with digital output line, processing unit and PLC control unit. Data from PLC are sent via ethernet to LEVEL2 systems, where slag detection report is created from them.

Key words: slag detection; accelerometer; continuous casting; vibration measurement

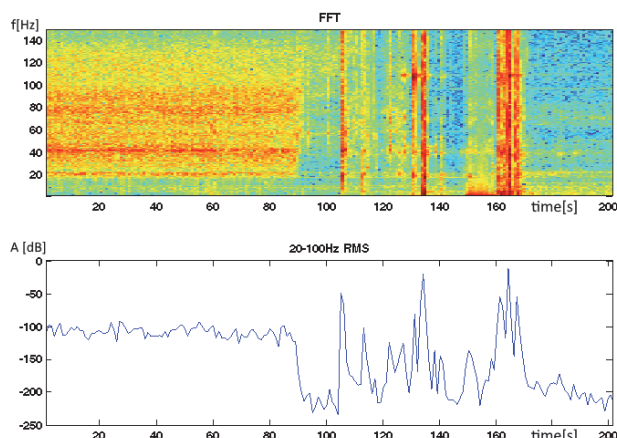
V hutnictví se v zařízeních pro detekci strusky využívají zejména dva hlavní fyzikální principy detekce. Prvním z nich je elektromagnetická detekce, kde jsou do vyzdívky pánve instalovány elektromagnetické senzory, které indikují přechod mezi ocelí a struskou. Druhým principem je měření přechodu mezi ocelí a struskou pomocí sledování vibrací. Každý ze systémů má své výhody i nedostatky. Mezi přednosti elektromagnetické detekce patří přesnost a spolehlivost detekovat přítomnost strusky bez ovlivnění vnějšími vlivy a detekce její přítomnosti ještě před vnikem do stínicí trubice, resp. mezipánve. Naproti tomu jsou její nevýhody vysoké prvotní pořizovací náklady, přídatné chlazení a nutnost neustálé údržby a kontroly snímačů při vyzdívání a manipulaci s pánví. Vibrační princip má naopak výhodu v tom, že se používá jen jedno monitorovací zařízení umístěné mimo pánev, které vyžaduje minimální údržbu, a rovněž pořizovací náklady jsou řádově nižší než u prvního způsobu. Nevýhodou vibračního snímání je

nutnost odfiltrovat vibrace z jiných zdrojů a nastavení zařízení individuálně dle specifik jednotlivých provozů. Další nevýhodou je, že k detekci strusky dochází až na základě jejího malého úniku do mezipánve. [1, 3]

U systému detekce strusky bylo požadováno jeho nasazení na technologickém úseku ZPO1 TŽ, a.s., pracoviště KOLP. Dosud zde probíhala detekce strusky tak, že operátor měl před koncem dolití pánve položenou ruku na konci ramene manipulátoru stínicí trubice a vnímal změnu vibrací při přechodu oceli na strusku. Z tohoto principu jsme při návrhu vycházeli. Vibrace, které při přechodu ocel-struska ve výtokovém otvoru pánve a stínicí trubicí vznikají, jsou přenášeny i na manipulátor. Na rameno tohoto manipulátoru jsme nainstalovali jako snímač vibrací tříosý digitální akcelerometr s rozlišením 20 bitů a max. zrychlení $\pm 2,048$ g. Pro filtraci byl použit 32bitový DSP procesor (obr. 1).



Obr. 1 Blokové schéma systému detekce strusky
Fig. 1 Block diagram of the slag detection system



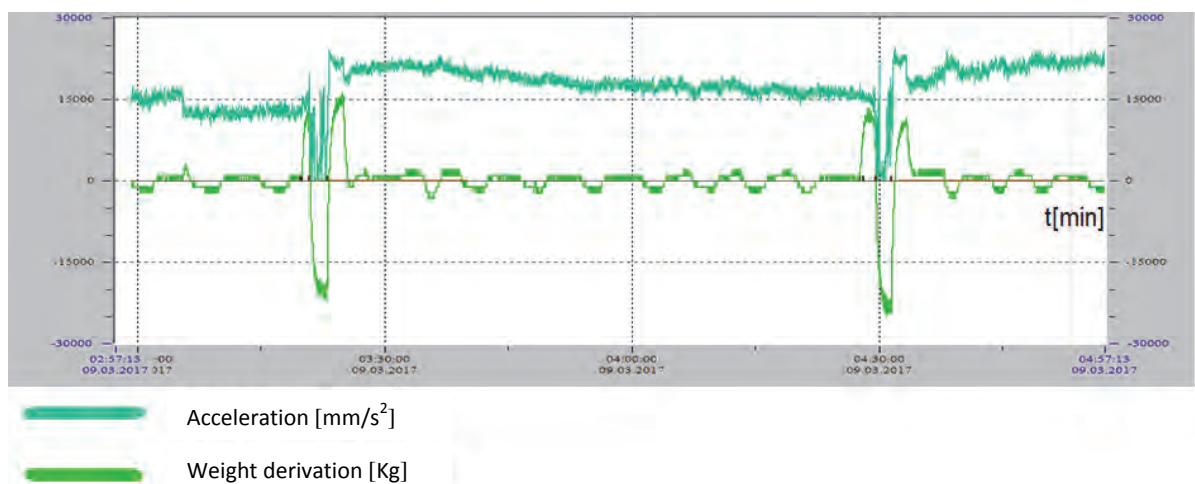
Obr. 2 Frekvenční spektrum přechodu ocel-struska, osa Z
Fig. 2 Frequency spectrum of transition steel – slag, axis Z

V první fázi projektu bylo třeba zjistit, jestli akcelerometry jsou vůbec schopny zaznamenat změnu v přechodu ocel-struska, je-li měření opakovatelné a jak budou měřené hodnoty ovlivňovat parazitní vlivy. Bylo provedeno několik měření s pomocí digitálního 24bitového B&K analyzátoru. Ukázka výsledného frekvenčního spektra při přechodu ocel-struska je zobrazena na obr. 2.

Z frekvenčního spektra je patrný přechod mezi struskou a ocelí, kdy v okamžiku uvolňování strusky dochází k výraznému poklesu vibrací. Na základě těchto měření jsme navrhli digitální filtraci a vyhotovili prototyp zařízení skládající se ze dvou identických měřících systémů, jeden jako hlavní a druhý jako záložní pro případ poruchy. Každý systém sestává z tříosého digitálního akcelerometru napojeného na procesor, který odesílá data z akcelerometru po sběrnici RS485 do vyhodnocovací výpočetní jednotky. V případě ztráty signálu dochází k automatickému přepnutí na záložní systém.

Digitální akcelerometr měří vzorky s frekvencí 1000 s^{-1} . Všechny změřené vzorky vstupují do 8bitového MCU a odešlou se spolu s kontrolním součtem po lince RS485. Tato data jsou přenášena do výpočetní jednotky, kde jsou dále zpracovávána. Ve výpočetní jednotce jsou na vybraná data z akcelerometru, zpravidla pouze na data z jedné osy akcelerometru, aplikovány digitální FIR filtry. FIR filtry v časové doméně byly zvoleny jako plně postačující a proti filtraci ve frekvenční doméně výrazně méně výpočetně náročné. Z takto filtrovaného signálu se počítá výkon a dále se filtruje dolní propustí.

Filtrovaný signál je následně poslán s obnovovací periodou 20 ms po analogové lince 4-20 mA do PLC, kde dochází k jeho dalšímu vyhodnocení. Do tohoto PLC jsou napojeny i analogová data z měření hmotnosti pánve a mezipánve (obr. 3) a informace o poloze šoupátkového uzávěru. Jako výstupní signály jsou pro operátora použity informace o aktivaci systému detekce a přítomnosti strusky.



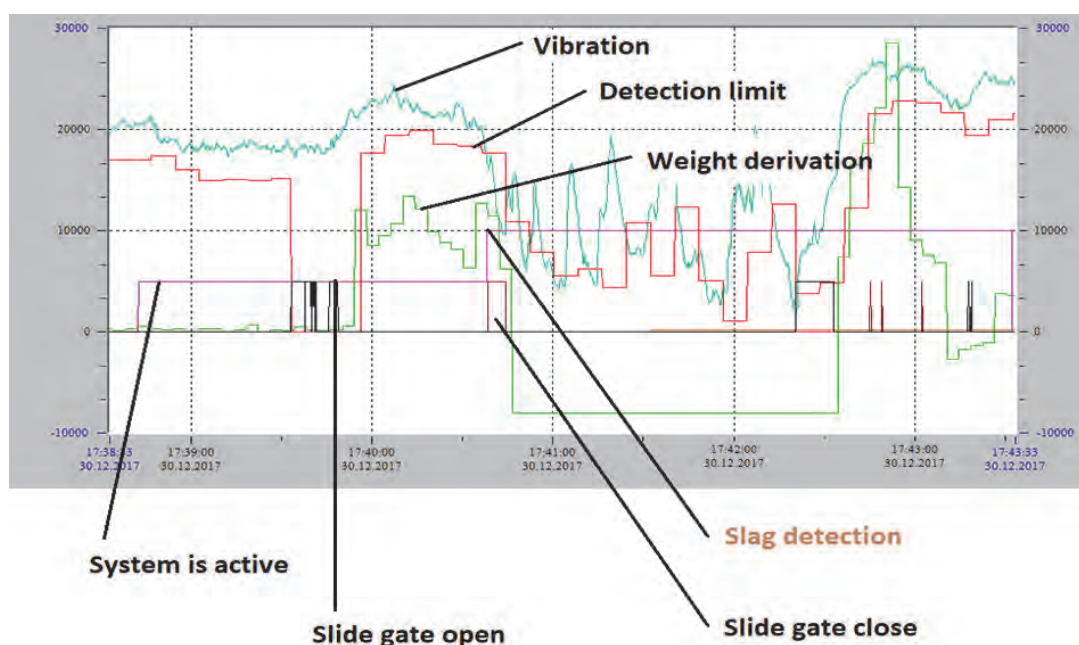
Obr. 3 Průběh vibrací a přírůstek hmotnosti v mezipánvi v sekvenci lití
Fig. 3 Evolution of the trend of vibrations and tundish weight increments during casting sequence

Celý proces detekce se automaticky spouští při poklesu hmotnosti v pánvi pod 20 t nebo manuální aktivací

operátorem. Zpravidla při poklesu hmotnosti pánve pod 15 t operátor přechází do ručního ovládání šoupátkového

uzávěru a obvykle v rozmezí 10 až 8 t šoupátkový uzávěr otevírá, aby docházelo k rychlejšímu odtoku oceli z pánve. V průběhu testů bylo zjištěno, že tímto otevřením se zvýší vibrace, jak dokládá záznam na obr. 4. Zároveň je však nutné pro samotný pohyb šoupátkového uzávěru detekci strusky na krátký čas přerušit, jelikož dochází k jejímu ovlivnění a tím i možnosti falešné detekce. Při změně úrovně vibrací se aktivuje zvukový a světelný signál detekce strusky. Operátor pak na jejich základě dává pokyn k zavření šoupátkového uzávěru pánve. Po uzavření výtokového otvoru pánve se následně z PLC odešlou data s technologickými parametry detekce do nadřazeného systému řízení, kde dochází k jejich dalšímu zpracování. Celý proces detekce se automaticky spouští při poklesu hmotnosti v pánvi pod 20 t nebo manuální aktivací operátorem. Zpravidla při poklesu

hmotnosti pánve pod 15 t operátor přechází do ručního ovládání šoupátkového uzávěru a obvykle v rozmezí 10 až 8 t šoupátkový uzávěr otevírá, aby docházelo k rychlejšímu odtoku oceli z pánve. V průběhu testů bylo zjištěno, že tímto otevřením se zvýší vibrace, jak dokládá záznam na obr. 4. Zároveň je však nutné pro samotný pohyb šoupátkového uzávěru detekci strusky na krátký čas přerušit, jelikož dochází k jejímu ovlivnění a tím i možnosti falešné detekce. Při změně úrovně vibrací se aktivuje zvukový a světelný signál detekce strusky. Operátor pak na jejich základě dává pokyn k zavření šoupátkového uzávěru pánve. Po uzavření výtokového otvoru pánve se následně z PLC odešlou data s technologickými parametry detekce do nadřazeného systému řízení, kde dochází k jejich dalšímu zpracování.



Obr. 4 Záznam zrychlení (vibrací) v průběhu konce lité – software Promotic
Fig. 4 Records of acceleration (vibration) during end of casting – Promotic software

Závěr

Cílem popsaného projektu bylo automatizovat stávající systém detekce strusky a náhradu lidské obsluhy. Vyvinutý systém detekce byl úspěšně nasazen a prakticky byla ověřena i jeho spolehlivost při provozních zkouškách. Za rok a půl plného provozu zařízení bylo jeho pomocí vyhodnoceno přes 4000 taveb s celkovou úspěšností pohybující se kolem 92 %. Zbývajících 8 % jsou případy, kdy došlo k vyřazení detekce z důvodu pohybu šoupátkového uzávěru, uzavření pánve z technologických důvodů nebo z důvodu poruchy na zařízeních posílajících data potřebná pro správnou funkci systému.

