27. DTZ 2019

27th National Conference

ON HEAT TREATMENT

Gustav Mahler Hotel
Jihlava, Czech Republic

Proceedings of Abstracts

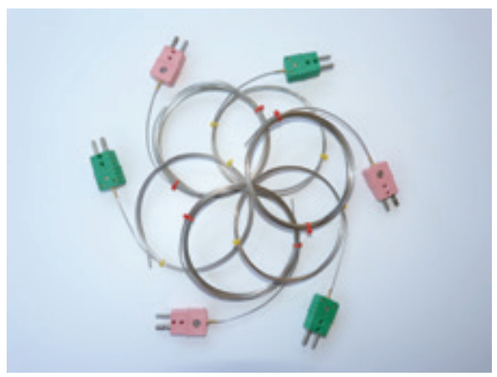
November 26th – 28th 2019

ECOSOND ATZK IFHTSE CSNML

ECOSOND

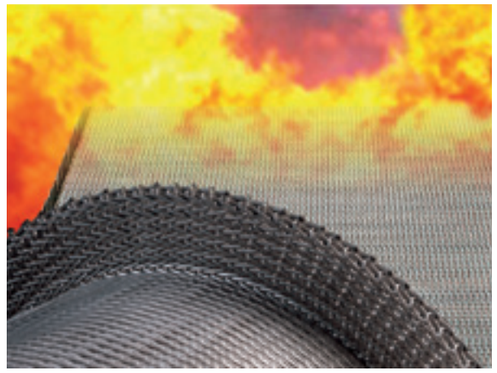
SLUŽBY V TEPELNÉM ZPRACOVÁNÍ
HEAT TREATMENT SERVICES

- **Regulační a měřící technika**
  Measurement and control engineering
- **Kalibrační laboratoř**
  Calibration laboratory
- **Pecní zařízení**
  Heat treatment furnaces
- **Kalicí média a ochranné nátěry**
  Quenchants and protective coatings
- **Ostatní služby**
  Other services



Jako specializovaná firma zabývající se službami v tepelném zpracování, bychom Vám rádi představili následující spektrum výrobků a služeb určených pro kalírny a ostatní provozy tepelného zpracování.

As a professional company providing services in the area of heat treatment, we would like to introduce the following range of products and services specially designed for hardening workshops and other heat treatment production plants.



www.ecosond.cz

Registered office:
Křížová 1018, 150 00 Praha 5

Place of business:
K Vodárně 531, 257 22 Čerčany

Tel.: (+420) **317 777 772-5**
E-mail: **ecosond@ecosond.cz**

Obsah / *Content*

Overview Lecture

10 **Redukce hmotnosti automobilových součástí pomocí vhodných procesů tepelného zpracování**
Weight reduction of automotive components by optimized heat treatment processes
H. Altena, Aichelin Holding GmbH, Austria

Key Lecture

10 **Nové vývojové trendy v oblasti technologií tepelného elektronového paprsku**
New developments in the field of thermal electron beam technologies
R. Zenker, TU Bergakademie Freiberg, Germany

Fázové přeměny a difúzní pochody v kovech
Materiály pro tepelné zpracování, vztahy mezi strukturou a vlastnostmi, deformace
Phase transformations and diffusion processes in metals
Materials for heat treatment, microstructure and properties relationships, distortion in heat treatment

12 **Tepelné zpracování austenitické oceli se zvýšeným obsahem boru**
Heat treatment of austenitic steel with increased boron content
A. Kříž, University of West Bohemia in Pilsen, Czech Republic

13 **Tvorba mikrostruktury během kryogenního zpracování Cr-V ledeburitické oceli**
Formation of microstructure during sub-zero treatment of Cr-V ledeburitic steel
P. Jurči, Slovak University of Technology in Trnava, Slovak Republic

15 **Některé aspekty kryogenního zpracování nástrojových ocelí**
Some aspects of cryogenic processing of tool steels
Z. Kolář, Pilana Knives a.s. Hulín, Czech Republic

15 **Difusní vrsty Fe-Me-B pro povrchovou modifikaci uhlíkových ocelí a slitin**
Fe-Me-B diffusion layers for surface modification of carbon and alloy steels
U. Mishigdorzhiyn, East Siberia State University of Technology and Management, Russia

Zařízení a technologie pro tepelné a chemicko-tepelné zpracování kovů
Zařízení a technologie pro povrchové tepelné zpracování, rychlé ohřevy, CVD, PVD
Nízkotlaké procesy v tepelném a chemicko-tepelném zpracování
Equipment and technologies for heat and chemical-heat treatment of metals
Equipment and technologies for surface heat treatment, rapid heating, CVD, PVD
Low-pressure processes in heat and chemical-heat treatment

16 **SyncroTherm – aplikace a procesy ve vakuu**
SyncroTherm – applications and processes in vacuum
M. Schmidt, ALD Vacuum Technologies GmbH, Germany

16 **Prediktivní údržba pecí pro tepelné zpracování**
Predictive maintenance for heat tratment furnaces
U. Schmiedeke, IVA Schmetz GmbH, Germany

17 **Nízkotlaká cementace velkých ozubených kol v jednokomorové vakuové kalící peci**
Low pressure carburizing of large gears in single chamber vacuum oil quenching furnace
P. Lebigot, Fours Industry BMI, France

17 **4D kalení – kontinuální vakuové kalení jednotlivých dílů jako moderní náhrada kalení pod lisem**
4D Quench - single-piece flow vacuum heat treatment as modern alternative to a press hardening
M. Przygoński, SECO/WARWICK Europe Sp. z o.o., Poland

19 **Výhody a vlastnosti laserem kalených povrchů**
Advantages and properties of laser-hardened surfaces
S. Němeček, RAPTECH s.r.o., Czech Republic

19 **Porovnání vlastností nástřiku NiCrBSi přetaveného elektronovým svazkem při různém způsobu vychylování**
Comparison of the properties NiCrBSi coating remelted by an electron beam with different deflection techniques
J. Matlák, VUT v Brně, Czech Republic

20 **Využití robotů při tepelném zpracování materiálů**
Robots and their usage in material treatment
L. Kraus, YASKAWA CZECH s.r.o., Czech Republic

20 **Optimalizace čistícího procesu**
Optimization of cleaning process
R. Konvalinka, SurTec ČR s.r.o., Czech Republic

21 **Využití zařízení pro inkrementální tváření kruhových tyčí HDQT-R 30-12 k tepelnému a termo-mechanickému zpracování ocelí**
Use of device for incremental forming of round bars HDQT-R 30-12 for heat and thermo-mechanical treatment of steels
M. Pekovič, University of West Bohemia in Pilsen, RTI, Czech Republic

23 **Aplikace polymerů v tepelném zpracování**
Application of polymeric quenchants in heat treatment
L. Procházka, Burgdorf GmbH / ECOSOND s.r.o., Czech Republic

Modelování a simulace v tepelném zpracování
Materiály pro 3-D tisk a specifika tepelného zpracování aditivně vytvořených výrobků
Modelling and simulation methods in heat treatment
Materials for 3D printing and the specifics of heat treatment of additive manufactured products

23 **Tepelné zpracování vysoce pevné maraging oceli vyrobené 3D tiskem**
Thermal treatment of high-strength 3D-printed maraging steel
A. Strakosova, University of Chemical Technology in Prague, Czech Republic

24 **Výběr vhodného režimu žíhání pro uvolnění pnutí a stabilizaci struktury slitiny Ti6Al4V připravené 3D tiskem metodou SLM**
Choosing a suitable heat treatment regime for stress-relief and microstructure stabilization of Ti6Al4V alloy 3D-printed by SLM method
M. Roudnická, University of Chemical Technology in Prague, Czech Republic

25 **Tepelné zpracování aditivně vyrobené maraging oceli**
Heat treatment of additively manufactured maraging steel
L. Kučerová, University of West Bohemia in Pilsen, RTI, Czech Republic

27 **Analýza vlivu odlišné výšky během 3D tisku na dílech z maragingové oceli MS1 před a po tepelném zpracování**
Analysis of the influence of different height during 3D printing on parts from MS1 maraging steel before and after heat treatment
H. Jirková, University of West Bohemia in Pilsen, RTI, Czech Republic

Směřování tepelného zpracování k průmyslu 4.0, řízení procesů, pokročilá analýza dat
Standardy a normy v tepelném zpracování kovů
Heat treatment in upcoming Industry 4.0 - process control, service management, data processing
Standards and norms applied in heat treatment of metals

28 **Tepelné zpracování v síti pracovišť - výzva pro zařazení pece tepelného zpracování do světového průmyslu 4.0**
The networked heat treatment shop - The challenge for the heat treatment furnace in the world of Industry 4.0
G. Hiller, ECM GmbH, Germany

28 **Tepelné zpracování a průmysl 4.0 a jejich vazby na ERP systémy**
Heat Treatment and Industry 4.0 and their links to the ERP system
J. Stanislav, JST Consultancy, Czech Republic

Tepelné zpracování neželezných kovů a komplexních slitin
Heat treatment of non-ferrous and complex alloys

29 **Vliv předběžného a následného tepelného zpracování na mikrostrukturu a adhezi tenkých filmů AlTiN nanesených na selektivní laserem tavené slitině Ti6Al4V**
Effect of pre and post heat treatments on microstructure and adhesion of AlTiN thin films deposited on selective laser melted Ti6Al4V alloy
A. Fiorese, TAV VACUUM FURNACES SPA, Italy

29 **Problémy při slinování během přípravy slitin Ti-Al-Si**
Sintering problems during preparation of Ti-Al-Si alloys
A. Knaislová, University of Chemical Technology in Prague, Czech Republic

31 **Použití za tepla tvářených ocelí v automobilové karoserii a jejich bodové odporové svařování**
Applications of press hardening steel in car body and its resistance spot welding
V. Kučera, University of Chemical Technology in Prague, Czech Republic

32 **Objemově neúplná fázová transformace v Ti grade 2**
Volumetrically incomplete phase transition in Ti grade 2
K. Tesař, Struers GmbH, Czech Republic

32 **Hybridní technologie pro aditivně vyráběné komponenty (AM) vyrobené z AlSi10Mg**
Hybrid technology for additive manufactured (AM) components made from AlSi10Mg
M. Michler, TU Bergakademie Freiberg - Institute of Materials Engineering, Germany

33 **Slitiny Fe-Al-Si pro aplikace ve spalovacích motorech**
Fe-Al-Si alloys for applications in internal combustion engines
P. Novák, University of Chemical Technology in Prague, Czech Republic

35 **Tepelné zpracování jako součást procesu montáže motoru**
Heat treatment as part of the process assembly engine
J. Mráz, TEDOM a.s., Czech Republic

35 **Zvyšování životnosti rypadlových zubů**
Improving the service life of excavation teeth
P. Šuchmann, COMTES FHT a.s., Czech Republic

36 **Uniform Magnetic Heating (UMH) - speciální proces tepelného zpracování používaný ve velkovýrobě v automobilovém a železničním průmyslu**
Uniform Magnetic Heating (UMH) - a special thermal treatment process used in large scale production in the automotive and rail industry
N. Ruecker, pro-beam systems GmbH, Germany / ECOSOND s.r.o., Czech Republic

36 **Vysoce čistý kapalný čpavek 4.0 pro tepelné zpracování kovů**
High pure liquid ammonia 4.0 for heat treatment of metals
T. Eršil, GHC Invest s.r.o., Czech Republic

Metalografické metody v TZ – nové postupy, analýza výsledků a chyb TZ, mechanické zkoušky
Zajištění kvality, měřící metody pro sledování průběhu tepelného zpracování a jeho výsledků
Metallography in heat treatment – new trends, analysis of results and failures in heat treatment, mechanical testing
Quality assurance, measurement methods for monitoring the heat treatment processes

37 **Požadavky na kvalitu v tepelném zpracování**
Quality requirements in heat treatment
S. Rašková, Czech Republic

40 **Austenitometr - Přenosný Mössbauerův spektrometr pro rychlé a nedestruktivní stanovení množství austenitu**
Austenitemeter – Portable Mössbauer spectrometer for rapid and nondestructive determination of austenite content
P. Kubečka, Univerzita Palackého v Olomouci, Czech Republic

40 **Spalovací prvková analýza**
Combustion elemental analysis
V. Rach, L. Bech, Metalco Testing s.r.o., Czech Republic

41 **Oceli po nožíře – struktura, vlastnosti**
Steels for cutlers – structure and properties
V. Suchánek, HANYKO Praha s.r.o., Czech Republic

43 **Měření koncentrace plynů v kalírnách**
Measurement concentration of gases in hardening shops
M. Landa, Ing. Milan Landa, Czech Republic

43 **Pokročilá materiálografie a měření tvrdosti: Fázové transformace v titanu**
Advanced materialography and hardness testing: Phase transitions in titanium
K. Tesař, Struers GmbH, Czech Republic

44 **Nové metalografické stroje a prostředky pro přípravu vzorků**
New metalographic machines and consumables for sample preparations
R. Zapletal, TSI System s.r.o., Czech Republic

Poster session

45 **Vlastnosti slinutých karbidů s různým typem pojiva po boridování**
Properties of cemented carbides with different types of binder after boronizing
V. Průcha, University of West Bohemia in Pilsen, Czech Republic

46 **Vliv zrychlených mikrostrukturních dějů na houževnatost a únavové chování zušlechtěné pružinové oceli 51CrV4**
Effects of accelerated microstructural processes on toughness and fatigue behaviour of heat-treated 51CrV4 spring steel
J. Kotous, COMTES FHT a.s., Czech Republic

47 **Prášek jako vstupní parametr aditivně vyrobené maraging oceli**
Powder as an input parameter of additively produced maraging steel
M. Koukolíková, COMTES FHT a.s., Czech Republic

Conference sponsored by

ECOSOND

IVA SCHMETZ

AIR PRODUCTS

Struers
Ensuring Certainty

CRONITE
Better by design

B.M.I.

Linde
Making our world more productive

Realistic
SINCE 1927

27. DTZ 2019
THE BEST PAPER

SMA - Soutěž o nejlepší referát mladých autorů do 35 let

SMA - Best Presentation Paper Contest

V rámci konference bude vyhlášena soutěž o nejlepší referát autorů do 35 let. Odměna pro vítězný referát činí **5 000,- Kč** a bezplatnou účast na konferenci v roce 2020. Termín odevzdání celého příspěvku je do **30. 9. 2019**. Výsledky soutěže budou vyhlášeny po ukončení přednáškových sekcí dne **28. 11. 2019**.

*Take part in a contest for the best paper (for authors younger 35 years). The winner will be awarded prize **200 €** and free participation on conference 2020. Full texts of papers should be submitted by **September 30th 2019**. The SMA results will be announced after the end of the sessions on **November 28th 2019**.*

Vybrané a schválené příspěvky budou uveřejněny v časopisu **Defect and Diffusion Forum** indexovaném v databázi **Scopus**.

*Selected papers will be considered for publication in journal **Defect and Diffusion Forum**, which is indexed **Scopus** databases.*

Jihlava, Náměstí císaře Františka Josefa, kolem roku 1911 / *Jihlava, Emperor Franz Joseph's Square, around 1911*

Místo konání konference

Jihlava, Hotel Gustav Mahler, Česká republika
Křížová 4, 586 01 Jihlava, Česká republika, GPS: N 49 23.883‘ E 15 35.434‘
www.hotelgmahler.cz

Budovy bývalého dominikánského kláštera, nyní Hotel Gustav Mahler, vznikly na samém začátku budování města Jihlavy. První historicky doložené zmínky se datují do poloviny 13. století. Původně středověký klášter byl v 17. a 18. stol. barokně přestavěn. Gotické a renesanční jádro objektu je patrné jen na fragmentech původní středověké výzdoby v jižní chodbě klášterního ambitu. V barokní době byl vybudován rozsáhlý komplex hospodářského křídla, zároveň byly v této době klášterní refektáře vyzdobeny oválnými medailony – fresky patronů a zakladatelů řádu dominikánů. V prostorách kláštera proběhly významné historické události. Konaly se zde sněmy zemských stavů, které ovlivnily historický vývoj v Českém království.

Conference Venue

Jihlava, Hotel Gustav Mahler, Czech Republic
Křížová 4, 586 01 Jihlava, Czech Republic, GPS: N 49 23.883‘ E 15 35.434‘
www.hotelgmahler.cz

The buildings of the former Dominican monastery, now Gustav Mahler Hotel belong, were founded during the early history of Jihlava. First written notes about the cloister are dated in the mid of 13th century. The original middle age cloister was rebuilt in a baroque-style during the 17th and 18th centuries. Gothic elements can be found in the southern part of the Cloister´s ambit. The western part of the cloister had been designed in the baroque style, today part of the hotel facing to the street. Simultaneously in this time were the monastery refectories decorated with oval medallions - the frescoes patrons and founders of the Dominican order. Many historical events had occured in the cloister. Among them most notably, had been the meetings held by the aristocracy that had influenced the historical movements in the Czech kingdom.

