

25.DTZ 2014

25.dny tepelného zpracování s mezinárodní účastí

25th National Conference on Heat Treatment



Sborník abstraktů Proceedings of Abstracts

25 – 27 November 2014

Jihlava, Czech Republic





Association for the Heat Treatment of Metals



25.dny tepelného zpracování s mezinárodní účastí

25th National Conference on Heat Treatment

25 – 27 November 2014

Jihlava, Czech Republic

Sponzoři / Sponsors



**Mezinárodní konference
International Conference**

**25.dny tepelného zpracování
s mezinárodní účastí**

**25th National Conference
on Heat Treatment**

Redakce neodpovídá za věcné chyby v textu
Authors are fully responsible for eventual errors in their contributions

© Asociace pro tepelné zpracování kovů
ECOSOND s.r.o.

Čerčany 2014

1 Út/Tue 10:05**RYCHLÁ A EFEKTIVNÍ OPTIMALIZACE PROCESŮ
TEPELNÉHO ZPRACOVÁNÍ POMOCÍ SOFTWARE HTO****FAST AND EFFICIENT OPTIMIZATION OF HEAT TREATMENT
PROCESSES USING HTO SIMULATION TOOL****P. Šuchmann, U. Diekmann, J. Prehm***COMTES FHT a.s., Czech Republic, pavel.suchmann@comtesfht.cz*

Heat treatment, particularly that of large tools and machine parts, always requires optimum heating and cooling rates in order to avoid cracking and distortion. On the other hand, the process should produce the desired final microstructure and properties at reasonable costs. The essential point is to minimize the temperature difference between the hottest and the coldest point in each part during the entire process. For this purpose, thermocouples can be used in many cases. Several types of large tools (typically injection molds) are even provided with holes for measuring temperature curves in the center of the tool's cross section.

However, in many tools and machine parts, temperature measurement below the surface is not possible. In such cases, heat treaters usually apply a conservative heating and cooling strategy with quite moderate temperature gradients. Another option is to use FEM simulation tools for calculating the optimum heat treatment approach. Such calculations usually involve high costs and computation times.

The FEM-based HTO (Heat Treatment Optimizer) software tool which is being developed by Metatech GmbH makes it possible to perform calculations of optimum heating and cooling rates very quickly and easily. Users are not expected to have any knowledge of FEM. The only user-defined inputs are the geometry of the part (e.g. a step file), the steel grade and the heating/cooling rate to be applied. HTO calculates the highest and lowest temperature of the part for the entire process duration within a short time (typically less than 3 minutes). The present article describes several examples of calculations made using HTO and their verification on real parts with measurement by thermocouples.

Notes:

2 Út/Tue 10:25**APLIKACE VIRTUÁLNÍCH NUMERICKÝCH SIMULACÍ
PROCESU TEPELNÉHO ZPRACOVÁNÍ JAKO PODPORA
VÝROBY****HEAT TREATMENT VIRTUAL NUMERICAL SIMULATION AS
THE TECHNICAL SUPPORT DURING MANUFACTURING****Marek Slováček**

*MECAS ESI s.r.o., VUT Brno, Technická 15, 616 69 Brno, tel: +420 511188876, Czech Republic,
marek.slovacek@mecasesi.cz*

Cílem tepelného zpracování součástí je dosáhnout požadovaných vlastností, zejména na povrchu součástí. Ovšem, proces tepelného zpracování, zejména kalení, způsobuje také nežádoucí deformace součástí a v některých případech rovněž vznikají vady. K eliminaci nežádoucích efektů (deformace, vady) a k dosažení požadovaných vlastností lze rovněž použít numerickou analýzu tepelného zpracování (program SYSWELD od společnosti ESI Group). Cílem numerické analýzy je nalézt takovou technologii tepelného zpracování, aby byly obdrženy požadované materiálové vlastnosti bez vad a nežádoucích deformací. Kompletní numerická simulace tepelného zpracování se skládá z kalení (kalící médium může být voda, olej, polymery, vzduch atd.) a žihání, resp., popouštění. Dále můžou být numericky simulovány i povrchové kalení nebo i lokální indukční ohřev. Numerické simulace tepelného zpracování se využívají jak v oblasti automobilového průmyslu (převážně tepelné zpracování ozubených kol, klikových hřídelů, kroužky atd.), tak i v těžkém průmyslu a energetice (části tlakových nádob, velké hřídele a desky atd.).