Literatura

- [1] GERGELY, T., ONDREJKOVIČ, K., HULKÓ, G. A Low-cost Non-invasive Slag Detection System for Continuous Casting. IFAC Papers, on-line, 50-1 (2017) 438–445. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2017.08.065>
- [2] TAN, D., LI, P., PAN, X. D. Application of Improved HMM Algorithm in Slag Detection System. *Journal of Iron and Steel Research*, 16 (2009) Issue 1, Jan., 1-6, [https://doi.org/10.1016/S1006-706X\(09\)60001-7](https://doi.org/10.1016/S1006-706X(09)60001-7).
- [3] WALKER, D. I., DAWSON, S., MOUNTFORT, N. Development of Vibration Style Ladle Slag Detection Method and the Key Technologies. *Transactions of the Iron&Steel Society of AIME*, (1991) 12, 223-230.
- [4] Nupro Corporation - 755 Center Str., Suite 3, Lewiston, New York, USA 14092, Cost Effective Caster Slag Detection (2017), http://www.nuprocorp.com/pdf_file/slag_trkII.pdf

Zprávy z Ocelářské unie a.s.

Meziroční porovnání měsíčních a postupných hutních výrob roku 2019 a 2020

	Výroba *)			Výroba	Index	Výroba	Index	Výroba	Index
	Září	Říjen	Leden-Říjen	Září		Říjen		Leden-Říjen	
	2020	2020	2020	2019	2020/19	2019	2020/19	2019	2020/19
	(tis. t)			(tis. t)	(%)	(tis. t)	(%)	(tis. t)	(%)
KOKS									
ČR	135,32	150,19	1296,62	128,77	105,08	133,83	112,22	1390,65	93,24
AGLOMERÁT									
ČR	449,43	378,33	4155,16	448,70	100,16	350,26	108,01	4343,43	95,67
SUROVÉ ŽELEZO									
ČR	305,04	293,15	2880,30	293,92	103,78	218,46	134,19	3062,54	94,05
SUROVÁ OCEL									
ČR	374,76	358,94	3641,14	373,89	100,23	270,46	132,72	3868,13	94,13
KONTISLITKY									
ČR	355,30	339,20	3424,82	348,31	102,01	244,72	138,61	3585,45	95,52
BLOKOVNY									
ČR	47,82	29,98	462,15	51,28	93,25	46,69	64,20	497,69	92,86
VÁLCOVANÝ MATERIÁL									
ČR	353,93	395,01	3685,75	356,04	99,40	329,48	119,89	3860,44	95,47
TRUBKY									
ČR	32,88	32,61	310,66	32,85	100,10	33,29	97,96	339,45	91,52
TAŽENÁ, LOUPANÁ, BROUŠENÁ OCEL									
ČR	15,73	17,20	160,56	15,43	101,93	11,78	145,98	160,37	100,12
STUDENÁ PÁSKA KLASICKÁ									
ČR	1,17	1,19	11,22	1,13	103,45	1,11	107,10	11,17	100,46

POZNÁMKA: *) Za poslední měsíc jsou údaje předběžné.

Zpracoval: Ocelářská unie a.s. Praha – Jiří Dufek



Z hospodářské činnosti podniků, institucí a řešitelských pracovišť

Vývoj šroubové pružiny s progresivní charakteristikou pro tlumení vibrací ve stavebnictví

Development of a Helical Spring with a Progressive Characteristic for Absorption of Vibration in Civil Engineering

Ing. Pavel Nekoksa

HŽP a.s., Dolní 100, 796 01 Prostějov, Česká republika

Se šroubovými pružinami se lidé setkávají v každodenním životě. Každý z nás si při vyslovení pojmu šroubová pružina představí pružinu v propisovací tužce či součást vypružení osobního automobilu nebo železničního podvozku. Specifické užití však šroubové pružiny nalézají i ve stavebnictví, kde slouží pro snížení hlučnosti, vibrací a ochraně při zemětřesení. Pružiny jsou zamontovány v antivibračních jednotkách, které jsou umístěny pod budovami, mostními konstrukcemi či železničními koridory s pevnou jízdní dráhou. Tyto typy pružin vyžadují vysokou přesnost výroby, dlouhodobou funkčnost a spolehlivost. Článek čerpá z několikaletého vývoje progresivní šroubové pružiny pro antivibrační jednotku. Vývoj této progresivní pružiny probíhal ve společnosti HŽP a.s. ve spolupráci s německou společností zabývající se se tlumením vibrací (vibroizolací).

Klíčová slova: šroubová pružina; progresivní charakteristika; vibroizolace; pevná jízdní dráha

Helical coil springs have become a common part of our everyday lives. There are many possibilities for designing the springs. Everybody knows coil springs in pencils, part of car suspension or bogie. However, coil springs are also used in the construction industry to reduce of noise, vibration, and earthquake protection. Springs are assembled in antivibration units for example under buildings, bridges or railway corridors with slab track. These types of springs require high production accuracy, long-term functionality and reliability. The article describes several years of development of a progressive coil spring for antivibration unit. The development of this progressive spring was performed by the company HŽP a.s. in cooperation with the German company focused on vibration isolation.

Key words: helical coil spring; progressive characteristic; vibration isolation; slab track

Tradice výroby pružin ve společnosti HŽP a.s. sahá již do 50. let minulého století. V jediném výrobním závodě v Prostějově postupně vyrostl kvalitní evropský výrobce pružin, který se zaměřuje na oblast technicky vyspělých pružin tvarovaných za tepla.

Nosným výrobním programem společnosti je široký sortiment šroubových a listových pružin, které nacházejí uplatnění zejména ve vypružení nákladních a železničních vozidel, dále v řadě průmyslových aplikací, jako jsou napínací jednotky pásů či antivibrační jednotky

ve stavebnictví. Jeden z příkladů takových pružin ukazuje obr. 1.

Mimo samotné výroby se HŽP a.s. intenzivně zaměřuje na vývoj šroubových a listových pružin, a to jak na inovacích samotného produktu, tak i neustálým implementováním technických zlepšení v technologickém procesu výroby. To umožňuje nabídnout zákazníkům plnou technickou podporu při vývoji nových a inovativních produktů, které minimalizují hmotnost, zvyšují životnost a maximální únosnost.



Obr. 1 Příklad použití šroubové pružiny v primárním a sekundárním vypružení železničního vozidla

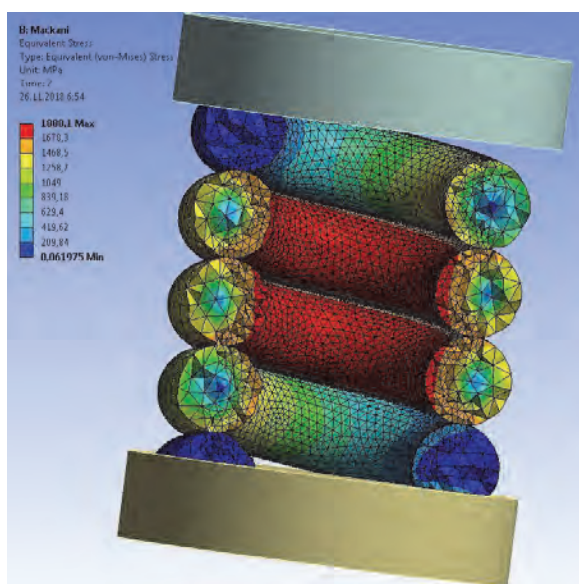
Fig. 1 Typical helical coil spring for railway primary and secondary suspension

1. Šroubové pružiny pro vibroizolaci

Návrh a výroba šroubových pružin je do značné míry standardizovaný postup, a to především v případě železničního průmyslu. Pro návrhy se nejčastěji užívá výpočtová norma EN 13906-1. Pro část pružin určených pro vibroizolaci normovaný výpočet nekoresponduje zcela přesně s požadavky kladenými na pružiny v provozu, jelikož nejsou splněny dva základní předpoklady, na nichž je výpočet odvozen:

- poměr vinutí > 3 (poměr výšky pružiny v nezátěženém stavu ke střednímu průměru),
- počet aktivních závitů > 3 .

Pro přesnější návrh je nutné provést analýzu pomocí metody konečných prvků (MKP). Užitím MKP dochází k výrazným úsporám při prototypové výrobě. Příklad napětíové analýzy pomocí MKP znázorňuje obr. 2.



Obr. 2 Napětíové analýzy tlačné šroubové pružiny

Fig. 2 Helical coil spring stress analysis

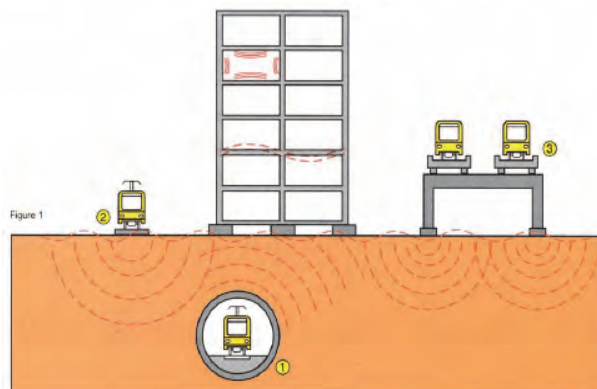
Šroubové pružiny jsou namáhané především kombinovaným krutem, z čehož vyplývá požadavek na vysokou pevnost, zpravidla vyšší než $R_m = 1500 \text{ MPa}$. V provozu jsou tyto pružiny zatěžovány vysokým statickým a kvazistatickým zatížením, které může dosahovat až 250 kN.

U těchto pružin je kromě vysoké únavové odolnosti taktéž velmi důležitá tvarová a silová stálost (odolnost vůči creepu).

2. Vibrace ve stavebnictví

Doprava po kolejích je příčinou hluku, způsobeného vibracemi, a mikrootřesů, které jsou přenášeny do podkladních vrstev staveb. To je velmi nežádoucí jev, především pokud to zasahuje citlivé objekty, např. laboratoře, obytné budovy, koncertní domy, nemocnice.

Pružné uložení jízdní dráhy je tak velmi důležitým faktorem pro zajištění pohodlného cestování a zároveň izolace kolejiště od okolního prostředí. V městech se často používá pevná jízdní dráha, kde kolejnice jsou připevněny přímo k betonové desce (metro, tramvaje, mosty, tunely). Pořizovací náklady tohoto řešení jsou o cca 50 % vyšší než u standardní konstrukce. To ale kompenzují podstatně nižší náklady na údržbu. Vyvíjeny jsou tak optimalizované masivní pružinové systémy, na nichž musí být trať položena (obr. 3). Podle potřeby utlumení jsou použity jednotky s ocelovými pružinami nebo elastomery. Podle ladící frekvence a okolních podmínek je možné docílit izolační účinnost až 99 %. [2]



Obr. 3 Přenos vibrací do okolí [1]

Fig. 3 Transmission of vibrations to the environment unit [1]

3. Vývojová fáze projektu

V roce 2010 byla společnost HŽP a.s. oslovena německým výrobcem antivibračních jednotek ke spolupráci na vývoji progresivní pružiny, která by nahradila sadu dvou pružin v antivibrační jednotce dle obr. 4. Tyto jednotky jsou užity pro pevnou jízdní dráhu.

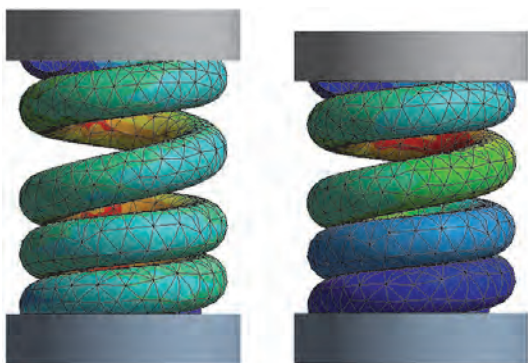


Obr. 4 Původní antivibrační jednotka [3]
Fig. 4 Original anti-vibration unit [3]

Požadavkem zákazníka bylo vytvořit silně progresivní charakteristiku pružiny, kdy při nižším zatížení do cca 30 kN bude dosaženo tuhosti $5\,000\text{ N}\cdot\text{mm}^{-1}$ a při vyšším zatížení až $10\,000\text{ N}\cdot\text{mm}^{-1}$. Progresivní charakteristiku lze pomocí šroubové pružiny dosáhnout dvěma způsoby:

- sadou pružin s různými výškami v nezatíženém stavu (původní používané řešení),
- progresivní pružinou tvořenou dvěma různými stoupáními šroubovice, které v průběhu zatížení způsobují progresi (nový návrh).

Výhodou progresivní pružiny je pozvolná změna tuhosti při zatěžování, na rozdíl od sady pružin, kde ke změně tuhosti dochází takřka skokově. Při návrhu progresivní šroubové pružiny bylo nejdříve užito analytického výpočtu pro stanovení počtu závitů, které je nutno zneaktivnit, aby bylo dosaženo tuhosti $10\,000\text{ N}\cdot\text{mm}^{-1}$ při vyšším zatížení. Následně byla pomocí MKP navržena přesná šroubovice pružiny, která odpovídá požadavkům zákazníka na její charakteristiku.



Obr. 4 Navržená progresivní pružina v MKP ANSYS
Fig. 4 Designed progressive spring in FEM ANSYS

4. Výrobní fáze projektu

Výroba pružin v principu spočívá v navinutí drátu nebo tyče do šroubovice o přesném tvaru, což se děje v rozsahu

tvářecích teplot určených pro pružinové oceli, následném zušlechťení na požadované mechanické vlastnosti a provedením nezbytných dokončovacích operací.

Z důvodu značné výrobní náročnosti bylo pro dosažení požadovaného tvaru šroubovice nutno provést několik řízených experimentů, které vedly i ke změně druhu oceli z 51CrV4 na 52CrMoV4 dle EN 10 089 pro dosažení požadované životnosti.

Vzhledem k tomu, že numerický model nebyl do té doby na žádné progresivní pružině verifikován, tak bylo nutné ověřit správnost výsledků numerické simulace porovnáním s parametry vyrobených vzorků. Shoda po první úspěšné výrobě byla pouze 85 % (standardně je však shoda $\geq 95\%$).