Odborní garanti konference
Conference chairmen

Asociace pro tepelné zpracování kovů, z.s.
Association for the Heat Treatment of Metals, z.s.
Ing. **Pavel Stolař**, CSc.
Ing. **Filip Vráblík**
prof. Dr. Ing. **Antonín Kříž**

Organizační výbor
Organising committee
Ing. **Alexandra Musilová** (ATZK, z.s.)
Ing. **Lucie Podroužková** (ECOSOND s.r.o.)

Programový výbor konference
Programme scientific committee

doc. RNDr. **Mária Behúlová**, CSc. (STU Trnava)
prof. Ing. **Ivo Dlouhý**, CSc. (ÚFM AV ČR)
prof. Ing. **Peter Grgač**, CSc. (STU Trnava)
prof. Dr. Ing. **Peter Jurči** (STU Trnava)
Ing. **František Klíma** (Škoda Auto a.s.)
Ing. **Miloslav Kouřil**, CSc. (VUT Brno)
doc. Dr. Ing. **Pavel Novák** (VŠCHT Praha)
doc. Ing. **Jana Sobotová** (ČVUT Praha)
Ing. **Jiří Stanislav**, CSc. (Bodycote HT s.r.o.)

Kontaktní adresa
Correspondence address
ATZK, z.s.
K Vodárně 531, 257 22 Čerčany
Tel., fax: 00420 317 777 772-5
conference@asociacetz.cz
www.htconference.cz

Kontakty
Contact
Ing. Alexandra Musilová, manažer konference
Ing. Lucie Podroužková, fakturace

Bankovní spojení
Bank
Č.ú.: u Komerční banky 107-5808880277/0100
konst.symbol: 0308, var.symbol: číslo zálohového listu, spec. symbol 2019
IBAN: CZ 22 0100 0001 0758 0888 0277,
SWIFT: COMBCZPPXXX
Do poznámky uveďte název firmy a jméno účastníka
Details of payment: No. of proforma invoice + name of participant

www.htconference.cz

SAVE THE DATE

ECHT 2020

European Conference on Heat Treatment

CARBURIZING, CARBO-NITRIDING AND C-BASED SURFACE ENGINEERING

Including Opportunities for Industry 4.0

25-27 MARCH 2020

FMCC

ANTWERP – BELGIUM

www.echt2020.com

Conference Organisers

A3TS

VWT
Vereniging voor Warmtebehandelingstechniek

In cooperation with

ASMET
THE AUSTRIAN SOCIETY FOR METALLURGY AND MATERIALS

ASTT
Association Suisse de Traitement Thermique des Matériaux

SVW
Schweizer Verband für Wärmebehandlung

ASSOCIAZIONE ITALIANA DI METALLURGIA

AWT
Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung + Werkstofftechnik e.V.

ATZK

IFHTSE

ECHT 2020
CALL FOR PAPERS

Carbon is one of the most important elements in steel to obtain desired properties in the core, case and on the surface. Optimal case and core properties are mainly obtained by the thermochemical heat treatments carburising and carbonitriding. The optimum surface properties in several applications are obtained by a variety of carbon-based surface engineering techniques like PVD, CVD and others. There are a large number of specific and application based processes and techniques available with typical advantages and disadvantages. Some of the processes and techniques are still in the development or in the optimization phase driven by new scientific insights in many specialized institutes. The field of applications is very wide and the techniques are used in almost all industrial sectors.

A wide range in temperatures and process parameters are available to produce the best properties for each application. Due to the continuous evolution in the demands and new applications there is a continuous need to improve the existing processes and to development of new processes and techniques. Driving forces are quality, performance of parts, cost effectiveness, competitiveness, environment.

The possibilities offered by the use of computers, numerical methods, specific softwares, electronic devices are important for the actual state of the technique and the fast evolution to the new future state of the art evolution.

Prospective authors wishing to present papers are invited to submit a tentative title and an abstract on the following topics:

- New theoretical insights and fundamental knowledge.
- Recent developments in the processes and application.
- Optimisation of processes and equipment
- Use of numerical methods for simulation and development of processes and parameters
- Influence of the materials to be treated
- Comparison between different techniques based on practical results obtained
- Measuring techniques: process parameters, microstructure evaluation, hardness measurement
- Quality Control and quality management
- Cost effectiveness and total cost of ownership
- Obtained results in specific applications
- Control of distortion: quenching, material and pre-heat treatment processes, design
- Environmental impact
- Failures and failure analysis

Call for Papers

11. – 12. 11. 2020

Hotel Gustav Mahler, **Jihlava**, Česká republika

PŘÍNOS **TEPELNÉHO ZPRACOVÁNÍ** U KOVOVÝCH MATERIÁLŮ V PRŮMYSLU

Témata:

- Materiály pro tepelné zpracování, vztahy mezi strukturou a vlastnostmi, deformace
  Měnící se vlastnosti materiálu v závislosti na tepelném zpracování
- Zařízení a technologie pro tepelné a chemicko-tepelné zpracování kovů
  Zařízení a technologie pro povrchové tepelné zpracování, rychlé ohřevy, CVD, PVD
- Měnící se způsoby tepelného zpracování
  Materiály pro 3-D tisk a specifika tepelného zpracování aditivně vytvořených výrobků
- Metalografické metody v tepelném zpracování – nové postupy, analýza výsledků a chyb tepelného zpracování, mechanické zkoušky
  Zajištění kvality, měřící metody pro sledování průběhu tepelného zpracování a jeho výsledků
- Nízkotlaké procesy v tepelném a chemicko-tepelném zpracování
- Modelování a simulace v tepelném zpracování
  Směřování tepelného zpracování k průmyslu 4.0, řízení procesů, pokročilá analýza dat
- Tepelné zpracování neželezných kovů a komplexních slitin
- Posterová sekce

THE BEST PAPER | **SMA – Soutěž o nejlepší referát mladých autorů do 35 let**

V rámci konference bude vyhlášena soutěž o nejlepší referát autorů do 35 let. Odměna pro vítězný referát činí **5 000,- Kč** a **bezplatnou účast na konferenci v roce 2021**. Termín odevzdání celého příspěvku je do **30. 9. 2020**. Výsledky soutěže budou vyhlášeny po ukončení přednáškových sekcí dne 12. 11. 2020.

Vybrané a schválené příspěvky budou uveřejněny v časopisu **Defect and Diffusion Forum** indexovaném v databázi **Scopus**.

Asociace pro tepelné zpracování kovů, z.s.
ECOSOND s.r.o.
K Vodárně 531, 257 22 Čerčany, Česká republika
tel./fax: +420 317 777 772-5, tel.: +420 604 273 865
conference@asociacetz.cz, www.htconference.cz

ECOSOND ATZK IFHTSE CSNML

Redukce hmotnosti automobilových součástí pomocí vhodných procesů tepelného zpracování

Weight reduction of automotive components by optimized heat treatment processes

Herwig Altena
Aichelin Holding GmbH, Austria, Herwig.Altena@aichelin.com

In recent years, the weight reduction of automotive components has become increasingly important. While weight reduction has always been essential for the aerospace industry, numerous other branches are now working on component weight reduction - above all powertrain manufacturing.

The lecture cites various examples which will show that an optimization of the process technology or a change of the heat treatment routine could allow for a weight reduction of the parts while meeting all technological requirements. Besides the use of high pressure gas quenching after gas carburizing or low pressure carburizing (LPC), the optimization of parts geometry and loading is necessary to reduce distortion and weight.

In order to improve the component strength of screws, an austempering process instead of martensitic hardening was carried out. Thus, both dimensions and weight of the screws can be reduced without limiting the technical properties. Furthermore, screws made of aluminum alloys are increasingly often solution-annealed and aged in mesh belt furnaces. These aluminum screws can substitute steel screws and therefore contribute to further reducing the weight of cars.

High strength steel blanks, manufactured by hot stamping, are used in the automotive industry more and more often. The process of hot stamping of steel blanks, the required furnace technology and their applications will be discussed at the end of the lecture.

Nové vývojové trendy v oblasti technologií tepelného elektronového paprsku

New developments in the field of thermal electron beam technologies

Rolf Zenker [a, b], Anja Buchwalder [a]
[a] TU Bergakademie Freiberg, Institute of Materials Engineering, Germany
[b] Zenker Consult, Mittweida, Germany

Topic: Plenary Lecture

High-energy electron beam (EB) is advantageously useable for thermal processes of metallic materials, such as surface treatment (hardening, annealing, remelting, alloying, cladding), ablating (engraving, profiling, perforation), joining (welding, brazing, weld-brazing) or additive manufacturing (powder-based, wire-based). In particular, EB welding, EB hardening, EB annealing, EB remelting are used in a wide variety of applications in the automotive industry, aerospace, mechanical engineering and medical technology. EB perforation is a long established special application for the production of fine-mesh sieves, e.g. in the chemical and food

industry. Further concrete applications are about to be transferred into industrial practice. In the last few years, the additive manufacturing a great attention is paid. Compared to other processes (Laser, TIG), the electron beam technologies are characterized above all by its faster build-up rates and the processing of high-melting metals.

Current research activities are directed towards generation new technical-technological solutions using the special advantages of the electron beam, such as surface-independent energy input, flexible beam guidance, high beam and overall efficiency (energy efficiency) and vacuum (inert process atmosphere).
Current industrial R&D trends, such as E-mobility, resource saving, lightweight construction, automation, quality control and documentation and permanently new and more complex demands with regard to new materials and/or increased load behavior are the driving forces behind these activities.

Furthermore, new solutions for flexible and/or geometry adapted beam deflection techniques, enhanced EB process control, and raised productivity are urgently required.

For many of the above mentioned technologies such as liquid phase surface treatments, combined surface treatments, brazing or profiling, a broad basic knowledge is available and will extended by further investigations. Currently the transfer of know how from research to industrial applications operate is being promoted.

The contribution demonstrates exemplarily the state of the art in R&D and industrial application for selected thermal EB technologies.

Keywords:
electron beam, surface treatment, joining, ablating, additive manufacturing

Tepelné zpracování austenitické oceli se zvýšeným obsahem boru

Heat treatment of austenitic steel with increased boron content

Antonín Kříž; Petra Čejková; Petr Beneš; Václav Machek

V současné době jsou v automobilovém průmyslu populární oceli s obsahem boru. Typickým představitelem je ocel 22MnB5. V této oceli je 0,0008 až 0,005 %B. Již tato koncentrace způsobí změnu chování při rychlém ochlazení, které vyvolá zákalné struktury i bez nutné vyšší koncentrace uhlíku. Tento článek popisuje vliv bóru v ocelích při koncentraci převyšující 1 %B. Nejedná se o obyčejné uhlíkové oceli, ale austenitické oceli na bázi AISI 304 + 1,2 až 1,6 %B. Tyto specifické oceli mají také specifické využití, a to jako kazety (koše) v kontejnerech na vyhořelé jaderné palivo. Tento článek se věnuje vlivu tepelného zpracování – homogenizačního žíhání. Po ohřevu nad 1050 °C dochází ke změně rozložení boridů, ale také k homogenizaci koncentrace dalších prvků. To se projeví ve změně struktury, ale také v mechanických vlastnostech tepelně zpracovaných odlitků. Článek popisuje nejen praktické výsledky stanovené experimentálním programem, ale tyto poznatky jsou dány do souvislostí s provedenou rešerší i zkušenostmi pracovníka, který tuto ocel kdysi v ocelárně Poldy Kladno vyvíjel.

Klíčová slova:
ATABOR, tepelné zpracování, kontejnery na jaderné palivo

In today's automotive industry, boron steels are popular materials. 22MnB5 grade is a typical member of this class of steels. Its boron content is between 0.0008 and 0.005%. This concentration is sufficient to change the steel's response to rapid cooling and lead to hardening structures which normally form in materials with higher carbon levels. This paper describes the effects of boron in steels which contain more than 1% of the element. They are not ordinary carbon steels but austenitic steels derived from AISI 304 with a boron addition between 1.2% and 1.6%. These specific steels have their specific use: as receptacles (baskets) in spent nuclear fuel storage casks. This paper deals with the effects achieved by heat treatment – homogenization annealing. Heating above 1050°C changes the distribution of borides and homogenizes the concentrations of other elements. This is manifested in microstructural changes as well as mechanical properties of heat-treated castings. Results of the experimental programme are discussed and correlated with literature search data and with experience reported by an engineer who developed the steel long ago at Poldi Kladno steelmill.

Keywords:
ATABOR, heat treatment, spent nuclear fuel storage casks

Tvorba mikrostruktury během kryogenního zpracování Cr-V ledeburitické oceli

Formation of microstructure during sub-zero treatment of Cr-V ledeburitic steel

Peter Jurči
Faculty of Material Sciences and Technology of the STU in Trnava, Paulinska 16, 917 24 Trnava, Slovakia

Přestože se kryogenního zpracování široce používá v různých průmyslových odvětvích více než 100 let, byly metalurgické principy mikrostrukturních změn objeveny až v posledních několika letech. Bylo provedeno mnoho experimentálních prací s cílem popsat, co se děje v mikrostrukturách ložiskových ocelí, chromových nástrojových ocelí pro práci za studena a v chrom-vanadových ledeburitických ocelích, pokud jsou podrobeny zpracování v teplotním rozmezí 4 - 273 K a pro různé doby trvání. Získané výsledky ukazují, že změny v mikrostruktuře a tím i v mechanických vlastnostech nezávisí pouze na použitém režimu zpracování, ale úzce souvisí s chemickým složením oceli. Tento článek je zaměřen na popis toho, co se stane, když se 7% Cr - 6% V ledeburitická ocel podrobí kryogennímu zpracování při různých teplotně-časových režimech.

Despite the fact that the sub-zero treatment has widely been employed in various industrial branches more than 100 years, metallurgical principles of microstructural alterations was discovered only over past several years. Many experimental works have been done in order to describe what happens in the microstructures of ball bearing steels, chromium cold work tool steels, and in chromium-vanadium ledeburitic steels when they are subjected to the treatment within a temperature range 4 - 273 K and for different durations. The obtained results infer that the changes in microstructure and thus in mechanical properties depend not only on the treatment regime used, but they are closely related to the steel chemistry. The current paper is focused to the description of what happens when 7%Cr - 6%V ledeburitic steel is subjected to sub-zero treatments at different temperature-time schedules.

VACUUM FURNACES FOR HEAT TREATMENT

Leader in the aerospace sector and in cutting-edge industries for over 70 years.

Gas quenching, brazing, sintering

Oil quenching

Tempering, annealing, stress relieving

Aluminum brazing

B.M.I. is your ideal partner for complete solutions of vacuum furnaces: design, manufacturing, technical support.

- Large range of horizontal and vertical furnaces
- Heat treatments, thermochemical treatments & special processes
- In-house metallurgical laboratory: characterization tests, samples micrographic analysis...
- Furnace commissioning
- Curative and preventive maintenance, spare parts
- Retrofit & furnace upgrades to comply to new standards
- Other services related to vacuum furnaces : trainings, repairs, control procedures, furnace relocation...

B.M.I. Fours Industriels
65, rue du Ruisseau
F- 38297 Saint-Quentin-Fallavier
T: +33 4 74 94 34 44
info@bmi-fours.fr

B.M.I.

www.bmi-fours.com

Některé aspekty kryogenního zpracování nástrojových ocelí

Some aspects of cryogenic processing of tool steels.

Zdeněk Kolář, Stanislav Tobolík
Pilana Knives a.s. Hulín, Czech Republic, 732 744 171, kolar@pilana.cz, tobolik@pilana.cz

Článek popisuje problémy spojené se zkoumáním změn struktury po kryogenním zpracování kalených nástrojových ocelí. K zlepšení tohoto stavu je použita metalografická pila, kdy jsou použity různě zpracované vzorky a sledované změny struktury je možno sledovat za pomoci akustických jevů vznikajících při samotném řezání.
V další části je věnována pozornost kvalitě povrchu zkoumaných vzorků.

The article describes the problems associated with the research of structural changes after cryogenic processing of hardened tool steels. If metalographic saw is used to improve the condition of steel, diferently processed samples are used and the structural changes are observed by monitoring of accoustic effects that arise during the cutting.
The next section, the article focuses on the surface quality of the examined samples.

Difusní vrsty Fe-Me-B pro povrchovou modifikaci uhlíkových ocelí a slitin

Fe-Me-B diffusion layers for surface modification of carbon and alloy steels

Mishigdorzhiyn Undrakh
East Siberia State University of Technology and Management (Russia)

Multicomponent boron-based diffusion layers are capable to provide a wider variety of surface improvements compared to pure boriding. In this research, we consider a way to increase mechanical properties of carbon and alloy steels by using two-component thermal-chemical treatment (TCT) such as borochromizing (B-Cr), boroaluminizing (B-Al), and boronickelizing (B-Ni). Diffusion treatment of steel surface was carried out by pack method in powder mixtures, containing the above-mentioned elements and sodium fluoride as an activator. The exposure time was 2-4 hours, the treatment temperature was 950-1050 °C. Pure boriding was conducted additionally to compare with two-component methods. The metallographic analysis revealed diffusion layers with tooth-like structure after B-Cr and B-Ni diffusion TCT, which consists of iron boride FeB as an outer phase and Fe2B as an inner one. EDS analysis revealed that these compounds contain a small amount of Ni and Cr. Another structure was obtained after B-Al diffusion TCT – namely a complex heterogeneous structure, where hard iron borides were mixed with softer phases – Fe3Al and α-Fe(Al). The layer thickness after boroaluminizing increased from 110-190 μm to 550-570 μm, compared to pure boriding, borochromizing, and boronickelizing. The maximum microhardness values reached about 2000 HV after all three methods. Wear tests indicated that the samples with the tooth-like structure were slightly superior to the ones with heterogeneous structures.