Heat treatment and especially quenching causes distortion and sometimes cracking of quenched part. To eliminate these undesired side effects the whole circle of heat treatment is simulated by FEM (SYSWELD CODE, ESI GROUP), which makes possible a complete metallurgical, thermal and thermoplastic calculation. The goal of this simulation is to bring the whole cycle of heat treatment to optimum - to reach lowest level of residual stresses and distortion possible at its end and to meet the mechanical qualities required by the customer. Heat treatment numerical simulation consists of quenching (in water, air, oil or special medium), tempering follows. There is also possible simulate by SYSWELD code the laser, electro-induction or plasma surface heat treatment. The whole calculation was held according to a pre-set thermal cycle which was at the same time being corrected according to calculated distribution of local temperatures, material structure and stress within the model in order to reach the lowest level of stress and distortion possible after heat treatment. The numerical simulations of the heat treatment process have been applied in automotive (for instance, quenching of gears, ring, wheel etc.) and heavy industry (heat treatment of ship shafts, crank shaft, big plate etc.).

Notes:

3 Út/Tue 10:45**NUMERICKÁ SIMULACE ELEKTROMAGNETICKO -
TEPLOTNÍCH SDRUŽENÝCH ÚLOH****NUMERICAL SIMULATION OF ELECTROMAGNETIC -
THERMAL COUPLED FIELDS****Antonín Podhrázký, Josef Vystrčil***Indura s.r.o., Czech Republic, podhrazky@rillfem.com*

Tento příspěvek se zabývá použitím multifyzikálního programu RillFEM ve výpočtech sružených fyzikálních polí. V této prezentaci jsou počítány různé aplikace pro demonstraci možností programu. První počítanou aplikací je výpočet elektromagneticko-teplotního problému (indukční kalení). Druhou simulovanou aplikací je řešení elektomagneticko - teplotního - tepelně elastického pole (světovým patentem chráněný upínací systém).

This paper deals with a use of a multiphysical software RillFEM in coupled physical fields. In this presentation are calculated different applications for the demonstration of possibilities of software. The first simulation is calculated as the coupled problem of electromagnetic and thermal fields (induction hardening applications). The second simulated application (schinking system - world patented application) is solved as the electromagnetic - thermodynamic - thermoelastic fields.

Notes:

4 Út/Tue 11:05**POČÍTAČOVÁ MODELACE KALENÍ OCELÍ PRO
PRŮMYSLOVÉ ÚČELY****COMPUTER MODELLING OF STEEL QUENCHING FOR
INDUSTRIAL PURPOSE****Božo Smoljan^a, Dario Iljkić^b, Ivan Katavić^c**^a*Faculty of Engineering, University of Rijeka, 51000 Rijeka, Croatia, smoljan@riteh.hr*^b*Faculty of Engineering, University of Rijeka, 51000 Rijeka, Croatia, darioi@riteh.hr*^c*Faculty of Engineering, University of Rijeka, 51000 Rijeka, Croatia, ivan.katavic@riteh.hr*

Industry needs to control and to optimize the process parameters of the steel quenching can be accomplished by considering achievement of desired mechanical properties distribution, achievement of required component shape, by prevention of cracking, minimizing of distortion and realization of desired residual stress distribution.

Thermo-metallurgical approach is applied to complete the numerical model of phenomena of steel quenching. Because of wide range of applicability and ease of use of finite volume method (FVM), this numerical method was suitable to create integrated computer program for simulation of transient temperature field, microstructure transformation and mechanical properties during quenching of steel components.

The computer model of steel quenching has been applied for simulation of quenching of steel components of complex form. By experimental verification of the computer simulation results it has been found out that phenomena of steel quenching could be successfully simulated by the proposed computer model.