Při analýze výsledků bylo zjištěno, že standardní měřicí zařízení nejsou na tento typ pružin konstruovány. Tuhost rámu měřicího zařízení není dostatečně vysoká a výrazně ovlivňuje výsledky. Měřicí zařízení jsou standardně kalibrovány dle norem na sílu a výšku. Pro vyhodnocování pružin je však velmi důležitá kombinace těchto dvou veličin. U těchto pružin i malý rozdíl v naměřené výšce 0,05 mm znamená při zatížení rozdíl ve výsledné hodnotě tuhosti 0,5 %. Vzhledem k vysokým investičním nárokům na doplnění měřicího zařízení o video-optické snímání dráhy bylo rozhodnuto o pořízení nového zkušebního zařízení, které dokáže měřit ve vysoké přesnosti bez negativního ovlivnění výsledků. Po implementaci nového měřicího zařízení byla již shoda provozních výsledků s MKP 95 %.

Po úspěšném provedení všech zkoušek byla v roce 2015 zahájena výroba prvních kusů pro finálního zákazníka v Číně. Do roku 2020 bylo dodáno desítky tisíc této inovativní progresivní pružiny, což významně posílilo pozici HŽP a.s. na trhu inovativních šroubových pružin.

Závěr

Článek popisuje vývoj progresivní šroubové pružiny pro antivibrační jednotku. Využitím moderních numerických metod simulace a řízených experimentů bylo dosaženo řešení, které nahradilo původní sadu dvou pružin pouze jednou progresivní pružinou.

Navržené řešení zachovává kvalitativní parametry původní jednotky a generuje výrazné úspory nákladů. Tím byla získána konkurenční výhoda pro HŽP a.s. oproti jiným výrobcům šroubových pružin.

Literatura

- [1] WAGNER, H. Vibration Control Systems for Trackbeds and Buildings Using Coil Steel Springs. (Technická zpráva) Acoustics 2004, Australia, 2004.
- [2] Floating Slab Track Systems. [online 8.12.2020] Dostupné z: <https://www.railway-technology.com/contractors/noise/gerb-vibration-control-systems/>.
- [3] GERB, Vibration Isolation by Floating Slab Track Systems. (Firemní prospekt, SHI_01 Design: Sijades) Berlin: Printed: Woeste, Essen.

Modernizace odsíření a denitrifikace na kotlích Teplárny E3 společnosti ENERGETIKA TŘINEC, a.s.

Ing. Jan Čepce, technický ředitel, ENERGETIKA TŘINEC, a.s.

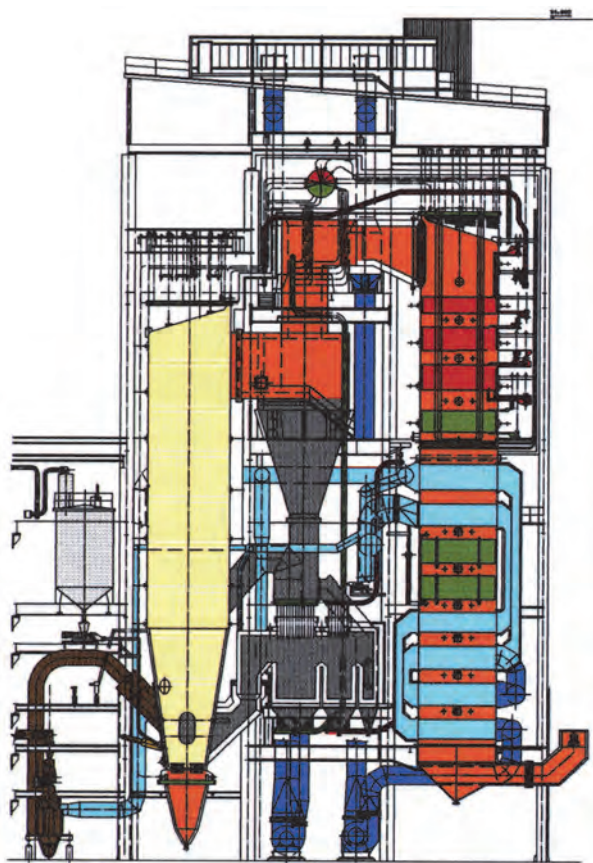
ENERGETIKA TŘINEC, a.s. (dále ET) trvale modernizuje svá provozovaná zařízení s cílem efektivně vyrábět a distribuovat energetická média zejména pro mateřskou společnost TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s. Jednou z rozhodujících provozovaných technologií je Teplárna E3 s uhelnou kotelnou, která musí být schopna plnit stávající i budoucí emisní limity sledovaných škodlivin, a to v souladu s platnou legislativou v oblasti ochrany ovzduší.

V letech 2020 a 2021 vstupují postupně v platnost nové emisní limity dané aplikací „Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU“ a zákona č. 201/2012 Sb. ve

znění vyhlášky 415/2012 Sb. a pozdějších předpisů, které znamenají výrazné snížení hodnot emisních limitů sledovaných škodlivin do ovzduší, a to zejména u látek SO_2 a NO_x . Zpřísněné emisní limity pro SO_2 a NO_x jsou u kotlů Teplárny E3 účinné od 1. 7. 2020 a pro škodlivinu NH_3 jsou zaváděny od 1. 8. 2021.

V níže uvedené zjednodušené tabulce (nezohledňující směsné emisní limity při spoluspalování hutních plynů, zemního plynu a biomasy) jsou uvedeny stávající a nové emisní limity pro jednotlivé škodliviny a kotly Teplárny E3 (zdroj o tepelném příkonu nad 300 MWt).

Emisní limity	K11 ($\text{mg} \cdot \text{Nm}^{-3}$)		K12 ($\text{mg} \cdot \text{Nm}^{-3}$)		NK14 ($\text{mg} \cdot \text{Nm}^{-3}$)	
	Stávající	Nové	Stávající	Nové	Stávající	Nové
NO_x	400	200	400	200	150	150
SO_2	500	200	500	200	200	200
NH_3	--	10	--	10	--	10



Obr. 1 Řez fluidním kotlem K12

Teplárna E3 s uhelnou kotelnou nyní provozuje tři fluidní kotle se spalováním v cirkulující fluidní vrstvě. Kotle K11 a K12 (viz obr. 1) mají jmenovitý parní výkon $160 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ (byly uvedeny do provozu v letech 1994 a 1996), kotel NK14 má parní výkon $125 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ (uveden do provozu v roce 2015).

Fluidní kotle v Teplárně E3 byly již od prvopočátku vybaveny procesním odsířením v podobě dávkování mletého vápence přímo do spalovací komory. Kotel NK14 byl kromě procesního odsíření navíc vybaven systémem DeNO_x typu SNCR, tj. nástrikem 25% roztoku čpavkové vody do proudu spalin v oblasti přechodového kanálu ze spalovací komory do cyklónu.

Nové legislativní požadavky uvedené v začátku tohoto článku výrazně zpřísnily emisní limity u starších kotlů K11, K12 a u všech kotlů zavedly nový roční kontinuálně měřený limit pro čpavkový skluz, tedy emise nezreagovaného čpavku ve spalinách.

Před zahájením vlastní projekční přípravy modernizačních opatření provedla ET v roce 2018 sérii spalovacích zkoušek pro ověření schopnosti stávajících kotlů plnit nové emisní limity. Na podkladě výsledků zkoušek zadala ET společnosti SES Tlmače, a.s. (výrobce kotlů a vlastník výpočetního modelu) zpracování studie včetně „Basic designu“ s cílem definovat soubor technických opatření pro dosažení schopnosti všech provozovaných kotlů plnit budoucí zákonné emisní limity.

Závěr Basic designu:

1. Na kotlích K11 a K12:

- a. posílit dávkování vápence doplněním dvou nových symetricky zaústěných tras pneudopravy vápence do spalovací komory (viz obr. 2),
- b. upravit výsypku vnitřního zásobníku vápence a k novým trasám pneudopravy instalovat dávkovací zařízení a dmýchadla dopravního vzduchu,
- c. instalovat novou trasu pro plnění vnitřních zásobníků vápence z autocisteren,
- d. pro redukci NO_x zavést na obou kotlích systém SNCR, reagent dávkovat do spalovací komory ve dvou výškových hladinách a do přechodového kanálu za spalovací komorou pomocí skupin trysek (viz obr. 3),
- e. instalovat „mixážní a rozdělovací boxy“ (viz obr. 4) pro zajištění správné koncentrace reagentu, jeho optimální rozdělení do nástřikových míst s požadovanou reakční teplotou spalin a podporu rozprášení reagentu pomocí stlačeného vzduchu,
- f. posílit výkon stávající čerpací stanice reagentu o třetí čerpadlo a soubor regulačních a rozdělovacích armatur mezi provozními nádržemi reagentu a jednotlivými kotly,
- g. instalovat druhou provozní nádrž reagentu včetně zabezpečovacího zařízení (viz obr. 5),
- h. instalovat kontinuální emisní měření čpavkového skluzu.

2. Na kotli NK14:

- i. instalovat kontinuální emisní měření čpavkového skluzu,
- j. pro redukci NO_x zejména ve spodním výkonovém rozsahu kotle posílit stávající systém SNCR o skupiny trysek do spalovací komory ve dvou výškových hladinách včetně doplnění systému o nové mixážní a rozdělovací boxy.



Obr. 2 Zaústění tras pneudopravy vápence do spalovací komory



Obr. 3 Trysky systému SNCR



Obr. 4 Mixážní a rozdělovací boxy



Obr. 5 Provozní nádrže reagentu

Postup realizace investiční akce

Na podkladě zpracované studie a basic designu byly se společností SES Tlmače, a. s. uzavřeny v září 2019 smlouvy na realizaci navržených opatření pro jednotlivé kotle.

Dokumentace pro zajištění stavby byla zpracována v lednu 2020. S předstihem byla v březnu 2020 realizována společná část SNCR systému, která zahrnovala instalaci druhé provozní nádrže reagentu, posílení čerpací stanice reagentu a úpravy řídicího systému společné části SNCR.

Realizace na jednotlivých kotlích probíhaly postupně v rámci jejich pravidelných ročních odstávek, a to v pořadí K11, K12 a NK14 a v časovém horizontu květen až říjen 2020.

Generálním dodavatelem investiční akce se stala společnost SES Tlmače, a. s. K jejím nejvýznamnějším subdodavatelům patřily následující společnosti:

- ORGREZ, a. s. – realizace systémů SNCR
- ENVIRMINE-ENERGO, a. s. – dodávky strojní technologie DeSOx
- AUTEL, a. s. – realizace silnoproudu, MaR a ASŘ

Garantované parametry byly garančním měřením ověřeny na základě provozních měření a v plném rozsahu kompletně splněny. Teplárna E3 touto investicí s celkovými realizačními náklady v hodnotě zhruba 78,5 mil. Kč dosáhla schopnosti plnit legislativou předepsané emisní limity sledovaných škodlivin pro zdroje s instalovaným příkonem nad 300 MWt.

Noc vědců

Letošní online Noc vědců vyvrcholila v pátek 27. listopadu 2020, ale jednotlivé programové položky budou na webu nocvedcu.cz dostupné i v následujících týdnech. Program s tématem Člověk a robot nabídly nejen univerzity, ale také vědecká a výzkumná centra nebo hvězdárny či planetária po celé ČR. Nově byl připraven program pro neslyšící a připojila se i Eurocentra.

Do Noci vědců se pro rok 2020 zapojilo více než 100 institucí, které předvedly vědu formou online přednášek, diskuzí, soutěží, virtuálních workshopů a prohlídek. Přesunutí do online prostoru pojala každá instituce trochu jinak, a proto byla škála programu napříč webem skutečně rozmanitá. Velká jeho část je k dispozici právě na stránkách nocvedcu.cz. „*Letošní práce na informačním systému a webu byla obzvlášť náročná. I když jsme tušili, že Noc vědců neproběhne v klasickém režimu, při prvotních přípravách jsme nepočítali, že bude nakonec kompletně online. Z původního průvodce po fyzických místech se tak stává online platforma, na které budou moci uživatelé dychtící po vědě zhlédnout stovky obsahových položek. A to i těch, na které by se při fyzickém konání z důvodu vzdálenosti pravděpodobně nepodívali. Protože je navíc nerealné zhlédnout veškerý obsah během chvíle, měli možnost navštívit online platformu nejen v pátek 27.11.2020, ale i následující týdny,*“ řekl vedoucí týmu vývojářů Lukáš Novák. Část programu spustila některé instituce živě na svých platformách, kterými jsou například facebook, instagram nebo youtube. Takovéto položky jsou na webu označené štítkem „live“.

Organizátoři věří, že vzniklý online materiál nebude sloužit jenom nadšencům pro vědu a stálým návštěvníkům Noci vědců, ale využijí ho i pedagogové základních a středních škol jako doplňkový výukový materiál při distanční výuce, kterou velká část studentů škol v tuto chvíli má.

Novinkou pro letošní rok je i desítka videí přeložená do znakového jazyka, této výzvy se chopil Ústav jazyků a komunikace neslyšících FF UK. „*Na webu máme štítek Neslyšící a podle něj si návštěvníci s tímto handicapem dokáží vyfiltrovat program napříč celou republikou. Jsme šťastni, že se nám právě tahle spolupráce podařila dotáhnout do konce,*“ uvádí Jitřenka Navrátilová, manažerka národního koordinátora.