Keywords:
thermal-chemical treatment, borochromizing, boroaluminizing, boronickelizing, multicomponent diffusion treatment, metallography, microhardness, wear resistance.

SyncroTherm – aplikace a procesy ve vakuu
SyncroTherm – applications and processes in vacuum

Marcus Schmidt
ALD Vacuum Technologies GmbH, Germany, Marcus.Schmidt@ald-vt.de

The air which surrounds us primarily consists of a nitrogen and oxygen mixture. This gas mixture is the basis for all life on our planet. However beneficial the effect may be on life, the disadvantageous it is in certain processes, especially in combination with high temperatures. These oxidation processes, when reinforced by high temperatures, act highly aggressively towards materials and build oxides between the oxygen and the metallic elements.

Heat Treatment in vacuum helps to prevent these negative effects.

Vacuum heat treatment does not only lead to advantages in quality but also offers entirely new options, especially with the SyncroTherm plant, regarding cycle time and process flexibility through random process routings, thus creating a variety of heat treatment possibilities.

The SyncroTherm plant's high level of automation sets new standards and stands out in terms of production integration, I 4.0 functionality, full traceability of parts through laser codes as well as conformity with important quality standards such as CQI 9 or Nadcap.

The One-Piece-Flow-Production allows generating cycle times of < 8 min. The SyncroTherm plant also offers new process options such as the intermediate cooling process, for example. Generally, special micro-alloyed steels are used in high treatment temperature carburizing (>=1000°C) in order to prevent a coarse-grained structure. However the intermediate cooling process allows to perform high-temperature carburizing using cost-effective conventional steels. The resulting coarse grain structure will be refined by means of an intermediate cooling step followed by a reaustenitizing and quenching step. This leads to significantly shorter process cycles without the need for special micro-alloyed steels.

In addition to low pressure carburizing, further heat treatment processes such as neutral hardening, annealing, tempering, brazing or sintering of PM-parts in vacuum are well established.

Prediktivní údžba pecí pro tepelné zpracování
Predictive maintenance for heat treatment furnaces

Uwe Schmiedeke
IVA Schmetz GmbH, Zum Lonnenhohl 23, 44319 Dortmund, Germany, Uwe. Schmiedeke@Iva-Schmetz.de

Predictive maintenance (PdM) is part of the fourth industrial revolution. By networking machines and systems, conditions and processes can be viewed and adjusted from anywhere. With the help of PdM, necessary maintenance can be better planned in the future and plant downtimes can be minimized. The combination of condition monitoring and advanced self-learning algorithms is not only the enabler to monitor the furnace condition, but to predict the evolvement. This gives you the opportunity to act before component failures or furnace downtimes occur.
The system from IVA Schmetz is already in use at pilot customers. The connected furnaces are fully integrated into the production process and provide real data. The algorithm uses this all previous data and results to calculate and evaluate the current condition of the furnace. By incorporating past conditions and results into the condition evaluation, the algorithm gains experiences and thus becomes more intelligent and in regards of the results and predictions more and more accurate.
The success so far makes clear how much potential PdM has for the heat treatment industry.

Nízkotlaká cementace velkých ozubených kol v jednokomorové vakuové kalící peci
Low pressure carburizing of large gears in single chamber vacuum oil quenching furnace

Lebigot Philippe
Fours Industry BMI, France

Some thermochemical treatment applications may require some furnace adaptation, heavy engineering modifications or even a new furnace concept and design in order to meet customer's specifications, his production capacity and last but not least, his budgetary constraint.

This case study relates to the carburizing of large gears for railway train bogies in a single chamber vacuum oil quenching furnace. Besides the usual metallurgical criteria of carburizing thickness, core and surface hardness and microstructures, customer is strongly expecting a reduction of distorsion to avoid or to reduce mechanical reworking. In the presentation, we will go through the different technologic choices to meet these specifications, including the choice of furnace typology which influences the transition phase between hot zone and oil bath but also the selection of quenching oil and the choice of fixtures design.

4D kalení – kontinuální vakuové kalení jednotlivých dílů jako moderní náhrada kalení pod lisem
4D Quench - single-piece flow vacuum heat treatment as modern alternative to a press hardening

Marcin Przygoński
SECO/WARWICK S.A., ul. Sobieskiego 8, 66-200 Świebodzin, Poland
Marcin.Przygonski@secowarwick.com , www.secowarwick.com

Material distortion is an undesired characteristic observed when a produced component requires a thermo-chemical heat treatment process followed by a rapid quench to obtain desired mechanical and metallurgical properties including a uniform case depth and hardness profile. Due to the distortion taking place during this process, the manufacturer is faced with the costly choice of leaving excess material on a machined component before the heat treatment process, only to be removed after the heat treatment process by post heat treatment manufacturing methods. When steps are taken to reduce material distortion (prior to hard machining operations), manufacturers can significantly reduce the component cost and subsequently speed up the overall manufacturing process.

This paper will discuss the unique method of distortion control for heat treated and quenched components by use of a 4-Dimensional High-Pressure Gas Quench (4D HPGQ) technique. This system has the ability to

Atmosférické pece pro tepelné zpracování kovů
Atmosphere furnaces for metal heat treatment

www.soloswiss.com

Pec zvonového typu Profitherm
Profitherm type batch furnace

Průběžná pec SOLO 322
Continuous furnace SOLO 322

Linka pro tepelné zpracování
Heat treatment line SOLO Profitherm

quench a single component without fixturing versus either a free quench or complex press quench approach. The 4D HPGQ process results in each component being individually quenched in an identical manner while having minimal distortion in relation to the green component. 4D HPGQ systems are easily integrated into machining centers improving lead time and costs associated with traditional heat treatment processes.

Keywords:
Single-piece flow, case hardening, low pressure carburizing, high pressure gas quench, in-line manufacturing, lean manufacturing, mass production, distortion, quenching, press quench

Výhody a vlastnosti laserem kalených povrchů

Advantages and properties of laser-hardened surfaces

Stanislav Němeček
RAPTECH s.r.o., U Vodárny 473, 330 08 Zruč-Senec, Czech Republic,
nemecek@raptech.cz

Příspěvek shrnuje poznatky studia vlastností a chování laserem kalených povrchů. Bude uveden vliv kalení na životnost a tribologickou odolnost forem a dalších strojních dílů. Dále je popsán vliv procesních parametrů na zbytková napětí, jejich směr a velikost, a s tím související chování po stránce deformací, únavového chování při cyklickém zatěžování atd.

The paper summarizes the findings of the study of properties and behavior of laser hardened surfaces. The influence of hardening on the service life and tribological resistance of molds and other machine parts will be presented. Furthermore, the influence of process parameters on residual stresses, their direction and magnitude, and related deformation, fatigue behavior under cyclic loading, etc. are described.

Porovnání vlastností nástřiku NiCrBSi přetaveného elektronovým svazkem při různém způsobu vychylování

Comparison of the properties NiCrBSi coating remelted by an electron beam with different deflection techniques

Jiří Matlák
VUT v Brně, Matlak.Jirka@gmail.com, +420 721 968 179, Czech Republic

Tepelné zpracování termicky nanášených nástřiků může vést ke zlepšení mechanických vlastností materiálu. Slitina NiCrBSi profituje především z přetavení předem naneseného nástřiku. Technologie elektronového svazku umožňuje dobré ovládání procesu a výsledky zpracování závisí i na zvoleném způsobu vychylování EB. Testovány byly čtyři techniky vychylování – 6 bodů, linka, pole a meandr. Přetavením dochází ke snížení porozity a vytvoření tří strukturních zón s různým chemickým složením a tvrdostí. Způsob vychylování ovlivňuje především riziko vzniku trhlin a podíl jednotlivých strukturních zón. Přetavením klesá povrchová drsnost a zvyšuje se odolnost proti opotřebení.

The thermal post treatment can increase the mechanical properties of some of thermally sprayed coatings. The NiCrBSi alloy profits from remelting of the previously sprayed coating. The electron beam technology

allows a good process control and the treatment results also depend on the selected EB deflection. Four deflection techniques were tested - 6 points, line, field and meander. The remelting reduces the porosity and creates three structural zones with a different chemical compositions and hardness. The deflection technique influences the risk of cracking and the proportion of the individual structural zones. Remelting reduces the surface roughness and increases the wear resistance.

Využití robotů při tepelném zpracování materiálů
Robots and their usage in material treatment

Ladislav Kraus
YASKAWA CZECH s.r.o., Czech Republic

Možnosti automatizace tepelné úpravy materiálů při využití robotů. Roboty budou představeny jako nosiče tepelného zdroje, nebo jako nosiče tepelně upravovaných předmětů, které lze zároveň roboticky ukládat do skladových pozic.

The possibilities of robotic automation in material treatment. The robots will be introduced in the roles of heat source carriers, or carriers of treated parts, with possibility to use them for placing of treated parts in stock afterwards.

Optimalizace čistícího procesu
Optimization of cleaning process

Roman Konvalinka[a], Martin Horňák[b]
[a] SurTec ČR s.r.o., Michelská 1552/58, 14000 Praha 4, Czech Republic, roman.konvalinka@surtec.com
[b] SurTec SK, s.r.o., Horný Ohaj 299, 95201 Vráble, Czech Republic, martin.hornak@surtec.com

Nezbytnou součástí moderního strojírenství a povrchových úprav je řada čistících kroků. Při navrhování technologického postupu výroby je nezbytné se zamýšlet nejen nad požadovanou kvalitou čistotou, ale i ekonomikou výroby. Zjednodušeně platí, že čím vyšší nároky na čistotu dílů, tím vyšší náklady musíme vynaložit. Nejedná se pouze o přímé náklady na chemii, ale i na zařízení, pracnost výroby, vícenáklady dané zmetkovitostí a likvidací odpadů. Správná optimalizace vede nejenom k dostatečné kvalitě, ale i příznivým výrobním nákladům.

Cleaning and degreasing steps are essential part of surface treatment. The proposal of cleaning process has to consider not only the quality of cleaning process, but also the overall process cost. Generally, the higher cleaning requirement, the higher is the cost. The total cost consists not only from expenses for chemicals and energies, but also from cost for labour, waste treatment, reject rework and machine utilization and depreciation. The proper process optimisation results in good quality while keeping reasonable overall cost.

Využití zařízení pro inkrementální tváření kruhových tyčí HDQT-R 30-12 k tepelnému a termo-mechanickému zpracování ocelí
Use of device for incremental forming of round bars HDQT-R 30-12 for heat and thermo-mechanical treatment of steels

Michal Peković
Faculty of Mechanical Engineering – Regional Technology Institute, University of West Bohemia in Pilsen, Univerzitní 8, 306 14 Pilsen, Czech republic, pekovicm@rti.zcu.cz

Průmyslové válcovny v dnešní době využívají pro redukci průměrů kruhových tyčí konvenční technologie podélného válcování. Stroje používané v těchto válcovnách jsou většinou jednoúčelové a nejsou doplněny moduly pro další tepelné zpracování vývalku ihned po tváření. Experimentální zařízení pro inkrementální tváření kruhových tyčí HDQT-R 30-12 je určeno k redukci průměru tyčového materiálu technologií kosého válcování, která je vhodná pro tváření širokého spektra ocelí, od uhlíkové až po ušlechtilé konstrukční oceli a také pro obtížně tvařitelné materiály. Vysoká modularita celého zařízení umožňuje zařadit přímo za tváření krok tepelného zpracování pomocí různých modulů. Díky uspořádání modulů lze po válcování vývalek prudce ochladit na požadovanou teplotu vodní sprchou nebo ve vodní lázni, nebo vložit do pece pro dohřev či výdrž na teplotě. Díky tomuto uspořádání je zařízení schopno produkovat válcové, kuželové a jiné rotačně symetrické tvary s přímou podélnou osou a s různými variantami tepelného zpracování. Po celé délce válcovací trati jsou umístěny senzory snímající teplotu vývalku, síly a momenty ve válcovací stolici a další data. Z těchto dat je možné zjistit přesný průběh termo-mechanického zpracování a případně navrhnout úpravu procesu zpracování pro dosažení lepších mechanických vlastností materiálu. Příspěvek se zabývá možnostmi termo-mechanického zpracování konvenční oceli 42CrMo4 a experimentální oceli 42SiCr s využitím různých postupů tepelného zpracování po válcování za tepla.

Klíčová slova: tváření, tepelné zpracování, vysokopevné oceli, kosé válcování

Today, industrial rolling mills use conventional longitudinal technology to reduce the diameter of round bars. Machines used in these rolling mills are mostly single-purpose and are not equipped by modules for the further heat treatment of the rolled steel after forming. The experimental device for incremental forming of round bars HDQT-R 30-12 is designed to reduce the diameter of bars by the technology of three-roll skew rolling, which is suitable for forming a wide range of steels – from carbon to noble tool steels as well as for materials which is difficult to form. The high modularity of the entire device makes it possible to incorporate the heat treatment step by means of various modules directly behind the forming. Due to the arrangement of the modules, after rolling the rolled products can be quenched to the desired temperature by water spray or in a water bath, or inserted into a furnace for reheating or holding at temperature. Due to this arrangement, the device is capable of producing cylindrical, conical and other rotationally symmetrical shapes with a straight longitudinal axis and with different heat treatments. Temperatures, forces and moments in the rolling mill and other data are collected during the passage of the workpiece through the whole machine. From these data it is possible to determine the exact sequence of the thermo-mechanical treatment and, if necessary, to propose a modification of the processing to achieve better mechanical properties of the material. The paper deals with the possibilities of thermo-mechanical processing of conventional 42CrMo4 steel and 42SiCr experimental steel using various methods of heat treatment after hot rolling.

Keywords: *forming, heat treatment, AHSS, three-roll skew rolling*

Ochranné atmosféry pro tepelné zpracování

• dusík •vodík• argon • hélium • kyslík • oxid uhličitý • speciální plyny •

Dodáváme ty správné technologie, technické plyny, které vám umožní:

- efektivněji soutěžit na trhu
- zvyšovat produktivitu a výkonnost
- snižovat náklady a šetřit čas

Pro více informací volejte **800 100 700** nebo pište na **infocz@airproducts.com**

tell me more
airproducts.com
airproducts.cz

AIR PRODUCTS

Aplikace polymerů v tepelném zpracování

Application of polymeric quenchants in heat treatment

Luboš Procházka
ECOSOND s.r.o., K Vodárně 531, 257 22 Čerčany, Czech Republic,
prochazka@ecosond.cz

Použití polymerických kalicích lázní k tepelnému zpracování. Typy polymerů, ochlazovací schopnost, porovnání s dalšími kalicími médii, měření koncentrace polymeru a péče o lázeň. Polymery s krátkým řetězcem. Možnosti míchání různých polymerů v jedné lázni.

Application of polymeric baths for quenching of steel parts. Polymers type, comparision with others cooling quenchant, polymeric concentration measurement, care of polymeric quenching bath. Polymers with short chains. Possibility of mixing different polymers.

Tepelné zpracování vysoce pevné maraging oceli vyrobené 3D tiskem

Thermal treatment of high-strength 3D-printed maraging steel

Angelina Strakosova [a], Dalibor Vojtěcha, Jiří Kubásek [a]
[a] Department of Metals and Corrosion Engineering UCT Prague, Technická 5,
166 28 Prague 6, Czech republic, strakosa@vscht.cz

Maraging oceli jsou zajímavými materiály pro bádání po tepelném zpracování, což vychází z názvu “maraging“ – martenzitické vytvrditelné. Po žíhání a kalení má ocel X3NiMoCoTi 18-9-5 vynikající mechanické vlastnosti (mez pevnosti až 2000 MPa a tvrdost okolo 50-55 HRC), je houževnatá a dobře svařitelná. Další výhodou těchto materiálů je možnost vyrábění nejenom konvenčními, ale i moderními způsoby, jedním z nich je selektivní tavení laserem (SLM).
V daném příspěvku je zkoumán vliv tepelného zpracování 3D-tištěné X3NiMoCoTi 18-9-5 maraging oceli na výslednou mikrostrukturu a mechanické vlastnosti.

Maraging steels are becoming interesting for research after thermal treatment, which is based on the name „maraging“ – martensite-aging. After solution annealing and precipitation hardening, the X3NiMoCoTi 18-9-5 steel has excellent mechanical properties (tensile strength reaches to 2000 MPa and hardness is 50-55 HRC), it is ductile and well weldable. The advantage of these materials is the possibility to be manufactured not only by conventional methods but also by modern additive manufacturing (AM) methods. One of which is selective laser melting (SLM).
In this paper, the influence of thermal treatment to 3D-printed X3NiMoCoTi 18-9-5 maraging steel to final microstructure and mechanical properties is investigated.