Notes:

5 Út/Tue 11:25**VYUŽITÍ NUMERICKÉ SIMULACE PRO OPTIMALIZACI
TEPELNÉHO ZPRACOVÁNÍ A ZABRÁNĚNÍ DEFORMACÍM PŘI
PŘEVOZU DLOUHÝCH VÝKOVKŮ****HEAT TREATMENT OPTIMIZATION FOR PREVENTION OF
IRREVERSIBLE DEFORMATION OF LONG FORGINGS USING
NUMERICAL SIMULATION****Jaromír Horsinka¹, Michal Sušovský¹, Radek Sztefek¹, Jiří Petržela¹, Vladimír
László¹, Vu The Ha²**¹*Vitkovice Heavy Machinery a. s., Ostrava, jaromir.horsinka@vitkovice.com*²*Vysoká škola báňská – Technical University of Ostrava, Faculty of Metallurgy and Materials
Engineering, Regional Materials Science and Technology Centre*

Společnost Vítkovice Heavy Machinery je lídrem v oblasti výroby oceli, slévárenství, kování velkých výkovek a tepelného zpracování. Společnost disponuje za svou dlouholetou historii značnými zkušenostmi, přesto se řada výrobních procesů dá optimalizovat s využitím moderní techniky, v našem případě pomocí numerického modelování tepelného zpracování.

Při tepelném zpracování velmi dlouhých výkovek typu tyčí je obtížné zachovat rovinnost po celé délce. Rizikové je období náhřevu a výdrže v peci a následný převoz tyčí na místo vychlazení. Období, kdy tyč setrvává v peci lze relativně spolehlivě ovlivnit správným podložením výkovku. Problém tedy lze redukovat na období, kdy je tyč vytažena z níže pece a převážena k místu, kde chladne. U velmi dlouhých výkovek a uchycení pouze v několika místech dochází v průběhu převozu k nevratným deformacím.

Tento příspěvek si dává za cíl navrhnout takový režim TZ, aby nedošlo k stálým tvarovým změnám tyče při převozu na lanech a zároveň aby byly dosaženy požadované mechanické vlastnosti. K tomuto návrhu bude použit konečno-prvkový program Sysweld.

Klíčová slova: Sysweld, tepelné zpracování, dlouhý výkovek

The company of VÍTKOVICE Heavy Machinery a. s. (VHM) is a leader in the area of steel production, foundry, large products forging and heat treatment. The company has a long history and considerable experiences. In spite of this, many manufacturing processes can be optimized using modern techniques, in our case using the numerical modeling of heat treatment.

During very long forgings - type bar - heat treatment is difficult to maintain the flatness over the total length. Deformations can occur during heating in the furnace and transport to the cooling place. The period when the bar remains in the furnace can be relatively reliably affect by the right underlay of the forgings. So the problem can be reduced to a period when the bar is pulled out of the furnace hearth and transported to the cooling place. Very long forgings which are during the transportation gripped only in few places are prone to issue of irreversible deformation.

This paper aims to design such a system of heat treatment to prevent permanent shape changes on the bars during transport and at the same time to achieve the desired mechanical properties. To calculation the finite-element program SYSWELD will be used.

Keywords: SYSWELD, Heat - Treatment, Long Forging

Notes:

6 Út/Tue 11:45**NOVÉ TRENDY POŽADAVKŮ ZÁKAZNÍKŮ****NEW TRENDS IN CUSTOMER REQUIREMENTS****Stanislava Rašková**raskova.s@seznam.cz

Společnost potřebuje trvale prosperující organizace, které jsou schopné poskytovat pracovní příležitosti. Spokojení uživatelé zvyšují svoje požadavky a potřeby. Zvýšení vazeb v řetězci zákazníků a jejich dodavatelů lze velmi dobře získat, pokud dojde k vzájemnému porozumění všech zúčastněných stran. Cílem přednášky je seznámit účastníky s obsahem nového standardu ISO 9001:2016, který může být podporou pro dosažení trvale pozitivních výsledků jejich organizace.

Society needs permanent prosperous organizations, which are able offer job opportunities. Satisfy users advance their requirements and needs. Increasing structures of customers and their suppliers chains can be reach by reciprocal understanding of all interested. There is aim to introduce participants with content of the new standard ISO 9001:2016, that can be used as a support for achievement permanent positive results their own organization.