Noc vědců v pátek 27. listopadu odstartovala v celé Evropě pod značkou European Researchers' Night, a protože se i České republice podařilo dostat se na tuto pomyslnou pořadatelskou mapu, připojila se programově i Eurocentra, která poskytla informace o EU pro širokou i odbornou veřejnost. „*Do programu Noci vědců jsme se zapojili především s cílem zprostředkovat poučení a zábavu rodinám s dětmi. Proto nabízíme celou řadu aktivit jako kvízy, soutěže či Actionbound, putování po zajímavých místech s plněním úkolů,*“ přibližuje Ludmila Johnová, vedoucí Oddělení pro Eurocentra z Úřadu vlády ČR.

Noc vědců je celorepubliková vědecko-popularizační akce, konající se od roku 2005. Dvouletá práce lídra a národního koordinátora Noci vědců v ČR Ostravské univerzity a VŠB-Technické univerzity Ostrava přinesla další výsledky. Kromě zařazení do evropské struktury organizací pořádající European Researchers' night, získali koordinátoři také finanční grant H2020-MSCA-NIGHT-2020, označovaný jako Marie Skłodowska-Curie actions.

Kompletní program všech zapojených institucí najdete na stránkách www.nocvedcu.cz.

-z tiskové zprávy-

Společnost ENVIFORM přichází s novou verzí systému MEDIC

Bezpečí a zdraví zaměstnanců ohlídají „hodinky“

S novou verzí svého systému Medic přichází na přelomu roku 2020 společnost ENVIFORM. První verze produktu vyhrála v roce 2018 zlatou medaili na mezinárodním veletrhu Invent Arena v Třinci. Systém Medic 1 sestávající z náramku se snímačem a mobilního telefonu využívalo mimo společnosti Třinecké železárny také řada dalších firem s potřebou řešit problematiku osamocенého pracovníka na pracovišti.

Nyní je na světě vylepšený Medic 2. Nový systém, jenž se v tuto chvíli testuje v ostrých podmínkách provozu a měl by se v plné parádě objevit na přelomu tohoto roku, již pracuje na zcela jiném principu. Přesněji – Medic 2 je plně samostatné zařízení schopné snímat základní údaje životních funkcí zaměstnance a v případě ohrožení zdraví upozornit dispečink jak pomocí SMS, tak pomocí volání, a to pouze prostřednictvím chytrých hodinek, tedy plně autonomního zařízení, které má pracovník na ruce ve formě hodinek.

Aplikace Medic 2 využívá ke své funkčnosti smart hodinky Samsung Galaxy Active 2 LTE a související eSIM. V operačním systému Tizen jsou následně upraveny parametry pro funkční požadavky aplikace, jež vyžadují nastavení citlivosti senzoru pohybu, tepové frekvence a jiných parametrů. Na jejich základě aplikace automaticky nastaví parametry nezbytné pro funkčnost aplikace, jako jsou mezní hodnoty monitorované osoby:

- Spodní tepová hranice
- Horní tepová hranice
- Doba nečinnosti
- Citlivost senzoru pohybu
- Interval pro alarm před odesláním notifikace v případě překročení nastavené doby nečinnosti

Na základě těchto nastavení je následně aplikace schopna nejen dané informace zpracovat do jasné konkrétní situace a tu vyhodnotit, ale také notifikovat nebezpečí ve formě SMS či volání na předdefinovaná telefonní čísla. Obsahem SMS zprávy je jak popis nastalé události, tak souřadnice GPS (aktuální souřadnice monitorované osoby včetně linku na Google mapy), přičemž polohu monitorované osoby lze získat i v případě, že je GPS



signál nedostupný, GSM/Wi-Fi (interiéry). Při práci osamocенých zaměstnanců na pracovišti se zvýšeným rizikem má zaměstnavatel povinnost zajistit bezpečnost pracovníků, zejména s ohledem na poskytnutí první pomoci. Systém Medic 2 je autonomní samostatné zařízení hodinek využívající senzorů monitoringu základních životních funkcí, jako jsou tepová frekvence, neaktivita či detekce pohybu, poloha. Na základě těchto údajů lze v reálném čase sledovat aktuální zdravotní stav zaměstnance na pracovišti.

Medic 2 je dalším systémem, který rozšiřuje nabídku firmy v oblasti digitalizace, automatizace a robotizace procesů směrem, kterým se společnost ENVIFORM ubírá.

Jan Jakeš, Marek Ciosk



EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj
Operační program Podnikání
a inovace pro konkurenceschopnost

Představení projektu Platforma AVO+

Projekt Platforma AVO+ (CZ.01.1.02/0.0/0.0/17_105/0018865) si klade za cíl podporovat aplikovaný výzkum jako nástroj zavádění pokročilých technologií průmyslovou modernizací. Koordinátorem projektu je RNDr. Jan Nedělník, Ph.D., projekt je realizován s finanční podporou Programu OP PIK – Spolupráce - technologické platformy.

Platforma AVO dlouhodobě sleduje prostředí výzkumu a vývoje a externí faktory, na které je nutné reagovat. Závažný problém, kterému naše společnost čelí, je globální oteplování. Má-li si naše společnost zachovat svou odolnost vůči nepříznivým podmínkám, musí nasadit vhodnou strategii. Už v roce 2012 na tyto problémy reagovala Evropská komise přípravou strategie bioekonomiky, kterou implementovaly zejména státy západní Evropy. Strategie byla v minulém roce aktualizována, a to včetně akčního plánu. Jednou z důležitých oblastí jsou nové technologie materiálů, kdy dochází v jednom odvětví k využití odpadů z odvětví druhého. Hlavním problémem MSP je kapacita, ať ve smyslu finančním, znalostním i časovém. Jak vyplývá z materiálů publikovaných v odborných člancích, studiích EC či OECD, MSP jsou flexibilnější při uvádění inovací do praxe, nicméně mají menší disponibilní zdroje, které mohou věnovat budování znalostí, spolupráci s experty či networkingu.

Klíčový cíl projektu je podpora aplikovaného výzkumu jako nástroje zavádění pokročilých technologií průmyslovou modernizací. Tento cíl byl stanoven s ohledem na aktuální problémy MSP, které Platforma AVO+ dlouhodobě sleduje.

Platforma AVO+ navazuje na úspěšný projekt z 1. výzvy, kde se mimo jiné podařilo zapojit členy AVO do tří mezinárodních projektů.

Platforma AVO+ identifikovala tyto implementační výzvy pro rozvoj prostředí příznivého pro rozvoj výzkumu a inovací v podnikové sféře:

- Výzva 1. Vytváření systému pro podporu spolupráce na národní i mezinárodní úrovni;
- Výzva 2. Implementace pokročilých technologií jako příležitost udržitelného růstu;
- Výzva 3. Systematická popularizace výzkumu a vývoje.

Realizace projektu bude probíhat v šesti klíčových aktivitách (dále jen KA), které naplní dílčí cíle projektu:

- KA 1 - aktualizace SVA a IAP dokumentů
- KA 2 - vytvoření cestovní mapy
- KA 3 - spolupráce s ETP a intenzivnější zapojení v pracovních skupinách
- KA 4 - příprava mezinárodních projektů
- KA 5 - kvalitní diseminace a komunikace výsledků
- KA 6 - podpora aplikovaného výzkumu a zlepšení inovačního prostředí a management projektu

Projekt začal v listopadu 2020 a potrvá do června 2022.



Projekt Boost4BSO byl zahájen v dubnu 2020

Projekt je financován z programu INTERREG CENTRAL EUROPE a je koordinován společností Business Upper Austria. Součástí je osm partnerů z pěti zemí centrální Evropy.

Hlavním cílem projektu je umožnit organizacím pro podporu podnikání ze Střední Evropy (CE Business Support Organization) jako klíčovým aktérům inovačního systému poskytovat efektivní + efektivní podpůrné služby pro místní společnosti pokrývající všechny klíčové aspekty transformace směrem k I4.0. To pomůže malým a středním podnikům, které nedisponují znalosti o potenciálu I4.0 a nemohou tak využít obchodní strategie související s I4.0. Boost4BSO kombinuje inovativní systémový přístup společného rozvoje kapacit souvisejících s I4.0 a kompetencí malých a středních podniků s cílem vyvinout komplexní balíček podpůrných služeb.

Projekt Boost4BSO podporuje transformaci směrem k inteligentnímu podnikání za účelem řešení výzev pandemické situace a hospodářské krize. Zahájení projektu bylo náročné, protože osobní setkání bylo nemožné, nicméně řešení projektu pokračuje v souladu s plánem.

Více informací najdete na: <https://www.interreg-central.eu/Content.Node/Boost4BSO.html>



Dekarbonizácia slovenskej ekonomiky 2020

Slovensko je jednou z najpriemyselnejších krajín Únie. V nasledujúcich rokoch bude priemysel musieť prejsť hlbokou transformáciou, aby Slovensko splnilo emisné ciele. Prichádza navyše v čase pandémie, čo prináša hrozby, ale aj príležitosti.

Ťažký priemysel je jednou z oblastí, ktorá v nasledujúcich desaťročiach prejde radikálnou transformáciou. Súčasná vláda vníma priemysel spoločne s teplárenstvom ako dve oblasti, v ktorých môžeme dosiahnuť najväčšie zníženie emisie skleníkových plynov.

Transformácia priemyslu nie je slovenským, ale aj celoeurópskym problémom. Slovensko je však špecifické vysokým podielom priemyslu na národnom HDP. „Bez priemyslu táto krajina nemôže fungovať,” vyhlásil na konferencii Dekarbonizácia slovenskej ekonomiky 2020 Milan Veselý – prezident Zväzu hutníctva, ťažobného priemyslu a geológie (ZHTPG).

„Už pred desiatimi rokmi sme vedeli, že dekarbonizácia príde. Je to veľká výzva. Ak ju Európa bude robiť sama, bude to bez potrebných opatrení znamenať stratu konkurencieschopnosti voči tretím krajinám. Koronavírus to ešte umocnil, pretože priniesol prepád dopytu v mnohých sektoroch. Epidemická situácia navyše nie je všade rovnaká. Číňania sa z pandémie už otriasli a vedia sa naštartovať. My ju tu stále máme a ideme dekarbonizovať,” povedal pre EURACTIV.sk Michal Pintér – riaditeľ pre styk s vládou a Európskou úniou z bratislavskej kancelárie U.S Steel.

Čo s priemyslom?

Emisie priemyslu v roku 2019 predstavovali 22 miliónov ton oxidu uhličitého ročne. „Dalo by sa povedať, že stačí zavrieť tri najväčšie fabriky na Slovensku a cieľ do roku 2030 máme splnený,” povedal Miroslav Kiraľvarga – prezident Republikovej únie zamestnávateľov a viceprezident U.S Steel pre vonkajšie vzťahy, riadenie a rozvoj. „Predpokladám však, že to nie je nikoho zámer,” dodal.

Kiraľvarga očakáva, že slovenská vláda využije peniaze z Európskej únie, na podporu priemyslu, tak aby sme dosiahli dekarbonizáciu pri zachovaní výroby a sebestačnosti. Bez potrebných opatrení totiž hrozí nielen strata konkurencieschopnosti európskych podnikov, ale aj ich odchod do krajín mimo Únia. Komisia v tejto súvislosti pripravuje úpravu cien produktov dovážaných zo zahraničia (takzvaný Carbon border adjustment mechanism), ktorá by mala brať od úvahy environmentálne náklady. Jeho návrh chce zverejniť v júni budúceho

roku. Čo všetko doň bude zahrnuté, zatiaľ známe nie je.

Nové technológie pomôžu. Nie však zo dňa na deň

Dekarbonizácia priemyslu znamená, že priemysel bude musieť prehodnotiť niektoré technologické postupy, ktoré dnes fungujú na báze uhlíka. V niektorých prípadoch je to však ťažšie ako v iných. Veselý napríklad podotkol, že pri výrobe hliníka momentálne neexistuje iný spôsob výroby ako elektrolýza, pri ktorej sa používajú uhlíkové anódy. „Týmto spôsobom sa hliník vyrába na celom svete a v blízkej budúcnosti sa inak vyrábať nebude”. Veselý dodal, že hoci prototypy iných výrobných postupov už existujú, sú ešte len v plienkach.

Špecifickým príkladom je tiež oceľ, ktorú môžeme označiť za strategickú surovinu. Hlavná časť emisií z výroby ocele pochádza z metalurgického procesu. Ten je možné čiastočne elektrifikovať náhradou súčasných kyslíkových pecí elektrickými oblúkovými pecami, čím sa podarí znížiť emisie. „Zatiaľ však nie je kyslíkové pece možné úplne opustiť,” povedal Pintér. V budúcnosti pravdepodobne dôjde k náhrade uhlíka v kyslíkových peciach vodíkom. To je však ešte hudba budúcnosti. „Rovnako je treba povedať, že aj vodík musíme niekde vyrobiť,” zdôraznil Veselý.

Vodíkové technológie momentálne rezonujú európskou, ale aj slovenskou politikou. Vodík môže dekarbonizácii pomôcť dvojakým spôsobom. Po prvé môže slúžiť ako prostriedok na dlhodobšie skladovanie väčšieho množstva elektriny. Po druhé môže pomôcť dekarbonizovať sektory priemyslu náročné na elektrifikáciu – napríklad oceliarsky, chemický alebo cementársky priemysel. Týmto spôsobom vníma vodík aj Komisia v nedávno predstavenej **vodíkovej stratégii**. V roku 2050 by vodík podľa Komisie mohol pokrývať 24 percent celkovej celosvetovej spotreby energie. Aj tu však ide o beh na dlhú na trať.