Výběr vhodného režimu žíhání pro uvolnění pnutí a stabilizaci struktury slitiny Ti6Al4V připravené 3D tiskem metodou SLM

Choosing a suitable heat treatment regime for stress-relief and microstructure stabilization of Ti6Al4V alloy 3D-printed by SLM method

Michaela Roudnická, Alena Michalcová, Enas Ghassan Hamed Alzubi, Dalibor Vojtěch
Department of Metals and Corrosion Engineering, UCT Prague, Technická 5, Praha 6, Czech Republic, michaela.roudnicka@vscht.cz

Při zpracováním slitiny Ti6Al4V 3D tiskem metodou SLM (selektivního tavení kovového prášku laserovým paprskem) vznikají v materiálu vysoká pnutí v důsledku vysokých teplotních gradientů mezi právě taveným mikroobjemem prášku a již zhutnělým materiálem. Ochlazovací rychlosti tak dosahují řádově až 108 °C/s. Při těchto rychlostech probíhá bezdifúzní martenzitická transformace, která rovněž přispívá k vnitřnímu pnutí v materiálu. Vysoká vnitřní pnutí mohou představovat problém již během samotné výroby; mohou se projevit praskáním výrobků, deformacemi tenkých částí apod. I u bezdefektních výrobků však vnitřní pnutí negativně ovlivňují jejich vlastnosti, zejména snižují tažnost. Proto je žádoucí po samotném 3D tisku zařadit tepelné zpracování, které pnutí sníží a metastabilní martenzitickou strukturu přemění na stabilní. Důsledkem tepelného zpracování je nárůst tažnosti na úkor pevnosti. Předmětem tohoto příspěvku je nalezení takového režimu tepelného zpracování, které poskytne nejlepší kombinaci mechanických vlastností.

During processing of Ti6Al4V alloy by a 3D printing method SLM (selective laser melting), high internal stresses are developed in the material as a result of high temperature gradients between microvolumes of the powder melted at a given time and the already solidified material. Cooling rates thus reach up to the order of 108 °C/s. At such rates, a diffusionless martensitic transformation occurs, which also contributes to internal stresses in the material. High internal stresses can be a problem already during production; they can manifest themselves by cracking of products, deformations of thin parts, etc. Even with defectless products, internal stresses negatively affect their properties, in particular they reduce ductility. Therefore, it is desirable to include a heat treatment after the 3D printing, which would reduce the stresses and transform the metastable martensitic structure into stable one. As a result of the heat treatment, the ductility increases at the expense of strength. The subject of this paper is to find such heat treatment regime that provides the best combination of mechanical properties.

Tepelné zpracování aditivně vyrobené maraging oceli

Heat treatment of additively manufactured maraging steel

L. Kučerová, I. Zetková, M. Bystrianský, K. Rubešová
RTI, UWB in Pilsen, Univerzitní 8, 301 00 Plzeň, Czech Republic, skal@rti.zcu.cz

Aditivní technologie představují moderní metodu zpracování kovů, pomocí které lze vyrábět poměrně složité tvary produktů bez potřeby speciálních nástrojů a s minimálními ztrátami materiálu. Díky specifickým teplotním podmínkám vznikají v aditivně vyrobených součástech velmi neobvyklé mikrostruktury a velké vnitřní pnutí. Z těchto důvodů je obvykle potřeba provést následně ještě tepelné zpracování na uvolnění vnitřního pnutí a úpravu mikrostruktury a mechanických vlastností. V tomto příspěvku budou představeny základní metody tepelného zpracování tištěné maraging oceli a jejich vliv na mikrostrukturu a mechanické vlastnosti. Aditivním zpracováním byla na maraging oceli získána velmi jemná buněčná mikrostruktura se zbytkovým austenitem vyloučeným na hranicích buněk, pevností cca 1100 MPa a tažností 11%. Následným tepelným zpracováním byla částečně nebo zcela odstraněna původní buněčná mikrostruktura a díky různé míře precipitace byly dosaženy pevnosti v rozmezí 1050 MPa – 2100 MPa a tažnosti 5% - 15%.

Additive technologies belong to advanced methods of metal processing, which enable production of relatively complex shapes of the products without special tooling and with minimal material losses. Due to a specific thermal conditions, additively produced parts possess not only special microstructures but also significant residual stresses. This is the reason why post processing heat treatment is strongly recommended to adjust the microstructure and thus improve mechanical properties and decrease residual stresses. The basic methods of post processing heat treatment of additively manufactured maraging steel will be presented in this contribution and their effect on the final microstructure and mechanical properties will be described. Additive manufacturing of maraging steel produced very fine cellular microstructure with retained austenite at cell boundaries, which reached the ultimate tensile strength of 1100 MPa and total elongation of 11%. The post processing heat treatment resulted in partial or full dissolving of the original cellular microstructure and due to various intensity of precipitation, the tensile strengths reached 1050 MPa -2100 MPa and total elongations 5% - 15%.

Analýza vlivu odlišné výšky během 3D tisku na dílech z maragingové oceli MS1 před a po tepelném zpracování

Analysis of the influence of different height during 3D printing on parts from MS1 maraging steel before and after heat treatment

Hana Jirková, Ivana Zetková, Kateřina Opatová, Ludmila Kučerová, Kateřina Rubešová
University of West Bohemia, Regional Technological Institute, Univerzitní 22, 301 00 Pilsen, Czech Republic, hstankov@rti.zcu.cz

Aditivní technologie představují v současné době rychle se rozvíjející odvětví, které nachází uplatnění v různých oblastech průmyslu. Při správně navržených parametrech tisku včetně vhodně zvolených podpor je možné vyrábět tvarově složité součásti. Pro získání součástí s požadovanými mechanickými vlastnostmi je nutné po 3D tisku provést tepelné zpracování, které vedle zajištění potřebné mikrostruktury vede i k odstranění vnitřního pnutí. Jedním z faktorů, který je nutné také brát v úvahu během návrhu procesu tisku je výška jednotlivých dílů umístěných na platformě. Právě rozdílná výška některých dílů vede k tvorbě výrazného přechodu, který je patrný během metalografického pozorování.

Z prášku maragingové oceli MS1 byl na platformě, na které byly tištěny i další díly, vytištěn díl výrazně přesahující ostatní svou výškou. Tisk byl proveden metodou přímého spékání kovového prášku (DMLS). Bylo provedeno metalografické hodnocení vytištěného dílu včetně měření tvrdostních profilů. Poté následovalo rozpouštěcí žíhání s různou dobou výdrže. Výsledky ukazují, že žíhání na teplotě 820°C vede k odstranění přechodu na samostatně vytištěném díle a odstraňuje skokovou změnu vlastností způsobenou tiskem koncentrovaným pouze na jednu součást.

Klíčová slova:
3D tisk, maragingová ocel, žíhání

Additive technologies are currently a fast-growing industry that finds application in various industries. With appropriately designed print parameters, including suitably located supports, it is possible to produce complex shape components. To obtain components with the required mechanical properties, it is necessary to perform heat treatment after 3D printing. After the heat treatment, not only the required structure is achieved but also the internal stress is removed. One factor that must also be taken into account during the design process is the height of the individual components placed on the platform. The different height of some parts leads to the formation of a significant transition that is evident during metallographic observation.

From the powder of MS1 maraging steel, the part significantly higher than the others was printed on a platform. The printing was performed by direct metal sintering (DMLS). The metallographic evaluation of the printed part was carried out, including hardness profiles. This was followed by solution annealing at different holding times. The results showed that annealing at 820 °C leads to the removal of the transition on the separately printed part and eliminates the step change of properties caused by printing concentrated on only one component.

Keywords:
3D printing, maraging steel, annealing

Tepelné zpracování v síti pracovišť - výzva pro zařazení pece tepelného zpracování do světového průmyslu 4.0

The networked hardening shop - the challenge to the hardening plant in the world of Industry 4.0

Gerald Hiller
ECM GmbH, Carl-Legien-Str. 15, 63073 Offenbach, Germany, g.hiller@ecmtech-gmbh.de

The industrial world is facing am further, profound change. With IoT (Internet of Things), it will be possible for the individual production steps to network with each other. The material transport is carried out via transport equipment, which is networked and automatically take the product to its next production step. These small, intelligent modules for the Heat treatment industry a new challenge presented. They enable higher variants, smaller quantities per variant and are flexible and cost-effective. The storage of finished products, which includes the entire value added, is reduced for cost reasons. Production starts, as soon as the customer has configured and ordered his product via the Internet. The order is transferred directly to production and production starts fully automatically. Raw parts are taken out of the warehouse and driven from production step to production step in a targeted manner. Each process step is documented and can be assigned to the individual component. In the event of a failure of the entire assembly in operation, complete traceability can be ensured.

Tepelné zpracování a průmysl 4.0 a jejich vazba na erp systémy

Heat treatment and industry 4.0 and their links to the erp system

Jiří Stanislav
JST Consultancy, Elišky Krásnohorské 965, 46014 Liberec 14, Czech Republic, stanislav.jirka@gmail.com

Již několik let je diskutován problém Průmysl 4.0 a jeho vztah k totální digitalizaci procesů v podmínkách tepelného zpracování. Nicméně kromě výjimek jako je např. řízení TPM nebo sběr procesních dat není jasně specifikováno, co je cílem této digitalizace.
Bez ohledu na to, jak jsou stanovena základní kritéria pro Průmysl 4.0 v podmínkách provozu tepelného zpracování je zřejmé, že primárním cílem je ekonomizace výroby ve všech rovinách. Jedná se tedy o provázanost technických a ekonomických dat. Detailněji je tento problém řešen v této přednášce včetně rámcové analýzy dostupnosti softwarových řešení na trhu.

The problem of Industry 4.0 and its relation to total digitization of processes in heat treatment has been discussed for several years. However, except for exceptions such as TPM management or process data collection, it is not clearly specified what the goal of this digitization is.
No matter how basic criteria are set for Industry 4.0 under the conditions of heat treatment operation, it is clear that the primary goal is to economize production on all levels. It is therefore a link between technical and economic data. This problem is addressed in more detail in this lecture, including a general analysis of the availability of software solutions on the market.

Vliv předběžného a následného tepelného zpracování na mikrostrukturu a adhezi tenkých filmů AlTiN nanesených na selektivní laserem tavené slitině Ti6Al4V

Effect of pre and post heat treatments on microstructure and adhesion of AlTiN thin films deposited on selective laser melted Ti6Al4V alloy

A. Fiorese[1*], S. Battiston[2], C.A. Biffi[3], F. Montagner[2], V. Zin[2], A. Gionda[1], J. Fiocchi[3], A. Tuissi[3]
[1]TAV VACUUM FURNACES SpA; Via dell'Industria 11, 24043 Caravaggio (BG), Italy
[2] National Research Council; Institute of Condensed Matter Chemistry and Technologies for Energy, Unit of Lecco, CNR ICMATE; C.so Stati Uniti 4, 35127 Padova, Italy.
[3] National Research Council; Institute of Condensed Matter Chemistry and Technologies for Energy, Unit of Lecco, CNR ICMATE; Via Previati 1/E, 23900 Lecco, Italy.
* Corresponding author: a.fiorese@tav-vacuumfurnaces.com

The goal of the present work is to investigate the effect of the pre and post heat treatments on the microstructure and mechanical properties of Ti6Al4V alloy coated with AlTiN thin films.
The samples were first printed by selective laser melting (SLM) and then coated via reactive Physical Vapor Deposition High-Power Impulse Magnetron Sputtering (PVD HiPIMS). The samples were heat treated at 700°C, 850°C and 950°C under high vacuum for 1 hour. The structure, the composition and the mechanical features of the realized thin films were investigated by X-ray Diffraction, Energy Dispersive Spectroscopy associated to Field Emission Scanning Electron Microscopy (FE-SEM), and nanoindentation, respectively. It was found that the realization of the heat treatment before or after the PVD HiPIMS can influence the adhesion of the thin films and the resulting microstructure.

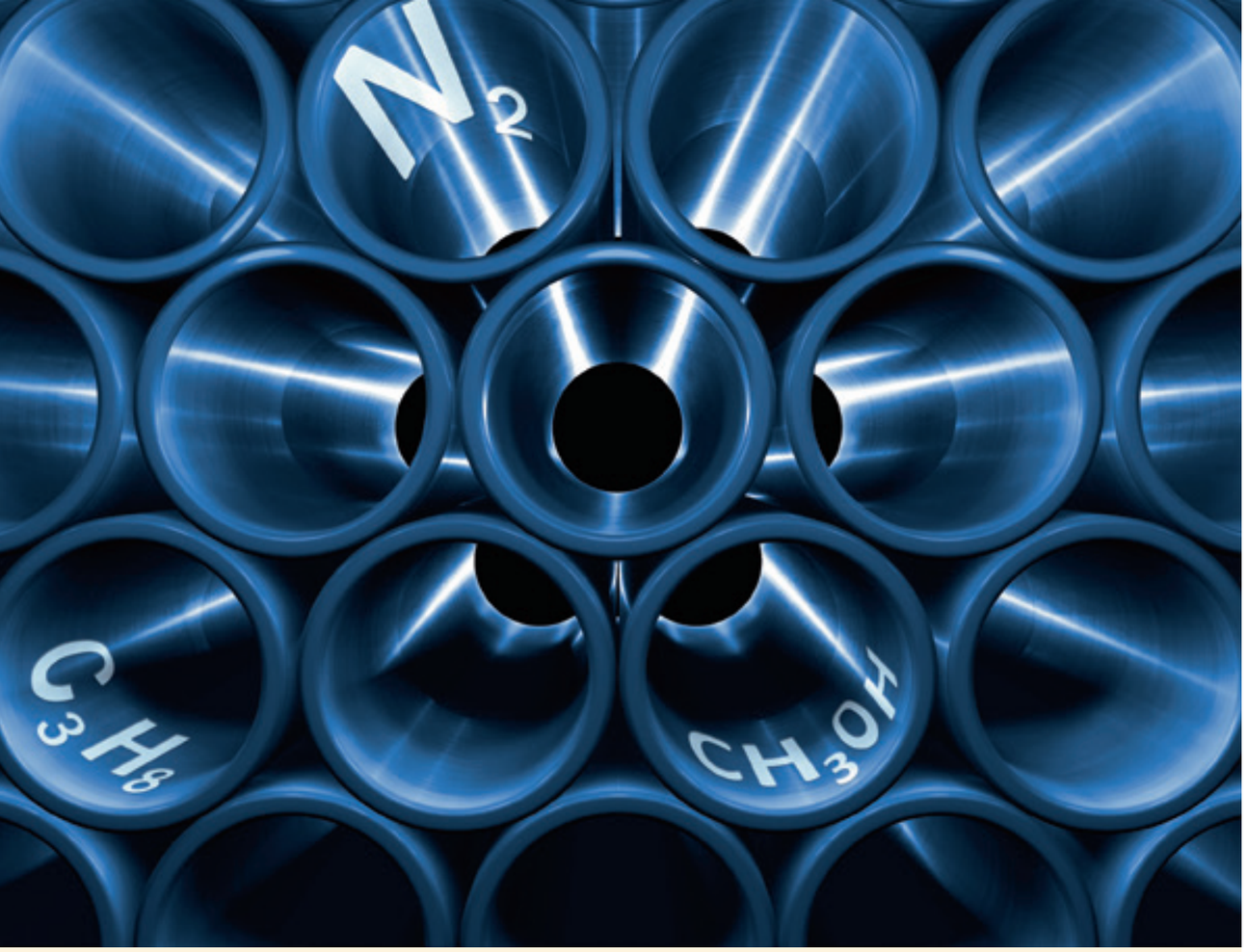
Keywords:
Selective laser melting; Ti6Al4V; thin films; vacuum heat treatment; microstructure, High-Power Impulse Magnetron Sputtering, AlTiN.

Problémy při slinování během přípravy slitin Ti-Al-Si

Sintering problems during preparation of Ti-Al-Si alloys

Anna Knaislová, Pavel Novák, František Průša
Department of Metals and Corrosion Engineering, UCT Prague, Technická 5, Praha 6, Czech Republic, E-mail: knaisloa@vscht.cz

Slitiny Ti-Al-Si jsou materiálem pro vysokoteplotní aplikace. Vyznačují se nízkou hustotou, dobrými mechanickými vlastnostmi a výbornou oxidační odolností v porovnání s ostatními běžně používanými slitinami, jako jsou slitiny niklu nebo korozivzdorné oceli. Příprava slitin Ti-Al-Si je velmi problematická z důvodu vysokých teplot tání, reakce mezi taveninou a tavícími kelímky a s atmosférou v peci nebo tvorbou trhlin a pórů během



Messer Technogas s.r.o. Vám v oblasti tepelného zpracování kovů nabízí:

- Hořlavé i nehořlavé ochranné atmosféry pro žíhání, tvrdé pájení a slinování.
- Reakční atmosféry pro chemicko-tepelné zpracování.
- Kompletní dodávky metanolového a amoniakového hospodářství.
- Zařízení pro regulaci a měření ochranných atmosfér.
- Analýzy a optimalizace ochranných atmosfér.