Notes:

7 Út/Tue 13:30

SMA

**VLIV PROCESU SFEROIDIZACE KARBIDŮ NA ODOLNOST
PROTI OPOTŘEBENÍ ZUŠLECHTĚNÉ OCELI 100CRMNSI6-4****INFLUENCE OF CARBIDE SPHEROIDISATION PROCESS ON
WEAR RESISTANCE OF HARDENED 100CRMNSI6-4 STEEL****Daniela Hauserová^a, Jaromír Dlouhý^b, Jana Nižňanská^c**^{a,b,c} *COMTES FHT a.s., Průmyslová 995, 334 41 Dobřany, Czech Republic,
daniela.hauserova@comtesfht.cz*

Tepelné zpracování ložiskových ocelí je komplexní proces, který obvykle zahrnuje žihání na měkko a zušlechtní. Žihání na měkko je prováděno z důvodu zajištění obrobiteľnosti a tvaritelnosti. Žihání na měkko, tedy sferoidizace karbidů, trvá v některých případech díky difuzi až několik desítek hodin. Nově navržený proces vyvinutý firmou COMTES FHT, tento proces sferoidizace karbidů řádově zkrátí a zajistí výhodnou výchozí strukturu pro následné zušlechtní. Zušlechtní se skládá z kalení a popouštění. Cílem je zajistit dostatečnou tvrdost a odolnost proti opotřebení finálních dílů. Výsledná struktura a vlastnosti zušlechtné oceli závisí nejen na parametrech kalení a popouštění, ale i na výchozí strukture po sferoidizaci karbidů. V článku jsou porovnávány vlastnosti a mikrostruktury zušlechtné oceli v závislosti na jemnosti sferoidizované výchozí struktury a teplotě kalení ložiskové oceli 100CrMnSi6-4. Jemnější sferoidizované karbidy zajistí při následném kalení výhodnou menší velikost austenitického zrna a jemnější martenzitickou finální strukturu. Sledován byl vývoj mikrostruktury v jednotlivých stádiích procesu, tvrdost a odolnost proti opotřebení, které bylo testováno tribometrickým měřením.

Heat treating of bearing steels is a complex procedure, typically involving soft annealing and hardening. The purpose of soft annealing is to provide machinability and formability. Soft annealing, which essentially leads to carbide spheroidisation, may take up to tens of hours, owing to its diffusion processes. The process which was newly developed by the company COMTES FHT shortens the duration of carbide spheroidisation by orders of magnitude and provides the beneficial starting microstructure for subsequent hardening. Hardening consists of quenching and tempering. Its goal is to provide adequate hardness and wear resistance of the final parts. The resulting microstructure properties of hardened steel depend not only on the quenching and tempering parameters but on the spheroidised microstructure configuration as well. The present paper explores the properties and microstructure of hardened 100CrMnSi6-4 bearing steel with regard to its microstructural fineness after spheroidisation and the quenching temperature. Finer globular carbides lead to smaller austenite grain in the quenching process and to finer martensite. The microstructure evolution was mapped at individual stages of the process and the material's hardness and wear resistance was evaluated by means of a tribometer.

Notes:

8 Út/Tue 13:50**NITROCEMENTACE NÁSTROJOVÉ OCELI X37CRM0V5-1 PRO PRÁCI ZA TEPLA V CHEMICKY AKTIVNÍM FLUIDNÍM LOŽI****NITROCABRUZING OF X37CRM0V5-1 HOT WORKING TOOL STEEL IN CHEMICALLY ACTIVE FLUIDIZED BED****Aleksander Ciski^a, Tomasz Babul^a, Konrad Lankiewicz^a, Jana Nižňanská^b, Pavel Šuchmann²**^a*Institute of Precision Mechanics, Duchnicka 3 St, 01-796 Varšava, Poland*^b*COMTES FHT a.s., Průmyslová 995, Dobřany 334 41, Czech Republic*jniznanska@comtesfht.cz

Tento článek prezentuje novou metodu nitrocementace pomocí chemicky aktivních prášků fluidizovaných pomocí vibrace. Výzkum byl proveden na vzorcích vyrobených z nástrojové oceli X37CrMoV5-1 pro práci za tepla, které byly podrobeny nitrocementování při teplotě 560 °C s prodlevou 4 a 8 hodin na této teplotě. Poté byla vyhodnocena mikrostruktura, tvrdost, odolnost proti opotřebení a vrubová houževnatost. Získané výsledky byly porovnány s konvenčním tepelným zpracováním skládajícím se z kalení a popouštění. Provedené procesy nitrocementace vedly k vytvoření vrstev s podobnými parametry jako u práškové nitrocementace v boxu či nitrocementace v plynné atmosféře.