V niektorých odvetviach je však modernizácia už zrejmá. Jedným z príkladov je automobilový priemysel. „Automobilový priemysel je určitý šampión je v oblasti robotizácie. Na Slovensku v minulom desaťročí narástol počet robotov na 7000. Toto bude pokračovať,” povedal Čech. Robotizácia a automatizácia sa skôr či neskôr dotkne všetkých sektorov. To zasiahne aj pracovné miesta. Podľa **ekonomického výhľadu OECD** z roku 2019 je na Slovensku automatizáciou ohrozených až 70 percent pracovných miest. To je najviac spomedzi rozvinutých krajín.

Dekarbonizácia nie je možná bez vedy

Dôležité nie sú len už známe či rozvíjajúce sa technológie, ale aj technológie, ktoré ešte nepoznáme. Tu je potrebná podpora vzdelávania a inovácií.

„Potrebujeme inovácie. Potrebujeme nízkouhlíkové technológie a efektívne využívanie zdrojov. Dekarbonizácia sa nedá robiť bez vedy,” skonštatovala Iveta Vasková – dekanka Fakulty materiálov, metalurgie a recyklácie Technickej univerzity v Košiciach.

Slovensko v ekoinováciách zaostáva. Pomôcť môže plán obnovy, konať musí štát

Európska komisia počíta pri zelenom reštarte aj s ekoinováciami a rozvojom zelených technológií. Tie budú dôležitým nástrojom aj pri dosiahnutí klimatických cieľov. Prekážkou pre ich uplatnenie môže byť neefektívne nastavenie verejných politík. Panelisti sa na diskusii portálu EURACTIV.sk zhodli, že na to, aby krajina mohla zavádzať inovácie a diverzifikovať priemysel, musí mať základ vo vede a výskume.

Investície do týchto oblastí sú však vo výške menej ako jedno percento HDP. Priemer OECD je 2,3 percenta. Práve slabé investície do vedy a výskumu sú aj jedným z dôvodom, prečo Slovensko zaostáva v inováciách za zvyškom Únie. V **indexe ekoinovácií**, ktorý pravidelne zverejňuje Európska komisia, sa Slovensko umiestnilo na nie príliš lichotivom 23. mieste za Českom (15. miesto) aj európskym priemerom. Najlepšie skončilo Luxembursko, Dánsko a Fínsko.

„Na univerzitách pociťujeme absenciu štátnej vednej inovačnej politiky, ktorá by určovala smerovanie slovenskej vedy a výskumu. Chýba koncepcia, strategické riadenie, vízia. Aj korona pritom ukázala dôležitosť výskumu. Ukázalo sa, že je možné zmobilizovať kapacity pre konkrétny cieľ,” pokračovala Vasková.

Univerzity sa zároveň trápia aj s nízkym záujmom študentov o technické obory. “Faktom je, že vyše polovica najúspešnejších maturantov odchádza študovať do zahraničia. Toto bude mať dlhodobý ekonomický dopad,” dodala Vasková. To sa napokon odzrkadlí v nízkom počte ľudí, z ktorých si technologické firmy môžu vyberať



Text i foto: archiv

Z odborných společností

Asociace výzkumných organizací (AVO) slaví třicet let existence



Asociace byla založena v tehdejší ČSFR v Brně 18. 6. 1990 jako dobrovolné občanské sdružení právnických osob a fyzických osob z různých oborů zabývajících se aplikovaným výzkumem a experimentálním vývojem. S hlavním cílem přispívat svou činností k udržení a dalšímu rozvoji českého aplikovaného výzkumu a vývoje jako neodmyslitelného zdroje znalostí a inovací pro potřeby českého průmyslu, zemědělství, stavebnictví a dalších odvětví národního hospodářství.

Počáteční aktivity AVO

Po roce 1990 začala transformace i v oblasti výzkumu a vývoje. Zejména aplikovaný výzkum a vývoj, především pak průmyslový výzkum, prošel složitým procesem zásadních přeměn v celkové hektické atmosféře rychlých transformačních kroků. Vedle potřebného očištění od některých neefektivních výzkumných aktivit doprovázely tento proces často i velmi zbytečné ztráty výzkumného potenciálu. Zejména změny financování nepropojené s funkčním podnikatelským prostředím se dotkly tohoto výzkumu a vývoje. Státní úkoly technického rozvoje končily k 31. 12. 1990, rozpad velkých koncernů ukončil financování řady výzkumných ústavů z povinného fondu technického rozvoje, pracoviště VTEI byla prohlášena za přebytečná a byla postupně rušena. Výzkumné ústavy v právní formě státních podniků byly poté privatizovány, přičemž mnohdy se nepřihlíželo k zachování výzkumu a vývoje v potřebné míře a s ohledem na budoucí vývoj podnikatelského prostředí. Souhrnně řečeno, za této situace, kdy standardně fungující podnikový sektor v tržní ekonomice, který podporuje a využívá výzkum a vývoj, se teprve začal formovat a stát současně téměř nepodporoval aplikovaný výzkum a vývoj, bylo možno hovořit i o určité hrozbě likvidace této pro ekonomiku nezbytné části výzkumu.

Proto nepřehlédnutelná byla celková činnost AVO pro zachování tohoto výzkumu a jeho efektivní transformaci do podmínek standardní tržní ekonomiky a při jeho dalším oživení a rozvoji.

AVO se stává uznávaným partnerem

V poměrně krátkém období po svém založení měla Asociace více než 100 členů. S ohledem na tuto členskou základnu hledala svou vhodnou tvář a podobu. Informovala členy o novinkách v oblasti měnícího se prostředí pro výzkum a vývoj, seznamovala je s legislativními změnami, ale zejména také lobbowała za udržení výzkumu a za jeho lepší postavení v podmínkách tržního hospodářství. Spolupracovala s tehdejší Koordinační radou vlády pro vědu a technologie a vstupovala do jednání i s dalšími orgány státní správy. Postupně tak AVO vešla do povědomí odborné veřejnosti jako zástupce aplikovaného výzkumu a uznávaný partner při jednáních se státní správou (vedle Akademie věd ČR a vysokých škol).

Přemístění sídla Asociace do Prahy umožnilo vytvoření pružnějších vazeb ze strany AVO pro aktivní ovlivňování legislativy a dalších prvků vhodného prostředí pro aplikovaný podnikatelský výzkum. V průběhu dalších let Asociace zvýšila také intenzitu svého zapojení do různých orgánů a komisí a posílila spolupráci se svými členy a ostatními organizacemi a firmami v oblasti výzkumu a vývoje. Ve spolupráci se SP ČR byla pak věnována pozornost mapování situace výrobních podniků a jejich požadavků na výzkum a vývoj.

Členům a zájemcům poskytovala Asociace informace o formách a způsobech získávání podpory pro výzkum a informace z Rady vlády pro výzkum a vývoj a pořádala odborné semináře. V té době se již před členy AVO otevírají i možnosti zapojit se do evropských projektů výzkumu a vývoje.

Celospolečenské efekty spolupráce AVO

Rozsáhlá členská základna AVO s celou řadou expertů v různých oborech umožnila aktivní zapojení a účast zástupců Asociace v radách a pracovních skupinách výzkumných programů (zejména MŠMT a MPO), v Radě pro výzkum, vývoj a inovace a jejích odborných komisích či v různých hodnotitelských komisích a jako hodnotitelů.

V neposlední řadě je nutno uvést i intenzivní činnost v pracovních skupinách připravujících relevantní legislativní a strategické dokumenty pro oblast výzkumu a vývoje. Tato široká a iniciativní spolupráce AVO, která je vlastně i aktivní službou výzkumné komunity, byla ze strany státních orgánů hodnocena vždy pozitivně a je považována za velmi kvalifikovanou a odpovědnou. Expertní činnost představitelů AVO je případně oceňována i v mezinárodním měřítku. V posledních letech to byla v případě programu EUROSTARS (prvního společného programu Evropské komise a programu EUREKA) volba exprezidenta AVO M. Janečka za předsedu mezinárodního panelu expertů (International Expert Panel – IEP).

AVO dlouhodobě spolupracuje také s řadou subjektů ve výzkumné i podnikatelské sféře s cílem podpory jejich spolupráce. Důležitým partnerem při integraci zájmů v oblasti podpory a rozvoje průmyslového výzkumu a vývoje je pro AVO Svaz průmyslu a dopravy ČR. Trvalá a vzájemně prospěšná spolupráce probíhá i s Asociací inovačního podnikání ČR (spolupráce na projektu „Technologický profil České republiky“, účast na každoročním Týdnu výzkumu, vývoje a inovací pořádaném AIP ČR, účast na činnosti pracovních týmů AIP ČR a jejího vedení a spolupráce s časopisem Inovační podnikání a transfer technologií).

Spolupráce s Akademií věd ČR se po několik let realizovala v rámci tzv. pracovní skupiny zástupců AVO a AV ČR. Asociace má také dlouhodobě své zástupce mezi členy Akademického sněmu AV ČR. V roce 2019 bylo podepsáno memorandum o spolupráci obou organizací. Spolupracuje rovněž s některými ústavy AV ČR, zejména s Technologickým centrem AV ČR. Úspěšně se rozvinula spolupráce s Inženýrskou akademií ČR. Probíhá spolupráce i s některými vysokými školami. V rámci zahraniční spolupráce má dlouhodobě stabilní charakter především spolupráce se slovenským Zväzom priemyselných výskumných a vývojových organizací.

Služby členské základně

Značnou pozornost věnuje Asociace poskytování služeb svým členům. Aktivní službou celé členské základně jsou i výše zmíněné aktivity zaměřené na prosazení opatření přispívajících k tvorbě vhodného prostředí pro udržení a rozvoj aplikovaného výzkumu v ČR. Pokud jde o konkrétní služby jednotlivým členům, zejména je to poradenská pomoc při realizaci projektů výzkumu a vývoje. **V rámci činnosti OKO AVO byly poskytovány poradenské a informační služby pro české subjekty při jejich zapojování do mezinárodní spolupráce ve výzkumu a vývoji a při řešení problémů v oblasti ekonomiky, účetnictví a právních aspektů podpory projektů výzkumu a vývoje.** Členové jsou také průběžně informováni o aktuálních možnostech získání podpory pro výzkumné a inovační projekty. Významnou odbornou pomoc Asociace poskytovala svým členům při získání a využívání institucionální podpory. Asociace vytvořila a spravuje veřejně přístupnou databázi českých subjektů

aplikovaného výzkumu a vývoje. Různými akcemi podporuje vytváření „sítí“ mezi jednotlivými výzkumnými a vývojovými pracovišti v ČR. Pro potřeby svých členů i ostatních zájemců pořádá odborné semináře a konference s aktuální tematikou v oblasti výzkumu a vývoje a jeho podpory. Nabízí také zdarma službu pořádání příslušných seminářů přímo na pracovištích firem, které o ně projeví zájem. Asociace zprostředkuje rovněž účast svých členů na zahraničních i tuzemských výstavách a veletrzích s cílem prezentace a popularizace výsledků českého aplikovaného výzkumu. Pro tyto účely byly zpracovány i různé propagační katalogy a videa AVO a jejich členů včetně jejich anglické verze. Ke službám pro členy AVO patří i poměrně rozsáhlý informační servis, týkající se nejrůznějších aktivit v oblasti výzkumu a vývoje nejen v ČR, ale i v EU. Asociace pro účely kvalitního poskytování služeb svým členům vytvořila také regionální pobočky v Brně a Ostravě.

Asociace dnešní a budoucí

Za uplynulých 30 let Asociace výzkumných organizací vykonala rozsáhlý kus práce a přitom získala řadu poznatků a zkušeností, jak dělat věci ještě lépe. Její dlouhodobou prioritou je udržení a potřebné rozvíjení aplikovaného výzkumu a vývoje v ČR, jehož významná úloha v konkurenceschopné ekonomice a úspěšně se rozvíjející společnosti není dosud patřičně docenována. V tomto kontextu Asociace reaguje také na potřeby svých členů a aktivním a společensky přínosným způsobem prosazuje zájmy aplikovaného výzkumu na všech úrovních státní a veřejné správy, především při tvorbě nové legislativy a systémů podpory výzkumu a vývoje.

V současné době má AVO téměř 75 členů s více než 7 tisíci zaměstnanci činnými v oblasti aplikovaného výzkumu a vývoje. Současným prezidentem AVO je Ing. Libor Kraus, výkonným předsedou je Ing. Václav Neumajer a viceprezidentem RNDr. Jan Nedělník, Ph.D. V době mezi valnými shromážděními činnost AVO zajišťuje jeho týmově dobře fungující předsednictvo a nevelký, ale výkonný sekretariát. Důraz je kladen na těsnou součinnost s členskou základnou s využitím moderních informačních a komunikačních prostředků.

V poslední době byla mimo jiné značná pozornost věnována financování výzkumu a metodice hodnocení výzkumu. Podařilo se dosáhnout opět zastoupení AVO v Radě pro výzkum, vývoj a inovace, pokračuje aktivní přístup k připomínkování předmětné legislativy a účast v grémiích, rozvíjí se spolupráce se Svazem průmyslu a dopravy ČR a Potravinářskou komorou ČR. S TA ČR bylo uzavřeno Memorandum o spolupráci. Asociace výzkumných organizací reaguje na aktuální celospolečenská témata a nutnost transformace k udržitelnému rozvoji, proto se stala členem národního BIOekonomického HUBu CZ (www.bio-hub.cz), což je sdružení stakeholderů usilujících o podporu bioekonomiky a využití příležitostí, které nabízí Evropská zelená dohoda. BIO HUB ČR je podporován Ministerstvem zemědělství ČR a Iniciativou zemí střední a východní Evropy BIOEAST. Členové

AVO se mohou zapojit do pilotáží, workshopů či získat odborné poradenství, čímž AVO podporuje aktivní zapojení svých členů v oblasti bioekonomiky, která je příležitostí pro ekonomický restart související s pandemií COVID-19.