Seznamte se s naší nabídkou e-služeb

Odborné dotazy:
Ing. Jiří Svatoš
aplikační inženýr

Tel.: +420 602 339 214
E-mail: jiri.svatos@messergroup.com

MESSER
Gases for Life

Messer Technogas s.r.o.
Zelený pruh 99
140 02 Praha 4
Tel.: +420 241 008 100
info.cz@messergroup.com
www.messer.cz

Part of the **Messer** World

procesu. Prášková metalurgie se zdá být slibnou metodou pro přípravu Ti-Al-Si slitin, ale i zde je mnoho komplikací. V této práci byly Ti-Al-Si slitiny připraveny nekonvenčními způsoby práškové metalurgie a cílem této práce bylo popsat problémy během slinování těchto materiálů a nastínit možná řešení.

Ti-Al-Si alloys are material for high-temperature applications. They are characterized by low density, good mechanical properties and excellent resistance against oxidation in comparison with other commonly used alloys, for example nickel alloys or stainless steels. The preparation of Ti-Al-Si is very problematic due to high melting points of the intermediary phases, the high reactivity of melt with the melting crucibles and with the atmosphere in the furnace or formation of the cracks and pores during the process. Powder metallurgy seems to be a promising method for preparation of Ti-Al-Si alloys but there are still many complications. In this work, Ti-Al-Si alloys were prepared by unconventional powder metallurgy techniques and the aim of this work was to describe the problems during the sintering of these materials and their solution.

Použití za tepla tvářených ocelí v automobilové karoserii a jejich bodové odporové svařování

Applications of press hardening steel in car body and its resistance spot welding

V. Kučera[1], J. Petr-Soini[2], T. Pilvousek[2], D. Vojtěch[1]
[1]Department of Metals and Corrosion Engineering, University of Chemistry and Technology, Prague, Czech Republic
[2]ŠKODA AUTO a.s., Mladá Boleslav, Czech Republic

Za tepla tvářené oceli dosahují pevnosti až 2000 MPa a nachází uplatnění převážně pro bezpečností prvky karoserie s vysokou odolností proti nárazu. Tyto oceli zvyšují bezpečnost posádky a zároveň umožnují redukci tloušťky plechů, a tedy snížení hmotnosti konstrukce celého vozu. Z tohoto důvodu jejich podíl v automobilové karoserii neustále narůstá. V současné době se pro tváření za tepla nejčastěji využívá ocel s označením 22MnB5 s povlakem Al-Si. Hlavní funkcí povlaku Al-Si je ochrana oceli proti oduhličení a oxidaci při tepelném zpracování. Během tepelného zpracování však dochází ke změnám v chemickém a fázovém složení povlaku, které silně závisí na podmínkách procesu. Právě toto proměnlivé složení způsobuje řadu komplikací při technologiích spojování, konkrétně bodovém odporovém svařování. Z tohoto důvodu je snaha nahradit povlak Al-Si, povlaky na bázi zinku, jež se v převážně většině užívají jako povrchová ochrana automobilové karoserie proti korozi.

Poděkování: Financováno z účelové podpory na specifický vysokoškolský výzkum (MŠMT č. 21-SVV/2019).

Press hardening steel reaches the strength up to 2000 MPa and it finds applications mostly as safety components in a car body with high impact resistance. The steel increases the safety of the passengers while at the same time reducing the thickness of the sheets and thus reducing the weight of the entire car body. Hence, the part of the press hardening steel in the car body is incessantly increasing. Currently, 22MnB5 steel with Al-Si coating is most commonly used. The main role of the coating is to protect and hinder the oxidation and decarburization of the steel during heat treatment. During hot stamping, however, the chemical and phase composition of the coating change and strongly depend on the process conditions. This variable distribution of the phases and inhomogeneities have a negative impact on joining technologies, particularly resistance spot welding. Therefore, there is an effort to replace the Al-Si coating by zinc-based coatings, which are predominantly used in car bodies as corrosion protection.

Acknowledgement: *The authors wish to thank the Financial support from specific university research (MSMT No 21-SVV/2019) for its financial support of this research.*

Objemově neúplná fázová transformace v Ti grade 2

Volumetrically incomplete phase transition in Ti grade 2

K. Tesař[a,b,c*], V. Gärtnerová[a], A.Jäger[a]

[a] Struers GmbH - Organizační složka, Vědeckotechnický Park, Roztroky u Prahy, Czech Republic
[b] Department of Materials, Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering, Czech Technical University in Prague, Prague, Czech Republic
[c] Department of Dielectrics, Institute of Physics of the Czech Academy of Sciences, Prague, Czech Republic

* Struers GmbH - Organizační složka, Přílepská 1920, Vědeckotechnický Park, Roztroky u Prahy 252 63, Czech Republic, Tel.: +420 721 869 628, e-mail: Karel.Tesar@fjfi.cvut.cz

Fázové transformace v kovových materiálech jsou často nejdůležitějším efektem, který je možné zkoumat v souvislosti s tepelným zpracováním nebo přehřátím konstrukční součásti. V ojedinělých případech, kdy je teplotně vyvolaná fázová transformace přerušena předtím, než je transformován celý objem materiálu, mohou vznikat atypické mikrostruktury. Tyto mikrostruktury mají často nevýhodné vlastnosti a proto je nutné materiál detailně charakterizovat. V této práci tento fenomén demonstrujeme na komerčně čistém titanu. Je také ukázána a diskutována přítomnost železem stabilizované β-Ti fáze a γ-TiH hydridu.

Phase transitions in metallic materials are often the most important effects which can be studied with respect to the heat-treatment or overheating of a construction part. In a rare case that temperature-induced phase transition is interrupted before the whole material volume is transformed, atypical microstructures can be formed. These microstructures often have detrimental properties and thus a detailed characterization is necessary. In this work, we demonstrate this phenomenon on commercially pure titanium. The presence of the Fe-stabilized β-Ti phase and the γ-Ti hydride is shown and discussed.

Hybridní technologie pro aditivně vyráběné komponenty (AM) vyrobené z AlSi10Mg

Hybrid technology for additive manufactured (AM) components made from AlSi10Mg

Martin Michler[a], Paul Hollmann[a], Rolf Zenker[a,b]
[a]Institute of Materials Engineering – TU Bergakademie Freiberg, Gustav-Zeuner-Str. 5, D-09599 Freiberg, Germany, martin.michler@iwt.tu-freiberg.de
[b]Zenker Consult, Johann-Sebastian-Bach-Str. 12, D-09648 Mittweida, Germany, contact@zenkerconsult.de

Powder bed-based additive manufacturing processes such as selective laser beam melting (SLM) are particularly well suited for the production of geometrically complex functional metal components. In comparison to conventional manufacturing processes, however, the size of the components that can be produced is not only limited technically by the volume of the construction chamber, but also by economically factors due to the low build-up rates.

By providing a reliable welding technology, additive manufactured components can be joined to conventional structures at the exact location where the associated higher complexity or functionality is necessary for the application, thus reducing costs and/or increasing the application spectrum of AM components. Therefore, this study investigates the production of mixed joints from AlSi10Mg material by electron beam welding (EBW). The AM material used was produced by selective laser melting, whereas the conventional material was produced by die casting (DC) and continuous casting (CC).

It is already known that EB welding of SLM-processed aluminium in deep welding modes results in the distinctive formation of pores in the manufactured weld seams, and that pore-free weld seams can only be produced by changing from the keyhole welding mode to heat conduction welding. These results could be confirmed by the investigations, which is why two different joining strategies were investigated to reduce porosity in the welding zone. The welded joints produced were characterized by ultrasonic testing, metallographic investigation of cross sections, hardness measurements and micro-tensile tests. While a beam offset did not lead to a significant reduction in weld porosity, a multi-bath welding process and the configuration of selected welding parameters could produce seams of sufficient quality. The investigations proved the applicability of the EB keyhole welding mode in electron beam welding for the production of low-porosity SLM mixed joints.

Slitiny Fe-Al-Si pro aplikace ve spalovacích motorech

Fe-Al-Si alloys for applications in internal combustion engines

Pavel Novák, Lenka Rieszová, Kateřina Nová, Filip Průša
Department of Metals and Corrosion Engineering, UCT Prague, Technická 5, Praha 6, Czech Republic, panovak@vscht.cz

Aluminidy železa jsou po léta považovány za materiály vysoce odolné vůči vysokoteplotní oxidaci na vzduchu a v prostředí sloučenin síry. Předchozí výzkum našeho týmu ukázal, že lze oxidační odolnost na vzduchu ještě výrazně vylepšit přídavkem křemíku. Slitiny Fe-Al-Si mají rovněž výborné mechanické vlastnosti za vysokých teplot. Dosud však nebyla u tohoto typu slitin studována odolnost v prostředí simulujícím spaliny. Tato práce je zaměřena na popis oxidační odolnosti v atmosféře oxidu uhličitého, který je hlavní složkou spalin. Dále byla stanovena tepelná stabilita při dlouhodobém žíhání v tomto prostředí.

Iron aluminides have been considered as materials resistant against high temperature oxidation in air and sulphur-containing environments. Previous research of our team proved that the oxidation resistance in the air can be significantly improved by the addition of silicon. Fe-Al-Si alloys have also very good mechanical properties at high temperatures. However, the resistance in the environments simulating combustion gasses have not been studied yet. This work focuses on the oxidation resistance in carbon dioxide, which is the main component of the combustion gasses. Thermal stability was tested during long-term annealing in this environment.

TEPELNÉ A CHEMICKO-TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ

PRŮMYSLOVÉ PECE

Realistic

ISO 9001:2015

- PROJEKCE
- VÝROBA
- MONTÁŽ
- SERVIS

Tepelné zpracování

Cementace, nitridace a ochranná atmosféra

Zařízení pro automotive

REALISTIC, a.s.
Závodu míru 4
360 17 Karlovy Vary
Česká republika
Tel. +420 353 403 202
obchod@realistic.cz

www.realistic.cz

Tepelné zpracování jako součást procesu montáže motoru

Heat treatment as part of the process assembly engine

Jakub Mráz
TEDOM a.s. (Czech Republic)

Seznámení s produkcí divize motory. Výroba, repase a GO převážně plynových motorů TEDOM, SCANIA, LIEBHERR, MAN, KUBOTA… Specifikace montážních a hlavně p ō edmontážních operací uložení s přesahem. Náhrada silového uložení s přesahem zahřátím nebo zmražením jednoho dílu spojované dvojice. Například ohřev ozubeného věnce startéru před montáží na setrvačník lze využít jako napouštění po indukčním kalení zubů. Příspěvek však předkládá hlavně využití mražení v tekutém dusíku před motáží sacích a výfukových sedel ventilů do hlav válců. Sedla ventilů se odlévají z kobaltových slitin typu STELLIT nebo kalených litin. Doba mražení souvisí s napěťovými i strukturními změnami, extrémy. Praktické poznatky a opatření – předpisy pro výrobu. Směr dalšího vývoje.

Zvyšování životnosti rypadlových zubů

Improving the service life of excavation teeth

Pavel Šuchmann[a], David Hradil[a], Tomáš Gregor[a], Vlastimil Moni[b]
[a]COMTES FHT a.s., Průmyslová 995, 334 41 Dobřany, ČR, dhradil@comtesfht.cz
[b]Výzkumný ústav pro hnědé uhlí a.s., Tř. Budovatelů 2830/3, 434 01 Most, ČR, moni@vuhu.cz

Nízkolegovaná ocel používána pro výrobu rypadlových zubů je velmi výhodnou variantou z hlediska ceny. Odolnost proti opotřebení těchto zubu je ovšem nedostačující. Zuby májí velmi krátkou životnost, což vede k jejich neustálé výměně a přerušování samotné těžby. Nabízejícím se řešením je náhrada stávající oceli ocelí více legovanou, s vyšší odolností proti abrazivnímu opotřebení (např. Hadfieldova ocel). Toto řešení ovšem výrazně navyšuje cenu celé těžby. Množství vyráběných zubů se ročně pohybuje v řádu několika tisíc kusů. Zvyšování životnosti je také možné úpravou postupu tepelného zpracování (TZ) či použitím chemicko-tepelného zpracování (CHTZ). Tento článek pojednává o využití kryogenního zpracování a procesu boridace při zachování stávajícího materiálu. Vliv použitého postupu TZ a CHTZ byl pozorován na základě zkoušky odolnosti metodou pin-on-disk a pomocí zkoušky odolnosti proti abrazivnímu opotřebení. Vlivem boridace dochází k velmi výraznému zvýšení odolnosti, což potvrzují výsledky provedených zkoušek.

Low alloy steel used for the production of excavator teeth is a very advantageous option in terms of price. However, the wear resistance of these teeth is insufficient. Excavator teeth have a very short service life, which leads to their constant replacement and interruption in extraction itself. The solution offered is to replace the existing steel with more alloyed steel, with higher abrasion resistance (e.g. Hadfield steel). However, this solution significantly increases the price of entire mining. The number of teeth produces is in the order of several thousand per year. Service life enhancement is also possible by adjusting the heat treatment process (HT) or by using thermo-chemical treatment (TCT). This paper discusses the use of cryogenic treatment and the boridation process while preserving existing material. The effect of HT and TCT used procedure was observed by wear resistance method the pin-on-disc and by abrasion resistance test. Due to the boridation, a very significant increase in resistance was achieved, as confirmed by the results of the tests carried out.

Uniform Magnetic Heating (UMH) - speciální proces tepelného zpracování používaný ve velkovýrobě v automobilovém a železničním průmyslu

Uniform Magnetic Heating (UMH) - a special thermal treatment process used in large scale production in the automotive and rail industry

Nils Ruecker[a], Filip Vráblík[b]
[a]pro-beam systems GmbH, www.pro-beam.com, Germany
[b]ECOSOND s.r.o., www.ecosond.cz, Czech Republik

As a specialist for electron beam technique the pro-beam group does not only offer job shop production, but manufactures electron beam systems as well as heating machines for several industrial applications. For heating of components pro-beam uses the UMH-process (uniform magnetic heating). Workpieces are placed into an alternating magnetic field for UMH heating. The change of the direction of polarisation generates friction losses and thus heat in the workpiece.

We will explain the theoretical fundamentals of the UMH- technology and its advantages compare to conventional heating process.

Vysoce čistý kapalný čpavek 4.0 pro tepelné zpracování kovů

High pure liquid ammonia 4.0 for heat treatment of metals

Tomáš Eršil
GHC Invest, s.r.o.

Společnost GHC Invest, člen německého koncernu Gerling, Holz & Co. Hamburg založeného již před 115 lety – v roce 1904, je v České a Slovenské republice dodavatelem vysoce čistého kapalného čpavku 4.0 pro tepelné zpracovaní kovů.
Vysoké kvality kapalného čpavku 4.0 o čistotě 99,99 % je dosahováno a garantováno díky velmi precisní výrobě nejnovějšími technologiemi a také stálou kontrolou a udržováním čistoty tlakových nádob, do kterých se kapalný čpavek plní a ve kterých je dodáván k zákazníkům.
Podle množství odběru kapalného čpavku a podle přání zákazníka je čpavek dodáván ve dvou velikostech tlakových lahví s jednoduchými nebo dvojitými ventily, v tlakových sudech anebo, při velkých odběrech, také v ISO kontejnerech.
Nabízený kapalný čpavek 4.0 o čistotě 99,99 % je vyráběn a do tlakových nádob plněn v Německu. V České republice je pak k zákazníkům distribuován ze skladů společnosti GHC Invest v Kralupech nad Vltavou a v Přerově a na Slovensku ze skladu ve městě Martin.

The company GHC Invest, member of german concern Gerling, Holz & Co. Hamburg founded 115 years ago – in 1904, is a supplier of high pure liquid ammonia 4.0 for heat treatment of metals in the Czech and Slovak Republic.
The high quality of liquid ammonia 4.0 with a purity of 99.99 % is achieved and guaranteed thanks to the very precise production of the latest technologies, as well as the constant control and cleanliness of pressure cylinders into which liquid ammonia is filled and delivered to the customers.
Depending on the quantity of liquid ammonia and customer requirements, the ammonia is supplied in two sizes of cylinders with single or double valves, in pressure drums or, in the case of large offtakes, also in ISO containers.
The offered liquid ammonia 4.0 with a purity of 99.99 % is produced and filled into pressure cylinders in Germany. Then in the Czech Republic the ammonia is distributed to customers by the company GHC Invest from warehouses in Kralupy nad Vltavou and Přerov and for Slovakia from warehouse in Martin.

Požadavky na kvalitu v tepelném zpracování

Quality requirements in heat treatment

Stanislava Rašková
Ing. Stanislava Rašková, MBA, Czech Republic, raskova.s@seznam.cz

Tepelné zpracování kovů je velmi významné pro dosažení požadovaných vlastností mnohých výrobků při jejich praktickém použití. Vždy se jedná o procesy, kdy výsledek, požadované vlastnosti výrobku, jsou odvislé od definice požadavku zadané zákazníkem, vlastností produktu určeného k tepelnému zpracování, úrovně znalostí procesů tepelného zpracování, technické způsobilosti zařízení a objektivním posouzení výsledné úrovně dosažené shody s požadavky zákazníka. Mnohé zkušenosti stále prokazují, že ne vždy se daří dosáhnout požadovaného výsledku. Existuje nějaká podpora, kterou lze omezit riziko, že požadované vlastnosti nebudou dosaženy?