This paper presents a new method of nitrocarburizing in chemically active powders fluidized by mechanical vibrations. The research in the field of microstructure (light microscopy), hardness, wear resistance and impact strength was carried out on specimens made of X37CrMoV5-1 alloy tool steel subjected to nitrocarburizing at a temperature 560°C with thermo-chemical treatment time 4 and 8 hours. The obtained results were related to the steel subjected to conventional heat treatment consisting of quenching and tempering. Conducted nitrocarburizing processes enabled the formation of layers with parameters similar to the layers obtained using other nitrocarburizing techniques, such as box methods in chemically active powders or in gaseous atmospheres.

Notes:

9 Út/Tue 14:10**STRUKTURNÍ CHARAKTERISTIKY CR-MO OCELÍ
MIKROLEGOVANÝCH MISCHMETALEM****STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF CR-MO STEELS
MICRO-ALLOYED WITH MISCHMETAL****Jaromír Drápala^a, Pavel Machovčák^b, Petr Jonšta^b, Vu The Ha^a, Silvie Brožová^a,
Gabriela Kostiuková^a, Michal Madaj^a**

^a*Vysoká škola báňská – Technical University of Ostrava, Faculty of Metallurgy and Materials Engineering, Regional Materials Science and Technology Centre, Av. 17. listopadu 15, 70833 Ostrava – Poruba, Czech Republic, Jaromir.Drapala@vsb.cz*

^b*Vítkovice Heavy Machinery a.s., Ruská 2887/101, 703 00 Ostrava - Vítkovice, Czech Republic, pavel.machovcak@vitkovice.cz*

V článku jsou prezentovány výsledky experimentálního studia chování mischmetalů a neželezných kovů v 42CrMo4 oceli. Vzorky byly připraveny mikrolegováním mischmetalů a čistého ceru při aplikaci plazmové metalurgie a středofrekvenčního tavení v atmosféře argonu s následným odstředivým litím. Legování ceru bylo provedeno při použití plněného profilu. Další vzorky byly odebrány ze dvou ingotů (24 tun), které byly odlity v ocelárnách VHM (doba lití trvala asi 14 minut). Tři vzorky byly připraveny pomocí kovacího stroje. U všech vzorků byly provedeny analýzy: chemické složení, makro- a mikrostruktura (světelný optický mikroskop, SEM), rtg. EDX chemická mikroanalýza, makro- a mikrotvrdost. Přídavek ceru měl za následek tvorbu inkluzí o velikostech v řádu mikrometrů, které mohou být využity pro řízení velikosti zrn ve struktuře ocelového odlitku. Většina částic se usadila ve spodní části odlitku, což ukazuje, že konvekční proudy během tuhnutí byly velmi slabé. Přídavek kovů vzácných zemin (REM) mírně snížil tvrdost oceli. Byly pozorovány segregáčnické jevy při rozdělování ceru v objemu speciálních ocelí po relativně rychlém krystalizačním procesu.

In the paper the results of the experimental study of behaviour of mischmetal and non-ferrous metals in 42CrMo4 steel will be presented. The samples were prepared with micro-alloying of mischmetal and pure cerium by application of plasma metallurgy and of medium frequency melting with centrifugal casting. Alloying with cerium was carried out with use of filled profile. The next samples were taken from two ingots which were casted in the VHM's steelworks (the standard time of casting lasted about 14 minutes). Three samples were prepared by using of the forging machine. Chemical composition, macro- and microstructure (light optical microscope, SEM), X-ray EDX chemical microanalysis, macro- and microhardness of all samples were obtained. Cerium addition resulted in the formation of micrometer size inclusions which can be utilized for controlling the grain size structure of steel castings. The majority of the particles have settled at the bottom part of the casting, indicating that the convection flow during solidification was very weak. The rare-earth metals (REM) addition slightly diminished hardness of the steel. A segregation phenomena in the distribution of cerium in the volume of special steels after relatively quick crystallization process was found.