Asociace v mezinárodních projektech

Významnou roli v životě AVO v posledních letech hrály projekty, zejména z oblasti popularizace a propagace výzkumu a vývoje, v nichž AVO byla partnerem. V dubnu 2019 AVO úspěšně ukončila projekt OP PIK Spolupráce – Technologické platformy, který řešila od roku 2016. Pod vedením dr. Marie Kubánkové byl připraven další návazný projekt Platforma AVO+ do výzvy OP PIK Spolupráce – Technologické platformy, který byl s vysokým bodovým hodnocením doporučen k financování, projekt byl zahájen v říjnu 2019 a potrvá do června 2022. **Platforma AVO+ bude svojí činností odstraňovat bariéry ve spolupráci firem a VO tak, aby přispívala ke konkurenceschopnosti a zajišťovala sektoru stabilní kapacity výzkumných základen a podporu implementaci koncepce I4.0 zejména v podmínkách MSP. Zpracováním cestovní mapy aplikovaného výzkumu I4.0 AVO podpoří virtualizaci produktů a technologií a vývoj softwarových řešení umožňující přechod na I4.0 v podmínkách MSP a také podporu environmentálně šetrnější výroby a prosazování bioekonomiky.** AVO bude pokračovat ve spolupráci s platformami EuMaT, Manufuture, European Technology Platform for the Future of Textiles and Clothing, bude podporovat zapojování do mezinárodních projektů a projekt rovněž podpoří popularizační aktivity.

Asociace výzkumných organizací řeší řadu aktuálních témat v mezinárodních projektech – jedná se zejména o program INTERREG CENTRAL na podporu implementace koncepce Průmyslu 4.0 v podmínkách malých a středních podniků. AVO se podílela na řešení mezinárodního projektu INNO PROVEMENT podpořeného z programu INTERREG EUROPE, ve kterém je zapojeno MPO. Dr. Marie Kubánková zapojila AVO do konsorcia vedeného Mechatronickým klastrem (Business Upper Austria), který připravil projekt do poslední výzvy programu INTERREG CENTRAL zaměřený na Průmysl 4.0. Projekt byl zahájen v dubnu 2020.

V roce 2019 AVO řešila jako spolupříjemce projekt EURIPIDES2 2017 - LTE118006. Příjemcem podpory je BIC Ostrava. Řešení projektu začalo v polovině r. 2018 a předmětem řešení je podpora vzniku nových projektů mezinárodní spolupráce ve výzkumu a vývoji a zapojení českých řešitelských týmů v mezinárodních konsorciích v programu EUREKA. **Jedná se jak o zvyšování informovanosti odborné průmyslové veřejnosti, tak o následnou informativní a metodickou podporu potenciálním českým zájemcům o účast v programu EUREKA, projektech EUROSTARS a klastrových projektech.** Z nich pak především na mezinárodní klastrový projekt EURIPIDES2 zaměřený na výzkum

a vývoj v oblasti inteligentních elektronických systémů. Hlavním obsahem práce spolupříjemce AVO na projektu jsou propagační a publikační aktivity zaměřené na informovanost veřejnosti o výše uvedených programech – především programu EURIPIDES2. V rámci řešení projektu AVO uspořádala řadu informačních akcí, např. na MSV Brno na stánku SP ČR „Konzultační den projektu EURIPIDES“.

Přání k narozeninám

AVO se dožívá významného jubilea, jeho činnost je spjatá téměř s celou historií demokratického Československa a České republiky. AVO je a chce i nadále být prvkem, který vhodně a účinně doplňuje strukturu institucí v oblasti výzkumu a vývoje v ČR o kvalitní aplikovaný výzkum a pomáhá vytvářet most mezi tvorbou poznatků a jejich praktickým využitím. Jak řekl prezident AVO L. Kraus: *„AVO se nadále do budoucna chce profilovat jako zástupce výzkumných organizací zaměřených na aplikovaný výzkum a vývoj a inovačních firem. Chceme podporovat rovné prostředí, vstřícnou a jednoduchou legislativu, která bude sloužit konkurenceschopnosti České republiky a ne parciálním zájmům a lobbistům. Vyzývám proto i ostatní inovační firmy, aby se připojily k AVO a společným postupem kultivovaly prostředí VaVaI v České republice.“*

Co říci ještě závěrem? Asociace je nyní v nejlepších letech, vyvíjí se a tak si lze do dalších let jen přát, aby si nejen uchovala, ale ještě posílila pozici kvalifikovaného a důvěryhodného partnera v otázkách podpory a rozvoje výzkumu a vývoje v ČR s cílem řešení aktuálních i perspektivních ekonomických a společenských problémů této země.

K tomu poznamenává viceprezident AVO J. Nedělník:

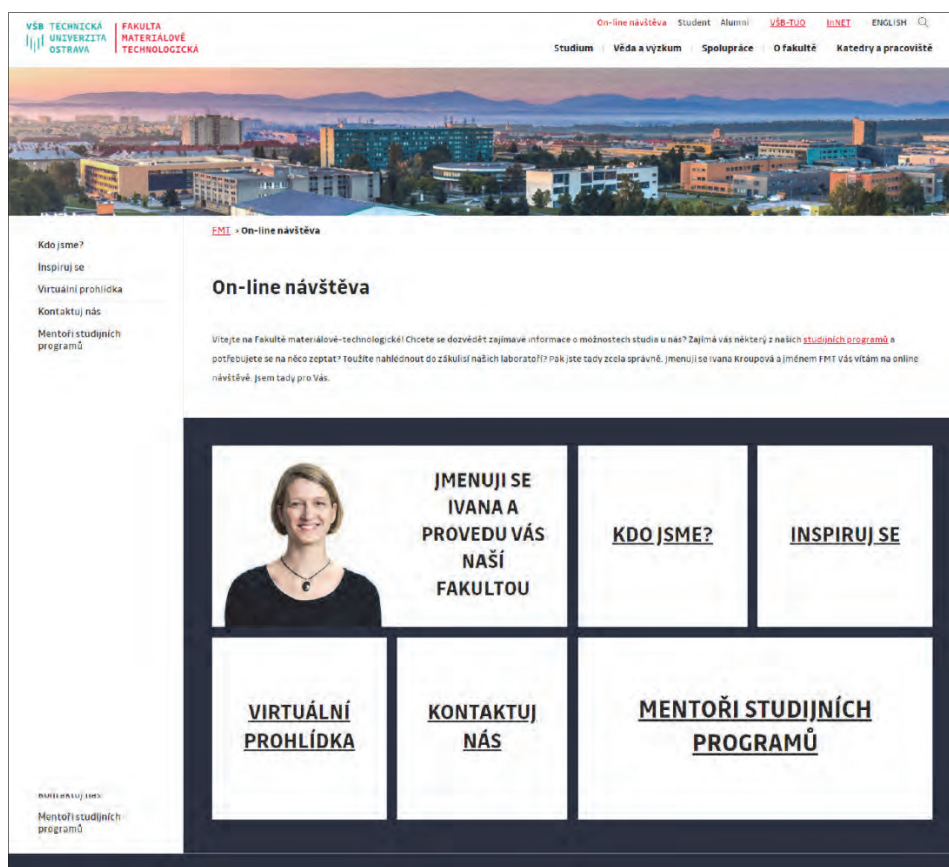
„Výročí založení AVO je příležitostí k ohlédnutí se i k pohledu dopředu. Základní otázka je, zda činnost Asociace byla přínosem pro kultivaci českého výzkumného prostoru. Osobně se domnívám, že ano, že Asociace si vybudovala pevné místo jako reprezentant aplikovaného výzkumu rozvíjeného především v privátních společnostech. AVO svým racionálním přístupem a argumentační základnou usnadnila vznik moderních právních norem, nových zásad pro fungování výzkumu a zasloužila se o konstruktivní debatu s dalšími hráči na poli českého výzkumu.“

Co přát oslavenci do dalších let? Stabilizovanou členskou základnu, partnery pro kultivovanou diskusi nad společnými tématy, ať už jde o hodnocení výsledků výzkumu nebo o zaměření programů a alokaci veřejných prostředků, které mohou přispět k ještě efektivnějšímu fungování výzkumu v České republice a efektivnějšímu využívání veřejných zdrojů a přispívat tak k růstu konkurenceschopnosti a životní úrovně všech obyvatel. Budu velmi rád, když se nám bude společnou prací dařit posilovat pozici AVO jako uznávaného reprezentanta jedné části výzkumné obce.“

Ze života škol

Nabídka on-line setkávání i virtuální prohlídka FMT

Divoká doba si žádá nové výzvy. Proto se i Fakulta materiálově-technologická snaží přiblížit své zázemí nejen novým uchazečům o studium, ale i zájemcům z řad zaměstnanců spolupracujících podniků formou virtuální prohlídky laboratoří FMT. V rámci rozšiřování možností online prezentace fakulty bylo realizováno v prosinci 2020 focení vybraných pracovišť ve spolupráci se společností Panoramas, s.r.o. Půjde o 360° záběry jednotlivých laboratoří, dílen a ateliérů, které budou sloužit k virtuální prohlídce. Prohlídka bude dostupná z webu fakulty, ale rovněž na Google Maps. Vzhledem k tomu, že jsou naše pracoviště rozmístěna v různých částech kampusu VŠB-TUO, bude samotná virtuální prohlídka vypadat tak, že se „online návštěvník“ nejprve ocitne v hlavním vchodu VŠB-TUO a pak se pomocí lišty s nabídkou místností bude dle svého zájmu mezi jednotlivými laboratořemi přemisťovat. Virtuální prohlídku a další zajímavosti ze zákulisí Fakulty materiálově-technologické můžete sledovat na nové záložce „On-line návštěva“ na webových stránkách fakulty <https://www.fmt.vsb.cz/cs/on-line-navsteva/>.



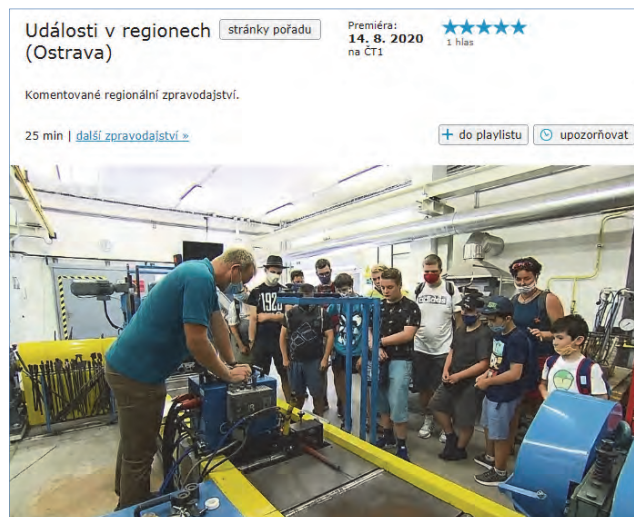
Seznamte se – Fakulta materiálově-technologická

Pokud přemýšlíte, kam dát studovat Vaše děti, nebo sami uvažujete nad možností dalšího studia při zaměstnání a ještě jste se nerozhodli, pak pro Vás bude jistě zajímavé nejen navštívit webové stránky Fakulty materiálově-technologické ([fmt.vsb.cz](https://www.fmt.vsb.cz)), ale také kouknout na video o fakultě dostupné v rámci nově nabízené on-line návštěvy na <https://www.fmt.vsb.cz/cs/on-line-navsteva/kdojsme/>.

Workshopy i letos, v době koronavirové?

I letos se akademičtí pracovníci Katedry metalurgie a slévárenství a Katedry tváření materiálu z Fakulty materiálově-technologické VŠB – Technické univerzity Ostrava zapojili do projektu „Zlepši si techniku“ a cíleně připravili technické workshopy „Technologie výroby kovů“ pro děti letních příměstských táborů organizovaných VŠB-TUO. Jeden z workshopů byl i pro nadané děti s autismem, na kterém nás překvapila Česká televize. Jak reportáž dopadla, můžete zhlédnout na webovém odkazu České televize: <https://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/10122978233-udalosti-v-regionech-ostrava/420231100030814-udalosti-v-regionech/obsah/783915-tabor-pro-nadane-s-autismem>.

Nabídku programů workshopů Zlepši si techniku lze vyhledat na <http://www.zlepsisitechniku.cz/>.



Zdroj: <https://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/10122978233-udalosti-v-regionech-ostrava/420231100030814-udalosti-v-regionech/obsah/783915-tabor-pro-nadane-s-autismem>

Doktorandi katedry metalurgie a slévárenství na konferenci

Počátkem září 2020 se podařilo zrealizovat 24. konferenci „Výroba a vlastnosti oceli na ingoty a odlitky“. Odborné setkání proběhlo už tradičně ve Svatce, v krásném prostředí Vysočiny.

Konference se zúčastnili nejen pedagogové, ale i studenti prezenčního doktorského studia Katedry metalurgie a slévárenství Fakulty materiálově-technologické, VŠB – TU Ostrava, kteří přítomné seznámili se svými prvními vědecko-výzkumnými výsledky. Ing. Lucie Chudobová představila příspěvek „Stanovení teplot fázových transformací oceli 20MnCr5 za pomoci empirických rovnic a termodynamické databáze CompuTherm“. Ing. Michal Sniegoň zaujal příspěvkem „Analýza pánvových strusek s využitím SW FactSage“.

Všem zúčastněným patří poděkování za vzornou reprezentaci nejen oboru metalurgie oceli, ale i Fakulty materiálově-technologické.