Cílem této přednášky je přiblížit provozům tepelného zpracování zásady standardů, podpůrných metod a návodů, které zákazníci od svých dodavatelů požadují. Dodržování zásad pro řízení procesů a využití i další podpory pro řízení procesů může i provozům tepelného zpracování přinést prospěch v oblastech, které je provází každý den a zatím zůstávají nepovšimnuty. Stojí za to získat i takové hodnoty, které zatím nepozorovaně unikají?

Heat treatment of metals is very important for achieving the desired properties of many products in their practical use. There are always processes, where the result, the required properties, are dependent on the definition of the customer's requirement, the product properties for the heat treatment, the level of knowledge of the heat treatment processes, the technical capability of the equipment and the objective assessment of the resulting level of compliance. Many experiences are showing the desired results always are not achieved. Is there any support to reduce the risk, that the required properties will not be achieved?

The aim of this paper is to bring near the principles of standards, methods and guidelines required from the customers to heat treatment plants. The process approach observance can bring also benefit to the heat treatment processes in the areas that accompany them every day and remain unnoticed. Is it worthwhile to obtain such values that have now yet escaped unnoticed?

Metalco
MATERIAL TESTING

přístroje pro metalografii
ATM

chemické spalovací analyzátory
ELTRA

pásové precizní pily
EXAKT

obrazová analýza
dhs

tvrdoměry
Qness

laboratorní a průmyslové pece
CARBOLITE
IGERO 30-3000°C

mikroskopy
OLYMPUS

Přihlášení k odběru novinek !

Exkluzivní informace:

- **o novinkách**
- **o akcích**
- **o školeních**

https://www.metalco.cz/prihlaseni-do-newsletteru

www.metalco.cz

Jsme česká společnost dodávající metalografické a měřící přístroje pro kontrolu kvality a výzkum materiálů. Vybavíme vaši laboratoř dle vašich přání a požadavků. Vaší společnosti dokážeme nabídnout individuální řešení pro zajištění nového nebo optimalizaci stávajícího procesu kontroly kvality, školení, servis, automatizaci a včasné dodávky náhradních dílů.

Zdravotnictví
Metalografie
Plastografie
Tepelné zpracování
Letecký průmysl
Strojírenství

PŘÍSTROJE

Metalografické přístroje
Chemické spalovací analyzátory
Přesné pásové pily
Přesné brusky
Tvrdoměry
Laboratorní a průmyslové pece
Přístroje pro měření svarů
Mikroskopy
Zakázková výroba

SLUŽBY PRO VÁS

Aplikační podpora
Vývoj a optimalizace procesů kontroly kvality
Testování vzorků
Postupy přípravy vzorků
Návštěva v předváděcí laboratoři
Odborné poradenství
Uvedení přístrojů do provozu
Zaškolení personálu
Kalibrace měřící techniky

SPOTŘEBNÍ MATERIÁL

Pro metalografii
Pro chemickou analýzu
Velmi krátké dodací lhůty
Vysoká evropská kvalita
Možnost zaslání vzorků k vyzkoušení
Aplikační podpora

Metalco
MATERIAL TESTING
Váš partner pro testování materiálů

VZDĚLÁVACÍ CENTRUM

Odborná školení u zákazníka
Školení v naší laboratoři
Školení v laboratoři u výrobce
Odborné přednášky
Odborné semináře
Aplikační školení včetně přístrojů a technologií

SERVIS

Záruční, pozáruční a preventivní servis
5 servisních techniků v Česku a na Slovensku
90 % náhradních dílů skladem
Reakční doba do 48 hodin
Podpora od počátku až do konce

LABORATOŘ NA MÍRU

3D plánovací software
3D vizualizace vaší laboratoře
Odborná montáž
Dodání na klíč včetně přístrojů a technologií

Materiálografie
NDT
Automobilový průmysl
Patologie
Petrografie
Keramografie
Elektronické komponenty

Metalco
MATERIAL TESTING
Metalco Testing s.r.o.
Havlíčkova 361
252 63 Roztoky u Prahy
info@metalco.cz
+420 739 111 591
www.metalco.cz

Austenitometr - Přenosný Mössbauerův spektrometr pro rychlé a nedestruktivní stanovení množství austenitu

Austenitemeter – Portable Mössbauer spectrometer for rapid and nondestructive determination of austenite content

Jiří Pechoušek, Petr Kubečka
Univerzita Palackého v Olomouci, Czech Republic

V uvedené přednášce představíme využití Mössbauerovy spektroskopie při určování množství austenitu v ocelích. Tato jaderná analytická metoda umožňuje rychlé určení množství austenitu ve vzorku cca do 10–20 minut s dostatečnou přesností. Standardní režim analýzy umožňuje určení poměru austenit-ferrit s vysokou přesností již po několika hodinách příp. dnech měření pro laboratorní výzkum nebo průběžnou kontrolu kvality. Mössbauerova spektroskopie v odrazové geometrii umožňuje nedestruktivní analýzy při studiu jak rozměrných tak i malých vzorků, a je schopna kvantifikovat relativní zastoupení fází austenitu a feritu na základě jejich rozdílných magnetických vlastnost způsobem, který je relativně nezávislý na tvaru, velikosti a orientaci částic. Touto metodou lze „sledovat“ i atomy železa mající různé sousední prvky v rámci struktury slitin železa.

Spalovací prvková analýza

Combustion elemental analysis

Václav Rach, Luděk Bech
Havlíčkova 361, 252 63 Roztoky u Prahy, Czech Republic, vaclav.rach@metalco.cz

V dnešní době jsou kladeny stále větší nároky na stanovení obsahu prvků v nejrůznějších vzorcích. Přesná a spolehlivá prvková analýza je důležitá pro určení vlastností zkoumaného materiálu, pro analýzu kvality okolního prostředí, a především pro zjištění složení zkoumaného předmětu.

Jednou z metod prvkové analýzy je spalovací elementární analýza, pomocí které je možné velmi přesně stanovit koncentraci prvků převážně v pevných materiálech. Běžně lze touto metodou stanovovat vodík, uhlík, dusík, kyslík a síru. Oproti ostatním analytickým metodám je výhodou spalovací analýzy její rychlost, jednoduchost, robustnost a nízké detekční limity.

Samotná analýza začíná zvážením a zavedením analyzovaného vzorku do pece, ve které dojde k jeho spálení a převedení do plynného skupenství. Plynný vzorek je veden přes filtry nečistot a interferentů do detektoru (infračerveného nebo tepelně vodivostního), ve kterém dojde k zaznamenání signálu, který je následně vyhodnocen pomocí počítače a přepočítán na obsah analyzovaného prvku ve vzorku.

Mezi oblasti, ve kterých se využívají spalovací analyzátory, patří například strojírenství, metalurgie, produkce elektrické energie, analýza nerostných surovin, zemědělství, analýza životního prostředí, lékařství nebo věda a výzkum.

Nowadays, increasing demands are placed on determining the content of elements in various samples. Accurate and reliable elemental analysis is important for determining the properties of the analysed material, for analysing the quality of the environment and especially for determining the composition of the analysed object.

One of the methods of elemental analysis is the combustion elemental analysis by which it is possible to determine very accurately the concentration of elements especially in solid materials. Hydrogen, carbon, nitrogen, oxygen and sulphur can be determined by this method. Compared to other analytical methods, the advantages of the combustion elemental analysis are especially fast, robust and simple analysis and low detection limits.

The analysis starts by weighting and introducing the sample to the furnace, where it is combusted and converted into a gas. The gaseous sample passes through dust and interferent filters to detector (infrared or thermal conductivity). A signal of the gaseous sample is registered, then calculated by a computer and finally converted to the amount of the analysed element in the sample.

Combustion elemental analysers can be used in engineering, metallurgy, production of electric energy, analysis of minerals, agriculture, environment, medicine or science and research.

Oceli po nožíře – struktura, vlastnosti

Steels for cutlers – structure and properties

Vladimír Suchánek
HANYKO Praha s.r.o. (Czech Republic)

Lidé vždy používaly Lidé vždy bojovali o přežití ať už o potravu v přírodě nebo mezi sebou o dostupné zdroje. K tomu potřebovali vhodné nástroje. Kvalitní nástroje znamenaly větší šanci na přežití. To vedlo k technologickému pokroku a k používání nejlepších dostupných materiálů pro jejich výrobu. Pazourek, obsidián v době kamenné; měď či bronz v době bronzové; železo pak v době železné. Už Keltové, Vikingové a Frankové uměli udělat meče a dýky náročnou technologií kovářského svařovaní a následného tepelného zpracování – tvrdý břit a houževnaté jádro. Špičkových kvalit pak dosáhla výroba ve středověkém Japonsku. Evropané se pak seznámili v rámci křížových výprav s legendárními zbraněmi vyrobenými technologiemi, které už nejsou detailně známy – zbraněmi s damascénské oceli.

Budeme zde prezentovat situaci u nožů loveckých – ne u nožů pro běžné kuchyňské použití. I ty však mohou být krásné, s dlouhodobým užitím. Cena však tomu taky odpovídá – jedná se o ruční zakázkovou výrobu.

Aktuálně je pro nožíře typické použití:

- **uhlíkových ocelí**,
- slitinových ocelí (pro výrobu pružin)
- nástrojových ocelí,
- uhlíkových ocelí plátovaných nerez ocelemi,
- nerez ocelí;
- **nerezové práškové oceli**
- **damascénské oceli** (vytvořených technologií kovářským svařováním kombinující různé druhy)
- **damascénská ocel typ waze** (objevují se velmi zřídka – jedná se o moderní repliku starých zapomenutých výrobních postupů)

V příspěvku jsou dokumentovány struktury vybraných typů po tepelném zpracování.

Struers GmbH, organizační složka, Vědeckotechnický park
Přílepská 1920, 252 63 Roztoky u Prahy
Tel.: +420 233 312 625, e-mail: czechrepublic@struers.de
www.struers.com

Měření koncentrace plynů v kalírnách

Measurement concentration of gases in hardening shops

Milan Landa
Ing. Milan Landa, Bořetín 2, 470 01 Stružnice, Czech Republic, landam@email.cz

Vývoj elektroniky pro sledování životního prostředí přinesl nové možnosti měření pecních atmosfér a detekce jejich úniku na kalírnách. Měření ukázala, že jsou reálně překračovány povolené koncentrace kysličníku uhelnatého, aniž by o tom tušili jak pracovníci, tak vedení provozu. Nové senzory a přístroje nabízí možnost, jak toto nebezpečí indikovat a minimalizovat při nízkých nákladech a přináší zjednodušení při kontrole vlastností pecních atmosfér.

The development of electronics for environmental monitoring has brought new possibilities for furnace atmosphere measurement and leak detection in hardening shops. Measurements have shown that the permissible concentrations of carbon monoxide are actually exceeded, without the knowledge of both workers and plant management. New sensors and instruments offer the possibility to indicate and minimize this danger at low costs and simplify the control of furnace atmosphere properties.

Pokročilá materiálografie a měření tvrdosti: Fázové transformace v titanu

Advanced materialography and hardness testing: Phase transitions in titanium

Karel Tesař[a,b,c*], V. Gärtnerová[a], A.Jäger[a]
[a] Struers GmbH - Organizační složka, Vědeckotechnický Park, Roztroky u Prahy, Czech Republic, Karel.Tesar@fjfi.cvut.cz
[b] Department of Materials, Faculty of Nuclear Sciences and Physical Engineering, Czech Technical University in Prague, Prague, Czech Republic
[c] Department of Dielectrics, Institute of Physics of the Czech Academy of Sciences, Prague, Czech Republic

V této práci se zaměřujeme na komerčně čistý titan. S pomocí produktů Struers je provedena úplná charakterizace mikrostruktury pro tento materiál. Mimo vědeckých výsledků je důraz kladen také na metodiku materiálografické přípravy a měření tvrdosti. Běžné problémy přípravy vzorků jsou diskutovány a jsou navrženy jejich řešení. Sortiment produktů Struers je plně využit pro širokou škálu charakterizačních technik pro tento materiál. Jsou předvedeny výsledky efektivní přípravy pro světelnou mikroskopii a skenovací a transmisní elektronovou mikroskopii.

In this work, we focus on commercially pure titanium. Full characterization of the microstructure is performed using Struers products. Apart from the scientific outcomes, an emphasis is placed on the methodology of the materialographic preparation and the hardness testing of the samples. Common problems of the sample preparation are discussed and the solutions are proposed. Wide range of preparation methods for this material is shown using the whole Struers portfolio. Effective methods for light microscopy, scanning electron microscopy and transmission electron microscopy are presented.

Nové metalografické stroje a prostředky pro přípravu vzorků

New metalographic machines and consumables for sample preparations

Roman Zapletal, Vít Gromeš
TSI System s.r.o., Mariánské nám. 617/1, 617 00 Brno, Czech Republic,
info@tsisystem.cz

Pro přípravu metalografických vzorků jsou k dispozici nové stroje a prostředky francouzského výrobce LAM PLAN. Automatická rozbrušovací pila CUTLAM 3.1 má až tři motorizované osy a s kotoučem o průměru 300 mm umožní dělení vzorku do průměru 110 mm. Nová řada rozbrušovacích kotoučů Excellence umožňuje rychlejší dělení vzorků bez jejich vyhřátí. Bruska RECTILAM 2.0 pro hrubé broušení má brusný kotouč o průměru 356 mm a umožňuje nastavit úběr od 0,1 do 1,0 mm. Nové pryskyřice PHENOFREE pro zalévání zatepla již neobsahují škodlivé fenoly a formaldehydy. Německý výrobce KULZER uvádí na trh legendární hmoty TECHNOVIT pro zalévání zastudena nyní nově bez obsahu toxických aminů a ftalátů.

New machines and consumables by the French manufacturer LAM PLAN are available for the preparation of metallographic samples. The automatic cutting machine CUTLAM 3.1 has up to three motorized axes. With 300 mm diameter cut-off wheel is able to cut samples up to 110 mm. The new Excellence cut-off wheel series allows faster sample separation without heating them. The RECTILAM 2.0 grinding machine has a grinding wheel with a diameter of 356 mm and allows you to adjust the removal rate from 0.1 to 1.0 mm. The new PHENOFREE hot moulding resins no longer contain harmful phenols and formaldehydes. The German manufacturer KULZER is launching the legendary TECHNOVIT resins for cold mounting now free of toxic amines and phthalates.

Poster session

Vlastnosti slinutých karbidů s různým typem pojiva po boridování

Properties of cemented carbides with different types of binder after boronizing

Vojtěch Průcha
University of West Bohemia in Pilsen, Czech Republic

Příspěvek se zabývá možností chemicko-tepelného zpracování slinutých karbidů (SK) boridováním. Pro experimentální program byly zvoleny 3 různé sorty SK s velice jemnou frakcí zrn karbidu wolframu (WC). Struktura těchto SK se lišila chemickým složením pojiva. Byly vybrány dvě sorty SK, u kterých bylo pojivo tvořeno čistými kovy a to kobaltem a niklem. U třetí sorty SK bylo zvoleno komplexní pojivo na bázi Fe-Co-Cr. Objem pojiva byl pro všechny zvolené sorty SK shodný a to 8 hm. %. Velikost zrna WC se pohybovala mezi 0,5-0,8 µm. Z vybraných sort SK byly vytvořeny vzorky, z nichž část podstoupila proces boridování a to v několika různých režimech. Cílem provedeného experimentu bylo určit, jakým způsobem ovlivňuje proces boridování konečné vlastnosti SK a jejich strukturu. K hodnocení strukturních změn byly použity techniky RTG difrakce a techniky světelné a elektronové mikroskopie. K hodnocení změn v mechanických vlastnostech a odolnosti proti opotřebení byly použito měření tvrdosti a zkouška Ball on Disk.

The paper deals with the possibility of thermochemical treatment of cemented carbides (CC) by boronising. Three different CC grades with a very fine tungsten carbide grain fraction (WC) were selected for the experiment. The structures of the CCs varied in the chemical composition of the binder. Two CC grades had a binder consisting of pure cobalt and nickel respectively. The third grade of CC had a complex binder based on Fe-Co-Cr. The binder volume was the same for all CC grades, namely 8 wt. %. The grain size of the WC ranged between 0.5-0.8 µm. Samples were taken from the different CC grades. Some of them were boronised using several different regimes. The untreated samples were used as reference samples. The aim of the experiment was to determine how the process of boronising affects the final CC and its structure. X-ray diffraction, light and electron microscopy techniques were used to evaluate the structural changes. Hardness measurements and a Ball on Disk test were used to evaluate the changes in the mechanical properties and wear resistance.