Zpracovala: doc. Ing. Markéta Tkadlečková, Ph.D.
Ing. Ivana Kroupová, Ph.D.

Společenská kronika

Odešel prof. Ing. Jaromír Pištora, CSc.

Jen pár dní před Vánocemi přišla smutná zpráva, dne 11. prosince 2020 nás ve věku 67 let opustil po krátké nemoci prof. Ing. Jaromír Pištora, CSc.



Většina z nás si ho v posledních letech bude spojovat zejména s funkcí ředitele Centra nanotechnologií na VŠB – Technické univerzitě Ostrava, kde pracoval od roku 2010. Život Jaromíra Pištory byl propojen s vědou a výzkumem vlastně už od vysokoškolských studií, kdy v roce 1977 na Fakultě elektrotechnické Českého vysokého učení technického v Praze získal inženýrský titul. Vzdělání si doplnil v roce 1984, obhájením doktorské práce v oboru Experimentální fyzika na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy a stal se kandidátem věd. Docenturu v oboru Experimentální fyzika obhájil o sedm let později na stejné fakultě. A hned čtyři roky na to, v roce 1996 získal titul profesora na Hornicko-geologické fakultě VŠB – Technické univerzity Ostrava.

Profesor Jaromír Pištora se vědecky angažoval zejména v optice a magnetooptice planárních a periodických struktur a v magnetické defektoskopii.

Byl členem několika mezinárodních a tuzemských odborných společností - IEEE, SPIE, ICO-ČKO, FVS JČSMF a ČSSF a také odpovědným řešitelem několika mezinárodních vědeckých projektů a řady tuzemských grantů v rámci programů GAČR, MPO a MŠMT.

Za svůj život se stal autorem a spoluautorem více než tří set padesáti publikací v časopisech a sbornících konferencí se zaměřením na magnetooptiku, fotonické krystaly, plazmoniku a vlnovedení.

V aplikační sféře se orientoval na návrhy a realizace magnetických defektoskopů pro nedestruktivní diagnostiku a generátory magnetického pole. Profesní zkušenosti získával za svého života také během stáží na předních zahraničních výzkumných pracovištích, mimo jiné na Dalhousie University, Halifax v Kanadě, na Shizuoka University, Hamamatsu, v Japonsku a INSA Toulouse ve Francii, kde také předával své zkušenosti tamějším studentům jako hostující profesor.

„Pan profesor Pištora byl vzdělaný, laskavý a velmi lidský člověk, ochotný pomoci vždy, když bylo třeba. Měl perfektní přehled nejen o fyzice a nanotechnologiích, ale také o dalších oblastech života, zajímal se o modelářství. A navíc měl krásný smysl pro humor,“ vzpomínají na svého ředitele pracovníci Centra nanotechnologií, kde se profesor Pištora za roky svého působení zasloužil o jeho rozvoj a získal řadu projektů, díky kterým se na pracovišti pořídila moderní technika pro výzkumné i pedagogické účely. Byl příkladem nejen pracovníkům, ale také zejména mladým nadaným studentům v tuzemsku i v zahraničí.

Úmrtím profesora Pištory ztrácí vědecká a akademická obec významného, váženého a úspěšného odborníka a také milého a oblíbeného kolegu.

Čest jeho památce!

Zaměstnanci Centra nanotechnologií VŠB-TUO.

Výstavy, veletrhy, konference



European Integration 2020 ve virtuální podobě

Pátý ročník mezinárodní vědeckovýzkumné konference, International Conference of European Integration 2020 ve dnech 3. - 4. prosince 2020 získal novou, do té doby nevyzkoušenou, virtuální podobu. ICEI 2020 tak změnila svůj offline mód na online, tedy tzv. e-ICEI 2020. George Bernard Shaw jednou řekl, že „jediná cesta k vědění je činnost“, a tak ani nepříznivá situace způsobená pandemií Covidu-19 nezastavila mezinárodní vědeckovýzkumnou konferenci o evropské integraci. V jiném čase, v jiné podobě, ale stejně zajímavá jako vždy, takový byl v pořadí již pátý ročník konference shromažďující odborníky zabývající se evropskou integrací a mezinárodní problematikou ze všech koutů světa.

Jelikož se Covid-19 v České republice rozšířil dříve, než konference ICEI 2020 stihla v tradičním květnovém termínu odstartovat, byli organizátoři nuceni ji z bezpečnostních důvodů odsunout na konec roku v naději, že se zdravotní situace jak v tuzemsku, tak zahraničí zlepší. Na jaře si málokdo dokázal představit, co všechno nás ještě v tomto roce čeká, a tak se organizátoři stále drželi naděje, že přece jen se konference uskuteční. Přání však nemusí nabýt reálné podoby, proto, když bylo v říjnu jasné, že národní opatření a zhoršující se situace kolem pandemie v okolních zemích nedovolí osobní přítomnost účastníků na ICEI 2020, organizátoři konference byli nuceni urychleně konat. Odhodlání a úsilí organizátorů nakonec přineslo své ovoce, neboť 5. ročník konference získal novou, do té doby nevyzkoušenou, virtuální podobu a ICEI 2020 tak změnila svůj offline mód na online, tedy tzv. e-ICEI 2020. Většina zúčastněných totiž kvůli nepříznivé situaci způsobené pandemií byla nucena své příspěvky prezentovat přímo z domova. Ostatní prezentující využili své kanceláře na poloprázdných univerzitách či jiných vědeckovýzkumných pracovištích. A ačkoliv situace nepřála tomu, aby se účastníci sešli osobně tak, jak bylo zvykem v předchozích ročnících ICEI, tedy tradičně v prostorách Mercure Ostrava Center Hotel, jednání a diskuse nebyly o nic méně zajímavé než v předchozích letech, a rovněž mezinárodní rozměr konference byl zachován díky účastníkům z dvanácti různých zemí světa.

Z celkového počtu 108 příspěvků, na nichž se podílelo 191 autorů, přičemž 54 příspěvků pocházelo od tuzemských autorů a 54 příspěvků od zahraničních účastníků je patrné, že se jedná o vyrovnané rozložení (dalo by se říci nediskriminační). Ke konferenci se již po několikáté, dá se říci tradičně, připojili kolegové ze Slovenska, Polska a Maďarska, tedy převážně ze zemí Visegrádské čtyřky. Nechyběly ani příspěvky účastníků pocházejících ze vzdálenějších zemí jako je Japonsko, Brazílie, Rusko, Gruzie či Ukrajina.

Konference probíhala v gesci Katedry mezinárodních ekonomických vztahů (dříve Katedry evropské integrace) ve spolupráci s dalšími partnerskými organizacemi. Generálním partnerem konference byl Moravskoslezský kraj. Hlavním partnerem konference byla EU Office/Knowledge Centre, Česká spořitelna, a.s. Konferenčními partnery byli Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Zastoupení Evropské komise v České republice, Úřad vlády ČR a Eurocentrum Ostrava. Odbornou záštitu konferenci poskytli Ministerstvo zahraničních věcí ČR a Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR.

Odborné přednášky, které zazněly na konferenci a byly prezentovány zástupci partnerských organizací, se soustředily zejména na budoucí výzvy pro Evropskou unii a řešení současných aktuálních problémů, které se vyskytují v různých oblastech společenského života. Konference probíhala celkem ve čtrnácti virtuálních místnostech, tzv. e-rooms, věnovaných jednotlivým tematickým okruhům. První den konference byly příspěvky a diskuse zaměřeny především na oblasti koheze, konkurenceschopnosti a konvergence, vnějších vztahů se zacílením na obchod, vnitřní trh a ekonomickou integraci. Druhý den konferenčních jednání témata směřovala do oblasti hospodářské politiky a finanční problematiky. Konference slouží zejména jako platforma pro prezentaci výsledků vlastního výzkumu, sdílení informací, hledání a nacházení nových možností spolupráce. Hlavním mottem pátého ročníku konference ICEI 2020 byly soudržnost, spolupráce, sounáležitost se společným prvkem = Evropskou unií.

Petra Doleželová, Michaela Staníčková

Aktuality v hutnictví

Ocelářská unie zveřejnila data o výrobě a obchodu s ocelí v ČR a ve světě za rok 2019

www.ocelarskaunie.cz, Praha, 18. června 2020

Výroba oceli v Česku loni klesla o 8 %, výhled pro EU je letos ještě horší

Vloni se v Česku vyrobilo 4,6 mil. tun surové oceli, což je o 8 % méně než v předchozím roce. Dovoz do ČR i do EU mírně klesl kvůli propadu poptávky. Domácí zjevná spotřeba činila 7,2 mil. tun, v Evropě pak 172 mil. tun. Po nepříliš úspěšném roce 2019 zažívá ocelářství ještě černější období, ceny oceli jsou nejnižší za posledních pět let a oživení poptávky v nedohlednu. V dubnu se výroba v Evropě propadla o 23 %, v květnu čekáme ještě horší výsledky.

Ocelářství je v nejhorší situaci od finanční krize a krátkodobý výhled je negativní i kvůli liknavosti Evropské komise

Po výrazných ztrátách, které utrpěli evropští i čeští oceláři v roce 2019, začal letošní rok poměrně nadějně díky mírnému zvýšení poptávky v prvních dvou měsících roku. V březnu ale ocelářský sektor tvrdě zasáhla pandemie koronaviru, kdy poptávka v celé EU postupně spadla o 50 % a všechny firmy přistoupily k omezení výroby včetně sfouknutí vysokých pecí, což byl případ i Liberty Ostrava. Až 40 % zaměstnanců v ocelářství bylo propuštěno nebo pracuje na zkrácený úvazek. Ceny oceli v EU jsou momentálně v řadě produktových kategorií pod hranicí výrobních nákladů evropských hutí. Navíc v průběhu května začala díky oživení produkce v Číně stoupat cena železné rudy, která v červnu přesáhla 100 dolarů za tunu, což je o 20 % víc než počátkem května. „Evropský ocelářský průmysl fatálně zasáhla kombinace kolapsu poptávky v odběratelských odvětvích a propadu cen oceli a drahých vstupů. Bohužel oživení nelze čekat dříve než ve 1Q 2021, a i to je hodně optimistické“, říká Daniel Urban, statutární ředitel Ocelářské unie.

Fundamentální problém globálního trhu s ocelí, tedy nadkapacita, zůstává nevyřešen, řada zemí restartovala výrobu díky státní pomoci a nezanedbatelnou část produkce vyrábí na sklad. Ani revize ochranných opatření EU, tzv. safeguards, na niž se komise 12. června dohodla se členskými státy, bohužel situaci nijak výrazně nezlepší. „Evropský trh zůstává nejotevřenějším trhem na světě a objemy bezcelních kvót absolutně nereflektují tržní situaci“, řekl Urban. Dimitrij Ščuka, předseda představenstva ostravské společnosti Vítkovice Steel, a.s., k tomu dodal: „Kvůli krátkozrakému přístupu Komise k revizi ochranných opatření jsme promeškali příležitost hodit

topícímu se evropskému ocelářství záchranný kruh. Vážně to ohrožuje strategické průmyslové odvětví, které v EU představuje 2,6 milionu přímých a nepřímých pracovních míst.“

Česká výroba a obchod loni a do května 2020

V ČR se v roce 2019 vyrobilo 4,6 mil. tun oceli, což je o 400 tisíc tun méně než v roce 2018. Meziročně tak výroba surové oceli klesla o 8 %, přičemž propad například u ocelových trubek byl dokonce o 16 %. Za prvních pět měsíců roku 2020 se dle předběžných dat výroba surové oceli v ČR propadla o dalších 6 % a dosáhla 1,9 mil. tun. Nejcitelnější pokles výroby pak nastal v dubnu a květnu, kdy výroba meziročně klesla o 11, respektive 9 %. Červnové výsledky budou přitom ještě horší, a to jak v ČR, tak v Evropě.

Do ČR se v loňském roce dovezlo 7 mil. tun výrobků z oceli, přičemž import ze zemí mimo EU po několika letech zaznamenal pokles díky poklesu poptávky. Hodnota oceli vyvezené z ČR loni dosáhla 96,2 mld. Kč. Klíčovým trhem i nadále zůstávají členské země EU, kam mířilo 90 % exportu.

Rekordní produkce ve světě, ale Evropa klesá

Světová produkce surové oceli dosáhla loni celkem 1870 mil. tun, což oproti roku 2018 představuje nárůst o 3,4 %. Pozici zdaleka největšího světového producenta oceli potvrdila Čína, která vyrobila 996 mil. tun, což je o 8,3 % více než rok předtím a zároveň přes polovinu globální produkce. V období od ledna do dubna 2020 se ve světě vyrobilo 581 mil. tun oceli, což je o 4 % méně než ve stejném období loni. Nejcitelnější pokles výroby registrujeme v dubnu, kdy celkový meziroční pokles dosáhl 13 %.

Loňská výroba v Evropské unii klesla velmi výrazně na 158 mil. tun surové oceli, tj. o 5 % méně než v roce 2018. Zejména ve druhé polovině roku 2019 pokles akceleroval a meziročně činil téměř 10 %. Za první čtyři měsíce roku 2020 si EU připsala snížení produkce o 12 %, přičemž v dubnu pokles produkce dosáhl v meziročním srovnání 23 %. Ještě horší propad čekáme v květnu a červnu. Nejpostiženějšími státy byly Španělsko (-48 %), Itálie (-30,7 %) či Francie (-38 %), tedy země nejhůře zasažené pandemií.

V loňském roce se snížil i objem dovozu do EU, když dosáhl 34,7 mil. tun, nicméně podíl dovážené oceli na evropské spotřebě se dlouhodobě pohybuje mezi čtvrtinou a pětinou. Hlavní zdrojové země loni byly Rusko (7,2 mil. tun), Turecko (5,9 mil. tun) a Ukrajina (5 mil. tun).