Vliv zrychlených mikrostrukturních dějů na houževnatost a únavové chování zušlechtěné pružinové oceli 51Crv4

Effects of accelerated microstructural processes on toughness and fatigue behaviour of heat-treated 51CrV4 spring steel

Jakub Kotous[1,a], Daniela Nacházelová[1,b], Jaromír Dlouhý[1,c]
[1]COMTES FHT a.s., Průmyslová 995, 334 41, Dobřany, Czech Republic
[a]jkotous@comtesfht.cz, [b]dnachazelova@comtesfht.cz, [c]jdlouhy@comtesfht.cz

Snaha urychlit výrobní procesy má za příčinu v první řadě ušetřit finanční náklady. Avšak ne vždy to jde. Často mezi časovou náročností a výslednou kvalitou platí přímá úměra. Tak tomu je i u žíhání na měkko. Toto sferoidizační žíhání je řízené difúzním tokem atomů a proto je časově velmi náročné. Při zkracování výdrží klesá i poměr sferoidizovaných karbidů. Vývoj a optimalizace pecního žíhání na měkko přinesla pokrok a pomocí částečné nebo úplné austenitizace lze z celkové doby procesu ušetřit pár hodin. Přesto se stále jedná o několika hodinové zpracování. Vývoj a výzkum zrychlené sferoidizace ASR (Accelerated Spheroidisation and Refinement) v COMTES FHT dokázal provést sferoidizační zpracování v řádech minut. Proces ASR využívá rychlých indukčních ohřevů a cyklování kolem teploty Ac1 nebo jej je možné dosáhnout pomocí termomechanického zpracování. Díky absenci dlouhých výdrží nestihne zhrubnout zrno ani karbidy a výsledná struktura je v porovnání s žíháním na měkko mnohem jemnější. To má dopad jak na samotný průběh kalení, tak na finální mechanické vlastnosti.
Tento experiment je zaměřen na porovnání mechanických vlastností v zušlechtěném stavu po zrychlené sferoidizaci ASR a konvenčního žíhání na měkko. Velká pozornost je věnována vlivu na lomovou houževnatost a únavové chování materiálu. Experimentálním materiálem byla zvolena pružinová ocel 51CrV4.

Generally, the underlying motivation for shortening the manufacturing process is cost saving. Sometimes, this proves unfeasible. Final quality is often directly proportionate to the time expended. This is the case with soft annealing. The effects of spheroidisation annealing are diffusion-controlled, which means the process is time-consuming. When the annealing times are reduced, the proportion of spheroidised carbides decreases. Development and optimisation of soft annealing processes in furnaces led to a progress which cut the process times by several hours thanks to steps involving partial or full austenitizing. Still, the treatment requires several hours to complete. Recently, research into and development of the ASR (Accelerated Spheroidisation and Refinement) at COMTES FHT led to a spheroidising process with durations on the order of minutes. The ASR relies on rapid induction heating and cycling around Ac1. Alternatively, the process can be induced by thermomechanical treatment. In the absence of long holding times, grains and carbides cannot coarsen, leading to much finer microstructures than soft annealing. This is manifested in the subsequent quenching process and the final mechanical properties.
The present experiment focused on comparing mechanical properties of heat-treated ASR-spheroidised material and conventionally soft annealed material. The effects on fracture toughness and fatigue behaviour were closely monitored. The experimental material was 51CrV4 spring steel.

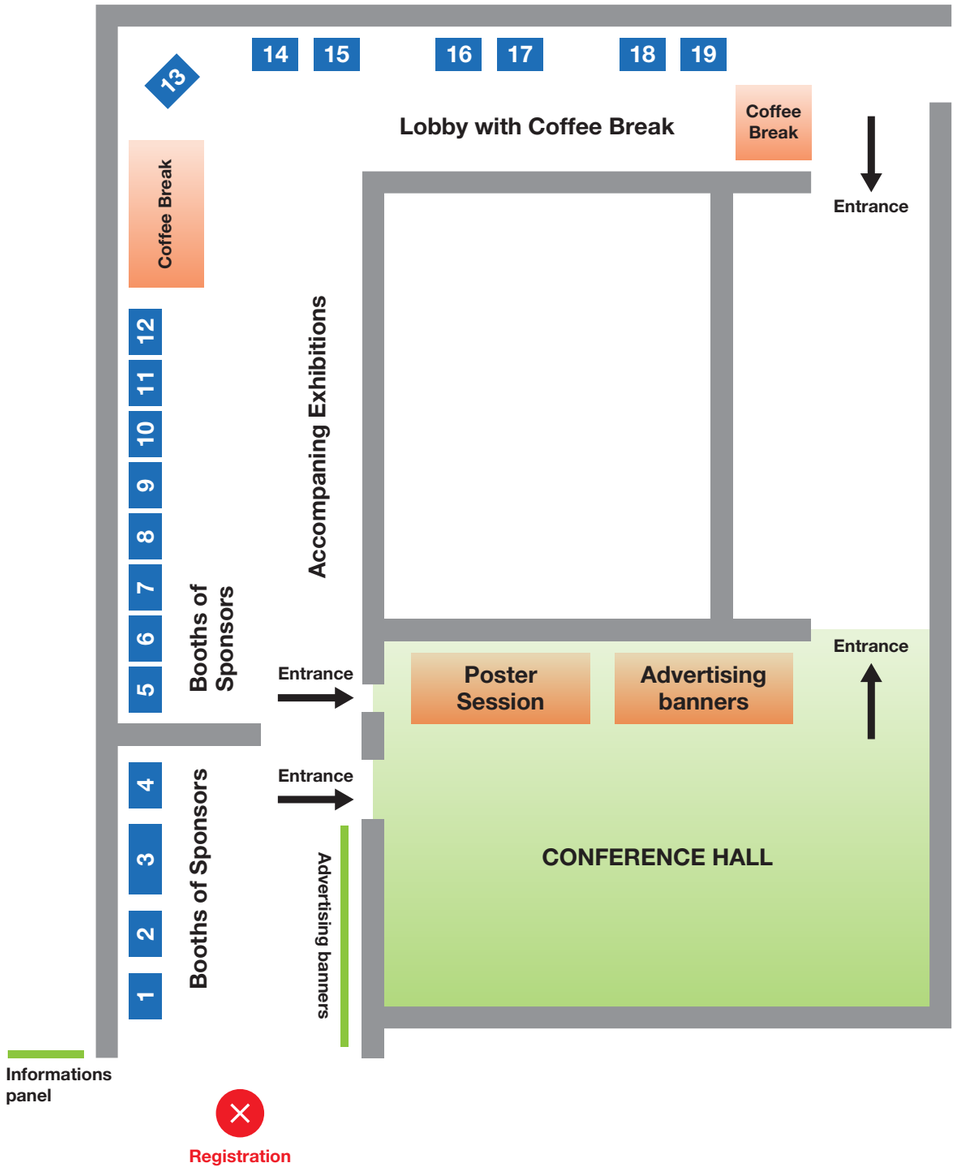
Prášek jako vstupní parametr aditivně vyrobené maraging oceli

Powder as an input parameter of additively produced maraging steel

Martina Koukolíková
COMTES FHT a.s., martina.koukolikova@comtesfht.cz

Aditivní výroba (AM) umožnila nejenom konstruktérům v posledních několika letech posílit obrovský rozmach při navrhování a optimalizaci strojních součástí. Součástí aditivní výroby není pouze návrh samotné komponenty, ale jednotlivé kroky spojené s tvorbou počítačové dokumentace nezbytné pro přípravu AM, výběr vhodného materiálu a samotný tisk s následným tepelným zpracováním. Parametry procesu, včetně výběru prášku, mají významný vliv na výsledné vlastnosti komponenty. Hlavním cílem výzkumu bylo porovnat vlastnosti materiálů od různých výrobců prášku. K analýze materiálů byly použity mikro-tahové zkoušky (M-TT), podpořené metalografickou a fraktografickou analýzou, což umožnilo podrobnou analýzu výsledných vlastností komponent.

Additive manufacturing (AM) has enabled not only designers over the last few years to boost a huge boom in the design and optimization of machine components. Part of the additive manufacturing is not only the design of the component itself, but also the individual steps involved in the creation of computer documentation necessary for the preparation of the AM, the selection of suitable material and the printing itself with subsequent heat treatment. Process parameters, including the choice of powder, have a significant effect on the resulting component properties. The main aim of the research was to compare the properties of materials made from different powders manufacturers. A micro - tensile tests (M-TT), reinforced by metallographic and fractographic analysis, were used to analyse the materials, allowing a detailed discussion of the resulting material properties.



List of Exhibitors

1 Air Products
2 Cronite CZ
3 Fours Industr. BMI + IVA SCHMETZ GmbH
4 ECOSOND s.r.o.
5 Metalco Testing
6 REALISTIC, a.s.
7 Struers GmbH
8 Ing. L. Ludwigová
9 AICHELIN GmbH + Bandas Metalicas Codian S.L.
10 Linde Gas a.s.
11 Univerzita Palackého
12 AZ PROKAL s.r.o.
13 TAV VACUUM FURNACES
14 Rotaneo s.r.o. KOPOZITUM s.r.o.
15 Labtech s.r.o.
16 TSI System s.r.o.
17 YASKAWA Czech s.r.o.
18 Galtex spol. s r.o.
19 PhoenixTM

Exhibition Catalogue

Stand 1

AIR PRODUCTS spol. s r.o.

www.airproducts.cz

Air Products (NYSE:APD) je přední světovou společností zabývající se výrobou průmyslových plynů a s nimi souvisejících zařízení.

Air Products (NYSE:APD) is a world-leading Industrial Gases company providing atmospheric and process gases and related equipment to manufacturing markets.

Stand 2

Cronite CZ

www.safe-industry.com/en/safe-cronite/cronite-cz-brno

Safe Cronite is leader in heat treatment assembly jigs (base trays, baskets etc.)for all types of the furnaces (chamber type, pusher, pit, LPC, vacuum etc.) and incineration hearth markets, and recognised around the world for its Cronite Castings (UK), AMR KLEFISCH (Germany) and Cronite Mancelle (France) trade names. We cumulate over 50 years of experience in designing and producing heatproof cast steel components that are resistant to high temperatures, abrasion, and corrosion.
We supply all important hardening shops including automotive industry as well as furnace makers. We keep at disposal large palette of standard patterns, can also develop new design of fixtures for heat treatment to optimize the capacity at the customer.
We are also supplier of fabricated fixtures, radiant tubes and rollers for industrial furnaces. Over 4% of turnover is reinvested in R&D. Modern design assistance methods enable achieving continuous improvements.

Stand 3

Tenova (SCHMETZ + B.M.I. + IVA)

www.bmi-fours.com

BMI is a French designer and manufacturer of vacuum furnaces for the heat treatment of steels. With more than 70 years of experience and over 1400 units in operation worldwide, BMI has proven its expertise in providing premium heat treatment solutions. Our in-house Engineering office and Metallurgical laboratory allow us to offer our customers taylor-made solutions (design, size, process…) in order to meet their most specific requirements. We have extensive knowledge of the aerospace and medical sector for which we comply with the industry standards (AMS2750E…). We also have a strong customer base in commercial heat treatment, general industry, tooling, automotive…

www.iva-online.com, www.schmetz.de

IVA was founded in 1984 and is specialized in engineering and manufacturing of heat treatment equipment for application purpose like gasnitriding, oxidizing, tempering, annealing, gasnitrocarburizing, gascarburizing, bright aneealing and carbonitriding.
Beyond the furnace production IVA is known to be strong in delivering all inclusive, automated furnaces, processes and companion system. This also includes new hard- and software developments as well as heat treatment process optimization even for external systems.
1945 SCHMETZ was founded as a manufacturer of various industrial furnaces. and soon focused on the production of vacuum furnaces that were subsequently developed with close contact to the customer to increase the capacity of each furnace and to improve process results.
With its first overpressure gas quench furnace and the two-direction cooling system SCHMETZ quickly became market leader in 1982. SCHMETZ furnaces are used for the applications hardening, tempering, high temperature brazing, recrystallization, annealing, solution treatment and aging. Both brands are united in the company IVA Schmetz GmbH, a reliable partner in heat treatment.

Stand 4

ECOSOND s.r.o.

www.ecosond.cz

ECOSOND (Ltd. company) was established in 1992 as a specialized company for the development, training, services, expertise and supplies in the field of heat treatment of steel. We are partner of hardening shops and production plants with heat treatment and chemical heat treatment of metals. Our company has many years of experience that we would like to share with you to keep your processes under control.

Stand 5

Metalco Testing s.r.o.

www.metalco.cz

Společnost Metalco Testing s.r.o. je v ČR a SR technologickým leaderem v dodávkách přístrojů a spotřebních materiálů pro materiálové analýzy a tepelného zpracování. Nabízí zařízení, která jsou ve svém oboru naprostou špičkou. Zastupujeme: německého výrobce ATM - technologicky nejpokročilejší firmu ve vývoji a konstrukci strojů pro materiálografii (metalografii), QNESS – zaměřující se na vývoj a výrobu inovativních high-end tvrdoměrů, ELTRA - přední výrobce elementárních prvkových analyzátorů, CARBOLITE GERO - vývoj a výroba vysokoteplotních pecí a sušáren pro laboratorní, vědecké a výrobní aplikace, EXAKT - systémy pro ultra precizní dělení a odbrušování materiálů těch nejrozsáhlejších fyzikálních vlastností, WIESER AUTOMATION - zabývající se navrhováním, výrobou a dodávkami plně automatizovaných pracovišť. Metalco Testing nabízí kompletní vybavení materiálových a specializovaných laboratoří včetně 3D vizualizace. Co potřebujete pro kontrolu kvality materiálu, dostanete u nás - z jednoho zdroje.

Company Metalco Testing s.r.o. is a technology leader on CZ/SK market in the supply of instruments and consumables for material analysis and heat treatment. It offers devices that are at the forefront in their field. We represent: the German manufacturer ATM - the most technologically advanced company in the development and construction of machines for materialography, QNESS - focusing on the development and production of innovative high-end hardness testers, ELTRA - a leading manufacturer of elemental analysers, CARBOLITE GERO - development and production of high temperature furnaces and dryers for laboratory, scientific and manufacturing applications, EXAKT - systems for ultra-precise cutting and abrading of the most extensive physical properties, WIESER AUTOMATION - designing, manufacturing and supplying fully automated workplaces. Metalco Testing offers complete solutions for material and specialized laboratories including 3D visualization. What you need to check the quality of the material you get from us - from one source.

Stand 6

REALISTIC a.s.

www.realistic.cz

Today the company is an important worldwide manufacturer of high-end industrial electric and gas furnaces.

The portfolio of its products are devices for the technology:

- heat treatment and chemical heat treatment of metals
- firing porcelain and ceramics
- preheating before the forging and post processing
- melting of nonferrous metals
- drying or special warmings.

Stand 7

Struers GmbH

www.struers.com

Struers je přední světový výrobce zařízení a spotřebního materiálu pro přípravu materialografických povrchů a analýzu pevných materiálů. S vlastní řadou tvrdoměrů Duramin se zaměřujeme také na měření tvrdosti. Zajišťujeme aplikační podporu a jsme akreditováni pro kalibraci tvrdoměrů. Zákazníkům poskytujeme aplikační podporu pro přípravu povrchů nejrůznějších pevných materiálů, nejčastěji pak pro přípravu kovů. Naším cílem je co nejefektivnější příprava vzorků pro analýzu struktury a testování materiálů.

Struers is the world's leading manufacturer of equipment and consumables for materialographic surface preparation of solid materials. Also thanks to Struers wide range of hardness testers and specialized equipment for picture analyses we cover wide range of our customers specific needs. Struers has affiliates in 24 countries, qualified service personnel, experienced metallographers and a worldwide network of dealers.

Stand 8

Ing. Ludmila Ludwigová

Our company was founded in 2004. The company's core business is the installation and repair of vacuum furnaces. During our existence, we have achieved thereputation of a reliable partner in the area of heattreatment with scope throughout the Czech Republic.

Stand 9

AICHELIN GmbH

www.aichelin.com

Tepelné zpracování kovových součástek a komponentů je naší znalostí a vášní. Elektricky nebo plynem topené pece, zařízení pro indukční ohřev nebo frekvenční měniče, typizovaná zařízení nebo zařízení na zakázku, máme pro Vás jakékoliv řešení. Od automobilové výroby k drobným součástkám, od žíhání ke kalení pod lisem – kombinujeme zkušenosti se specifickou odborností. Údržba, opravy, hodnocení, vylepšení pro jakéhokoliv zákazníka.

Heat treatment of metallic parts and components is our skill and passion. Electrically heated or gas-fired plants, induction heating systems or frequency converters, standard or special facilities - whatever it is, we have a solution. From the automobile to small parts production, from annealing to press hardening - we combine experience with specific expertise. Maintenance, repairs, assessments, upgrades and more for plants by any manufacturer.

Bandas Metalicas Codian S.L.

www.codinametal.com

Již více, jak jedno století je CODINA předním výrobcem pletiv pro použití v nejrůznějších průmyslových odvětvích. CODINA, situovaná v provincii Barcelona, vyrábí produkty jako jsou dopravní pásy, kovové tkané filtry nebo odlučovače par.

With over a century of history CODINA has been a leading producer of woven wire meshes for use in processes and equipment for all industries. Located in the province of Barcelona, CODINA manufactures a variety of products from metallic fabric filters, knitted mesh demisters and conveyor belts.

Stand 10

Linde Gas a.s.

www.linde-gas.cz

Linde Gas a.s. je největší výrobce a distributor technických, medicinálních a speciálních plynů v ČR. V oblasti chemicko-tepelného zpracování kovů naše společnost poskytuje kompletní soubory aplikací technických plynů, které přispívají ke zvýšení produktivity a kvality výroby. Jedná se zejména o ochranné a reakční plyny jako dodávané plyny. Nabízíme řadu metod a systému zásobování, kterými se stává hospodárnější a provozně jistější nasazení dodávaných plynů než vlastní výroba ochranných a reakčních plynů v generátoru. Zákazníkům nabízíme sofistikovaná řešení s použitím dusíku, metanolu a vodíku, CARBOFLEX® a HYDROFLEX®. S výběrem vhodného plynu a zařízení pro Vaši aplikaci Vám rádi pomohou naši aplikační inženýři.

The Linde Gas a.s. company is the biggest producer and distributor of industrial, medicinal, and specialty gases in the Czech Republic. In the area of the chemical and heat metal treatment, our company offers comprehensive solutions of industrial gas applications that contribute to the production effectiveness and quality enhancement. It mainly concerns the protective and reaction gases that we supply. We offer different methods and supply systems that secure more effective and safer application than the protective and reaction gas production in the generators. We offer our customers smart solutions by utilisation of nitrogen, methanol, and hydrogen - CARBOFLEX® and HYDROFLEX®. Our applications engineers are ready to help you by the gas and equipment selection that is the most suitable just for your specific application.

Stand 11

Univerzita Palackého v Olomouci

www.vtpup.cz

Univerzita Palackého v Olomouci je vysoká škola s dlouhou tradicí. Byla založena již v 16. století a je tak nejstarší vysokou školou na Moravě a druhou nejstarší v České republice. V současnosti představuje moderní vzdělávací instituci se širokou nabídkou studijních oborů a bohatou vědeckou činností. Na jejích osmi fakultách studuje přes 24 000 studentů, což tvoří celou pětinu obyvatel města Olomouce.

Palacký University in Olomouc is a university with a long tradition. It was founded in the 16th century and is the oldest university in Moravia and the second oldest in the Czech Republic. At present, a modern educational institution with a wide range of fields of study and extensive research activity. At its eight faculties studying over 24,000 students, which make up a fifth of the population of Olomouc.

Stand 12

AZ PROKAL s.r.o.

www.azprokal.cz

Výroba košů a přípravků pro tepelné zpracování kovů.
Široký sortiment příslušenství.

Stand 13

TAV VACUUM FURNACES SPA

TAV VACUUM FURNACES designs and manufactures advanced vacuum furnaces, with the highest quality standards and in a wide range of geometries and dimensions delivered worldwide. TAV VACUUM FURNACES range of products includes horizontal and vertical vacuum furnaces, with graphite or all metallic thermal chambers, and cooling gas pressures up to 15 bar. TAV VACUUM FURNACES customers are the leading companies in the industry of aviation/aerospace, automotive, commercial heat treatment, additive manufacturing, Gas Turbine and the most prestigious R&D laboratories.

Stand 14

ROTANEO s.r.o. + KOMPOZITUM s.r.o.

www.rotaneo.sk

Spoločnosť Rotaneo s.r.o. je výrobcom technickej keramiky a je na trhu od roku 2006 / jej predchodcom bola spolo nos Borstela s.r.o. - rok 2000 - 2006 /.

Hlavný výrobný program sa sústreďuje na výrobu:

- siliciumkarbidových tesniacich krúžkov
- siliciumkarbidových tesnení
- siliciumkarbidových axiálnych a radiálnych klzných ložísk
- siliciumkarbidových komponentov do - čerpadiel, vývev, autoklávov a miešadiel
- siliciumkarbidových horákov a trysiek pre energetický priemysel
- siliciumkarbidových triediacich a mlecích kolies
- netypizovaných súčiastok mechanických upchávok

Naša spoločnosť sa ďalej venuje predaju náhradných dielov pre výhrevné komory do vákuových pecí ako sú grafitové výhrevné elementy, keramické podložky a izolácie, molybdénové diely, CFC diely a rošty , grafitové izolácie .V spolupráci so sesterskou spoločnosťou Kompozitum vyrábame grafitové výhrevné elementy už viac ako 20 rokov.

Main production program of company Rotaneo is production of technical ceramic, especially production of siliciumcarbide products. Usage of siliciumcarbide products is mainly in sealing applications (sealing rings and bearings), high temperature applications (burners) and as wear resistant materials (nozzles for sandblasting). In our company is situated whole production procedure of siliciumcarbide material, from mixing of raw material till final inspection. We own 3 vacuum furnaces where maximum temperature reaches more than 1600 °C.

In field of vacuum furnaces we have many years of experience, which is why we o er our customers tailor made solutions in supplying of spare parts, reparations and service of vacuum furnaces. For vacuum furnaces we o er these services:

- production of graphite elements (in cooperation with our sister company Kompozitum)
- supplying graphite insulating materials and CFC elements
- supplying ceramic and molybdenum elements
- service and reparations of furnaces (in cooperation)

www.kompozitum.sk

KOMPOZITUM s.r.o. is a leading manufacturer of carbon and graphite products including their impregnations by various mediums like resins and molten metals. By manufacturing graphite parts - KOMPOZITUM focuses on all segments of heat-treatment industry.

Stand 15

LABTECH s.r.o.

www.labtech.eu

LABTECH s.r.o. je česká společnost, dlouhodobě se zabývající laboratorními rozbory a zkouškami, prodejem, servisem a aplikační podporou laboratorní instrumentace mechanických zkušebních zařízení, průmyslových testovacích zařízení, vakuové techniky a testování netěsností. Společnost rovněž vyrábí vlastní analytické přístroje, příslušenství a stanice pro testování netěsností.

LABTECH is Czech company which was established in 1991.Company is involved in laboratory analysis and testing, sales, service and application support of laboratory instrumentation, industrial testing equipment, vacuum technology and leakage testing. The company also manufactures its own analytical instruments LTX analyzer, accessories and Leak testing stations.

Stand 16

TSI System s.r.o.

www.tsisystem.cz

TSI System působí již 28 let jako obchodně technologická společnost zaměřená na široké spektrum moderních měřicích a zkušebních technologií. Společnost spolupracuje s průmyslovými podniky, s jejich výrobními a vývojovými provozy, s organizacemi pro údržbu výrobních prostředků, s výzkumnými laboratořemi a s univerzitními pracovišti.

TSI System has been operating for 28 years as a sales and technology company. The company is focused on wide range of modern measuring and testing technologies. TSI System cooperates with industrial companies, with their production and development departments and also with research laboratories and technical universities.

Stand 17

YASKAWA Czech s. r. o.

www.cz.yaskawa.eu.com

Společnost Yaskawa představuje kvalitativní špičku mezi globálními hráči na poli robotizace a automatizace. Díky neobyčejně širokému produktovému portfoliu je společnost dodavatelem samostatných robotů, i velmi složitých robotických celků. Na českém a slovenském trhu působí společnost Yaskawa jak sama, tak též s řadou kvalitních lokálních systémových integrátorů.

Yaskawa is a top-quality global leader in robotics and automation. Thanks to its extremely wide product portfolio, the company is a supplier of individual robots, as well as very complex robotic units. Yaskawa operates on the Czech and Slovak markets by itself and with a number of high-quality local system integrators too.

Stand 18

Galtex spol. s r.o.

www.galtex.sk

Spoločnosť Galtex od roku 1993 vykonáva a zabezpečuje:

- servis a opravy zariadení pre tepelné spracovanie
- rekonštrukcie, renovácie a modernizácie zariadení pre tepelné spracovanie
- opravy a výmeny výmuroviek
- sťahovanie kompletných kaliarní

Galtex spol.s.r.o. je výhradným zástupcom výrobcu horákov Noxmat pre Českú a Slovenskú Republiku.

Company Galtex since year 1993 performs and secures:

- *service and repair of the heat treatment devices*
- *reconstruction, renovation and modernization of heat treatment devices*
- *repair and replacement od furnace lining*
- *relocation of entire hardening rooms*

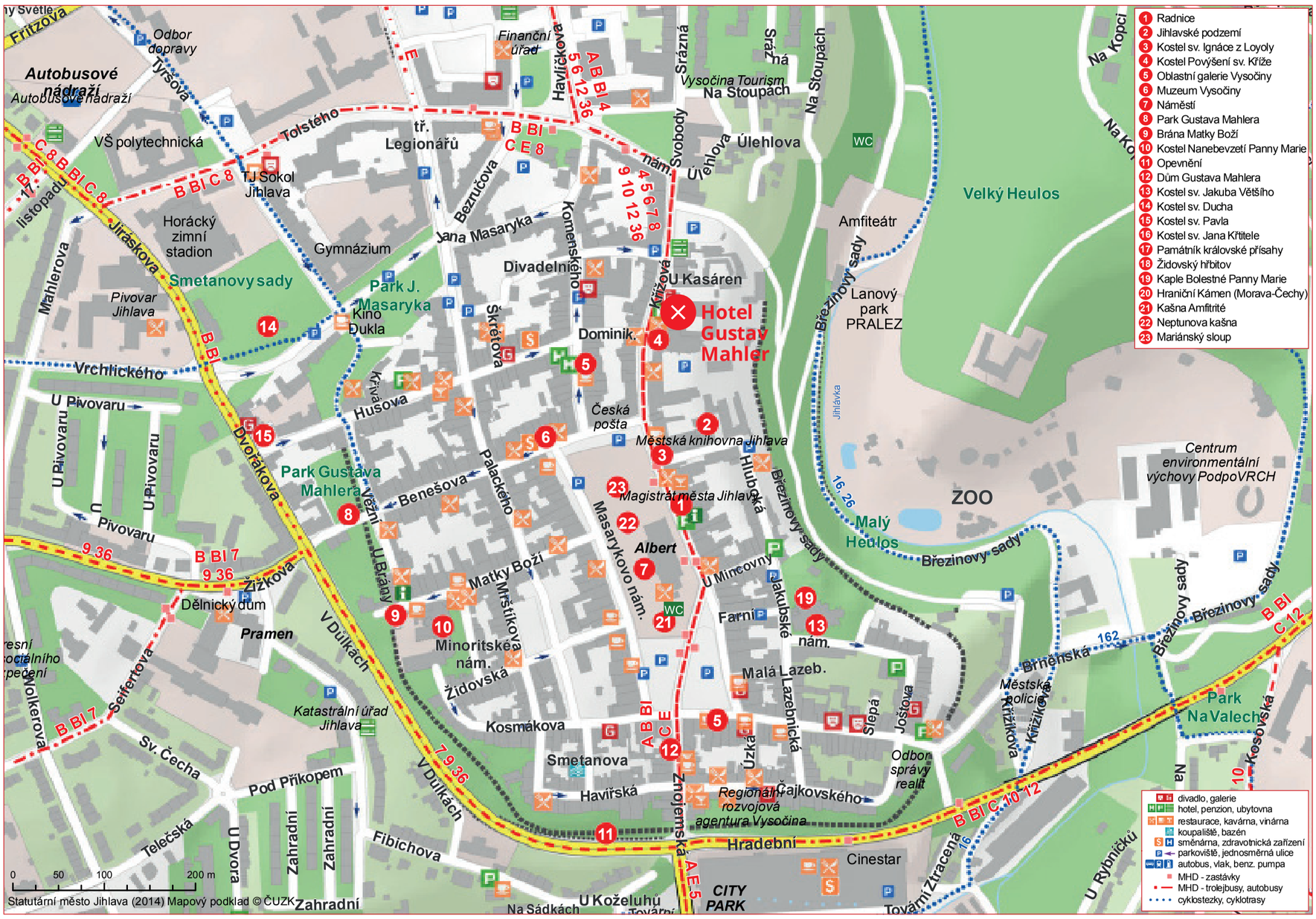
Galtex l.t.d. is an exclusive distributor of Noxmat (burners producer) for Czech and Slovak Republic

Stand 19

PhoenixTM

www.phoenixtm.com

PhoenixTM designs and manufactures temperature profiling systems for industrial heat treatment processes such as aluminium and steel heat treatment, steel slab re-heat, glass annealing, windscreen bending, ceramic firing, wet paint curing and powder coat curing. Measuring the temperature profile of products through these processes is achieved by attaching thermocouples to the product, connecting these probes to a Data Logger, and by protecting the Data Logger with a Thermal Barrier, the whole system can travel through the heat treatment process together with the product. In this way the true product temperature is monitored and stored for later analysis.


1 Radnice
2 Jihlavské podzemí
3 Kostel sv. Ignáce z Loyoly
4 Kostel Povýšení sv. Kříže
5 Oblastní galerie Vysočiny
6 Muzeum Vysočiny
7 Náměstí
8 Park Gustava Mahlera
9 Brána Matky Boží
10 Kostel Nanebevzetí Panny Marie
11 Opevnění
12 Dům Gustava Mahlera
13 Kostel sv. Jakuba Většího
14 Kostel sv. Ducha
15 Kostel sv. Pavla
16 Kostel sv. Jana Křtitele
17 Památník královské přísahy
18 Židovský hřbitov
19 Kaple Bolestné Panny Marie
20 Hraniční Kámen (Morava-Čechy)
21 Kašna Amfitrité
22 Neptunova kašna
23 Mariánský sloup
divadlo, galerie
hotel, penzion, ubytovna
restaurace, kavárna, vinárna
koupaliště, bazén
směnárna, zdravotnická zařízení
parkoviště, jednosměrná ulice
autobus, vlak, benz. pumpa
MHD - zastávky
MHD - trolejbusy, autobusy
cyklostezky, cyklotrasy
Hotel Gustav Mahler
Velký Heulos
Malý Heulos
ZOO
Park Gustava Mahlera
Smetanovy sady
Park J. Masaryka
Park Na Valech
Amfiteátr
Lanový park PRALEZ
Centrum environmentální výchovy PodpoVRCH
Autobusové nádraží
Magistrát města Jihlava
Městská knihovna Jihlava
Česká pošta
Divadelní
Dominik.
U Kasáren
Masarykovo nám.
Farní nám.
Malá Lazeb.
Hradební
Cinestar
CITY PARK
Regionální rozvojová agentura Vysočina
Městská policie
Katastrální úřad Jihlava
Dělnický dům
Pramen
Minoritská nám.
Kino Dukla
Horácký zimní stadion
Gymnázium
VŠ polytechnická
TJ Sokol Jihlava
Pivovar Jihlava
Finanční úřad
Vysočina Tourism
Odbor dopravy
Odbor správy realit
Tolstého
Jiráskova
Vrchlického
Husova
Palackého
Benešova
Masarykova
Matky Boží
Žižkova
Havlíčkova
Křížová
Hlubocká
Březinovy sady
Jihlávka
Brněnská
Křížkova
Na Stoupách
Úlehlova
Srázná
Svobody
Na Kopci
Na Sádkách
U Koželuhů
Havířská
Kosmákova
Smetanova
Sv. Čecha
Pod Příkopem
Fibichova
Zahradní
Telečská
U Dvora
Wolkerova
Seifertova
Mahlerova
Dvořákova
U Pivovaru
Pivovaru
Frišova
Tyršova
Mrštíkova
Židovská
U Mincovny
Jakubské
Lazebnická
Slepá
Joštova
Úzká
Čajkovského
Znojemská
Na Kopci
Kosovská
Na Valech
Tovární
Ztracená
U Rybníčků
Statutární město Jihlava (2014) Mapový podklad © ČÚZK
0 50 100 200 m

ASSOCIATION
FOR THE HEAT TREATMENT OF METALS, z.s.

WHO WE ARE

The Association for Heat Treatment of Metals (ATZK) is an independent professional organization originating from a voluntary union of legal entities. ATZK was established in order to bring together professional interests in the field of heat treatment of metals and in the advancement of the level of this entire branch of technology. ATZK establishes and maintains organizational and professional contacts with foreign associations, primarily the International Federation for Heat Treatment and Surface Engineering (IFHTSE) and the German company Arbeitsgemeinschaft Wärmebehandlung und Werkstofftechnik (AWT). ATZK produces a quarterly bulletin with information from the branch, which keeps its members updated on its activities and events.

Ing. Filip Vráblík
ATZK President

Ing. Alexandra Musilová
ATZK Executive Secretary

WHAT WE OFFER TO OUR MEMBERS

- An prefential participation in technical ATZK seminars
- Participation in organizing professional seminars
- Training aimed at professional development in the field of heat treatment
- An attractive participation fee for professional conferences
- Advertising opportunities in the ATZK bulletin
- Information, perspectives, and expert opinions or their inclusion in the full service provided by ATZK
- Information acquired from both foreign and domestic professional publications
- The application of knowledge and materials obtained through the international contacts of ATZK
- Information on events organized by ATZK and their foreign partners
- The opportunity to submit proposals concerning the organization of other (new) educational events of ATZK

K Vodárně 531, 257 22 Čerčany, Czech Republic, IČ: 45249903, DIČ: CZ45249903
Tel.: (+420) **317 777 772-5**, E-mail: **asociacetz@asociacetz.cz**

www.asociacetz.cz