Thyssenkrupp pracuje na společné studii proveditelnosti „zelený vodík“

www.steeltimesint.com, November-December 2020, 3rd December 2020

Energetická společnost STEAG z Essenu, výrobce oceli Thyssenkrupp Steel z Duisburgu a Thyssenkrupp Uhde Chlorine Engineers z Dortmundu, specializující se na technologii elektrolýzy, pracují na společné studii proveditelnosti. Studie se zabývá výstavbou závodu na elektrolýzu vody u společnosti STEAG v místě Duisburg-Walsum společností Uhde Chlorine Engineers, strukturováním dodávek energie a provozem závodu na elektrolýzu u STEAGu a dodávkou zeleného vodíku a kyslíku výrobcí oceli Thyssenkrupp Steel v obvodu Bruckhausen sousedícího Duisburgu.

Podle hlavního technologa Thyssenkrupp Steel Dr. Köflera je klimatická změna založena na použití vodíku. Je to klíč k využití velkého potenciálu, který máme k omezení emisí CO₂ v hutním průmyslu. Dnes musíme nastavit průběh dodávek, abychom zítra mohli vyrábět klimaticky neutrální ocel. V tomto kontextu je spolupráce mezi třemi společnostmi usídlenými v regionu důležitým prvkem. Tímto projektem se pokládají základy vodíkové ekonomiky Severního Porýní – Vestfálska. Projekt má také exportní potenciál.

Navíc projekt nabízí investorům možnost přímo investovat na tomto rostoucím trhu. Geografická blízkost zákazníka dělá projekt do značné míry nezávislým na třetích stranách a usnadňuje jeho hladký průběh. Je také možnost státní podpory projektu z fondu pro podporu klimaticky neutrálních technologií. Spuštění projektu se plánuje jakmile studie proveditelnosti dospěje k pozitivnímu závěru.

LIBERTY Ostrava vyhláší výběrové řízení na dodavatele nové hybridní ocelárny

www.libertyostrava.cz/news, tisková zpráva 10.11.2020

Sanjeev Gupta, výkonný předseda LIBERTY Steel Group LIBERTY Ostrava dnes v LIBERTY Ostrava zahájil výběrové řízení na nové hybridní pece. Jedná se o první projekt tohoto typu v Evropě, jehož cílem je do roku 2030 dosáhnout v LIBERTY Ostrava uhlíkové neutrality. Nová technologie na výrobu oceli sníží emise prachu o 60 % a emise CO₂ o více než polovinu. „Jedná se o zásadní krok k transformaci ostravské huti a k dosažení cíle skupiny LIBERTY Steel Group stát se do roku 2030 uhlíkově neutrální. Nové pece v kombinaci s připojením k síti vysokého napětí, jehož výstavba se plánuje do roku 2025, sníží emise uhlíku z huti na polovinu. To znamená, že budeme v Ostravě na nejlepší cestě k výrobě zelené, uhlíkově neutrální oceli,“ uvedl Sanjeev Gupta, výkonný předseda GFG Alliance. Výběrové řízení je součástí

strategického investičního plánu LIBERTY Ostrava, který zahrnuje modernizaci ocelárny prostřednictvím výstavby dvou hybridních pecí, prvních tohoto typu v Evropě. Moderní hybridní pece budou dosahovat výrazně lepších ekologických parametrů a po uvedení do provozu v roce 2023 omezí díky výkonné odprašovací technologii emise tuhých znečišťujících částic o 60 %. Po realizaci 400 kV připojení k síti velmi vysokého napětí v roce 2025, kdy huť předpokládá, že bude k výrobě oceli využívat 70 % šrotu a 30 % surového železa, se o více než polovinu omezí emise CO₂. Uhlíkové neutrality pak bude dosaženo transformací na 100% využití šrotu, případně zachytáváním a recyklací zbývajících CO₂ z prvovýroby a jeho kompenzací v rámci projektu obnovy rašelinišť 1 divizí JAHAMA Highland Estates, patřící do skupiny GFG Alliance. Dvě hybridní pece nahradí do roku 2023 současné čtyři tandemové pece. Nová technologie pro výrobu oceli umožní huti využívat větší objem lokálního šrotu, kterého je nadbytek, čímž sníží její závislost na dovážených surovinách, jako je uhlí a železná ruda, radikálně omezí vliv výroby na životní prostředí a spojením výroby oceli ze surového železa s technologií elektrické obloukové pece jí umožní flexibilně reagovat na měnící se situaci na trhu.

Nová technologie pro výrobu oceli bude přínosem v oblasti bezpečnosti, výrobních nákladů i ekologie

Kdo bude dodavatelem hybridních pecí pro LIBERTY Ostrava, bude známo na jaře, kdy se uzavře výběrové řízení. Obě hybridní pece pak budou uvedeny do provozu v roce 2023. V porovnání se stávajícími technologiemi přinesou zlepšení v oblasti bezpečnosti, vlivu na životní prostředí i nákladů.

„Tandemové pece byly postaveny v 70. letech. Nyní již nejsou dostatečně konkurenceschopné, výroba oceli v nich je až o 20 % dražší než u současných technologií. Obnášejí také bezpečnostní rizika, jelikož některé činnosti, jako je odběr vzorků či propalování odpichových otvorů, se stále provádějí manuálně. Tandemové pece ale zároveň již nelze zásadním způsobem modernizovat,“ vysvětlil Jiří Kaluža, ředitel závodu ocelárna v LIBERTY Ostrava.

Hybridní technologie, která v průběhu roku 2023 nahradí stávající čtyři tandemové pece, odstraní bezpečnostní rizika, neboť výroba bude plně automatizovaná. Hybridní pece také razantně sníží výrobní náklady prostřednictvím vyššího výtěžku, kratšího času od odpichu k odpichu a redukce spotřeby kyslíku, energie i žáruvzdorných materiálů pro vyzdívky. Zásadní bude i snížení vlivu výroby oceli na životní prostředí: například emise prachu budou o 60 % nižší. Po realizaci připojení k síti velmi vysokého napětí, kdy huť předpokládá, že bude k výrobě oceli využívat 70 % šrotu a 30 % surového železa, se také o více než polovinu omezí emise CO₂ a o 65 % emise oxidů dusíku.

„Hybridní technologie nám umožní využívat větší objem lokálního šrotu, čímž sníží závislost huti na dovážených surovinách, jako je uhlí a železná ruda. Spojením výroby oceli ze surového železa s technologií elektrické obloukové pece budeme moci flexibilně upravovat poměr surového železa a šrotu ve vsázce, a reagovat tak na měnící se situaci na trhu,“ dodal Kaluža.

Po uzavření výběrového řízení na jaře 2021 a podpisu smlouvy s dodavatelem hlavní technologie bude probíhat výstavba hybridních pecí, které budou uvedeny do provozu v roce 2023. Poté se postupně odstaví a v roce 2024 demontují všechny tandemové pece.

-z tiskové zprávy-

Společnost US Steel získává zbývající podíl společnosti Big River Steel

www.steeltimesint.com, November-December 2020, 8th December 2020, US Steel acquires remaining of Big River Steel

US Steel Corporation získala zbývající kmenové akcie závodu Big River Steel v Arkansasu za 774 mil. USD. Transakce bude ukončena v 1Q 2021. Big River Steel se tak stal součástí skupiny US Steel.

Big River Steel provozuje v severovýchodním Arkansasu nejnovější a nejmodernější válcovnu plochých výrobků v Severní Americe. Rozšíření válcovny (druhá EOP, pánvová metalurgie, kontilitův tenké bramy, tunelová pec, navíječka teplé pásové válcovny) ukončené v listopadu zdvojnásobilo kapacitu na 3,3 mil.t/rok a udělalo z ní jednu z největších válcoven plochých výrobků v Severní Americe orientovanou na výrobu oceli v elektrických obloukových pecích.

Podpora USS umožňuje Big River Steel vyrábět široké spektrum značek ocelí, které byly dříve vyráběny dominantní technologií integrovaných hutních závodů. Prezident US Steel uvedl, že nyní mohou být zákazníkům dodávány inovativní materiály vyvíjené vědci a technologi USS, které budou vyráběny moderní efektivní technologií v minihuti, která je i příznivá pro životní prostředí. Je tím prokázána konkurenceschopnost výroby plochých ocelí v minihutích. Závod vykazuje výrobu blízko 5 kt na zaměstnance za rok, před rozšířením to bylo asi 3 kt.

Nový kolejový manipulátor v Kovárně ŽĎAS, a.s.

V listopadu 2020 se dokončují konstrukční a přípravné práce pro výrobu nového kolejového manipulátoru QKK 20NK. Projekt představuje první etapu modernizace Kovárny ŽĎAS, a.s., která bude realizována v příštím roce. V druhé etapě (v letech 2022 až 2023) bude pro Kovárnu vyroben nový jednotkový pohon pro CKV 2250 a v poslední etapě, která je plánována na období let 2024

až 2025, pak ŽĎAS vyrobí a zprovozní zcela nový kovací lis CKV 3000.

Důvodem této investice je nárůst objemu vyráběných výkovků pro energetický průmysl a požadavky zákazníků na materiály s vysokým přetvárným odporem, zvyšující se požadavky na čistotu, vnitřní jakost, homogenitu a mechanické vlastnosti. Všechny tyto skutečnosti vyžadují použití většího tlaku, tedy větší tvářecí síly lisu. Nový manipulátor QKK 20NK umožní výrobu váhově a rozměrově větších a náročnějších výkovků, s posunutím ze stávající maximální hmotnosti výkovků 9 tun až do hmotnosti 15 tun, a současná maximální hmotnost ingotu 11,5 tuny se zvýší až na 20 tun.

Nový manipulátor QKK 20NK bude po určitou dobu provozován u stávajícího lisu CKV 2250, po realizaci následujících etap pak bude pracovat společně s novým lisem CKV 3000. Konstrukčně vychází z úspěšného prototypu, dodaného v roce 2018/2019 do německé firmy BGH EDELSTAHL v Lippendorfu. Tento prototyp bude v rámci konstrukční modernizace vylepšen dle zkušeností z téměř dvouletého působení v náročném provozu německého zákazníka.

-z tiskové zprávy-

Bojujeme za zachování výroby oceli v Evropě

Oceláři celé Evropy se bouří proti nerovným podmínkám na trhu. V Dolní oblasti Vítkovic oceláři uspořádali 1. října demonstraci za záchranu výroby oceli v ČR a Evropě. Cílem bylo veřejně vyjádřit obavy z likvidace důležitého průmyslového odvětví. „Musíme bojovat. Ocelářství vzhledem k přísné ekologické legislativě v EU nemůže konkurovat dovozům z Číny, Turecka, Ukrajiny a dalších zemí, které mohou na evropský trh dodávat ocel za nižší ceny, protože je nesvazují žádná podobná omezení. Navíc příští rok v červnu končí platnost safeguards – ochranných opatření omezujících dovoz oceli do EU. Pokud Evropská komise neprodlouží jejich platnost, bude to pro řadu firem likvidační,“ řekl Roman Ďurčo, předseda odborů společnosti Vítkovice Steel, jeden z hlavních organizátorů akce.

Protestní akce se zúčastnili nejen zaměstnanci, ale i představitelé největších ocelářských firem. Generální ředitel společnosti VÍTKOVICE STEEL Dmitrij Ščuka zdůraznil důležitost ochranných opatření (safeguards), kterými by si Evropa měla důsledně chránit svůj trh a potažmo evropské výrobce. Jinak ztratí svou soběstačnost a bude závislá na neférových dovozech.

České podniky navíc nedokážou bez pomoci státu a EU změnit technologie natolik rychle, aby splnily zpřísnující se pravidla EU. Investice do inovací a snížení emisí CO₂ budou stát další miliardy korun. Podle ocelářů dělá EU i česká vláda pro toto průmyslové odvětví málo. Například na veřejných zakázkách by se měla preferovat česká nebo evropská ocel. Oceláři požadují také, aby se zvolnilo tempo útlumu koksovatelného uhlí.

-z tiskové zprávy-

Humor s hutní tematikou

Vážení čtenáři,

chtěli bychom vám zpestřit odborné čtení, a tak vám přinášíme hutnický humor od autora Rostislava Turoně, pracovníka společnosti Třinecké železárny.



VYRÁBÍME PRO NEJLEPŠÍ.

Jsme jedna z největších kováren ve střední Evropě.

Pro nejlepší firmy světového průmyslu navrhujeme a vyrábíme zápuskové výkovky z nej kvalitnější oceli.

Naší vizitkou jsou unikátní řešení a prvotřídní kvalita.

Pracujeme s nejmodernějšími technologiemi.

Nabízíme komplexní servis zápuskových výkovků.

Vše zakládáme na stabilní a dlouhotrvající spolupráci se špičkovými světovými firmami jako například BMW, Scania a Linde

**Pracujeme tak, abychom si
zasloužili dobrou budoucnost.**



METALURGIA S.A.
RADOMSKO

Member of TRINECKÉ ŽELEZÁRNY - MORAVIA STEEL Group

We produce with passion for our customers



bare wires / galvanized wires / PVC coated wires / copper coated wires

nails / knotted wire netting / barbed wires / rods

staple wire / welding wires / bookbinding wires

heat treatment services / surface treatment services of wires and wire rods

METALURGIA SA ul. Św. Rozalii 10/12, 97-500 Radomsko, POLAND,
tel. +48 44 685 41 66, fax. +48 44 685 41 61,
e-mail: metalurgia@metalurgia.pl / www.metalurgia.pl