Keywords: CrMo steel, rare-earth metals, microstructure, interaction, segregation

Notes:

10 Út/Tue 14:30

PŘÍČINA POŠKOZENÍ CEMENTOVANÉHO DISKU KOLA

CAUSE OF FAILURE OF CARBURIZED WHEEL DISC

Antonín Kříž

University of West Bohemia, Faculty of Mechanical Engineering, Univerzitní 22, Plzeň 30614, Czech Republic, kriz@kmm.zcu.cz

Článek vychází z opakovaných analýz pro průmyslového partnera zabývajícího se výrobou strojů odolávající abrazivnímu opotřebením. Pro dosažení požadované trvanlivosti stroje konstruktér zvolil větší hloubku cementace (až 4 mm). Z důvodu úspory ceny byla zvolena zahraniční kalírna, kde bylo provedeno sycení uhlíkem. Kalení bylo provedeno v kalírně v ČR. Vedle prokazatelných chyb v obou kalírnách byla rovněž chyba na straně dodavatele polotovaru. V této situaci se obtížně hledal viník, který by nesl zodpovědnost za chybné součásti, které byly právem reklamovány.

Příspěvek se tak vrací k jedné ze základních technologií chemicko-tepelného zpracování. V úvodní části je popsána problematika cementace a její úskalí v praxi. Druhá část příspěvku se věnuje konkrétnímu příkladu, který doplňuje úvodní část a zachycuje reálné zkušenosti dokumentující praxi některých kalíren. Výrobce celého soustrojí má dlouhodobou snahu celou věc řešit, bohužel má problémy sehnat v dané cenové kategorii kvalitního dodavatele a tak se ukazuje tento problém neřešitelný.

The present article is based on multiple examinations of a blasting wheel. According to specifications, the wheel is to be carburized to obtain a case depth of 4 mm. This requirement was set out by the designer in order to improve the wheel's life. On the other hand, there is an effort to keep the cost of the untreated part and the price of carburizing and quenching operations as low as possible, which in turn affects the selection of material suppliers and heat treating contractors. As a result of this cost policy, the products are carburized in one heat treating shop and then heat treated in another. If the resulting part fails to meet specifications, it is difficult to identify the culprit. Omitting the tempering operation after quenching, as expressly specified by the designer on the drawing, proved another deficiency. The quality of this product has been monitored on a long-term basis. Emphasis was laid on metallographic observation and on measuring hardness profiles. Results of these tests for the manufacturing route and the material in question are presented in the paper. The manufacturer of the entire assembly strives to tackle the problem but fails to find good contractors in the preferred price range. Consequently, no solution seems to be at hand. The objective of the paper is not only to present optical micrographs of interesting microstructures and detail scanning electron micrographs of hardening microstructures but mainly to point out the designer's mistakes and the interrelationship between inadequate input material, incorrectly chosen manufacturing route and the process non-compliance on the part of the heat treating plant.

Notes:

11 Út/Tue 14:50**VLIV PODMÍNEK AUSTENITIZACE NA STRUKTURU A VLASTNOSTI NÍZKOLEGOVANÝCH ŽÁRUPEVNÝCH OCELÍ****THE INFLUENCE OF AUSTENITISING CONDITIONS ON THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF LOW-ALLOY HEAT RESISTING STEELS****Jaroslav Purmanský***Rybí 155, 742 65 Rybí, Czech Republic, jaroslav.purmensky@seznam.cz*

Vliv teploty a doby austenitizace na pevnostní a křehkolomové vlastnosti vybraných nízkolegovaných žárupevných ocelí, stanovení optimální teploty austenitizace. Teplotní závislosti vrubové houževnatosti v různých místech ATP a ES svarových spojů velkých tloušťek, návrh vhodného tepelného zpracování pro zajištění požadovaných vlastností.

Notes:

12 Út/Tue 15:30**VAKUOVÉ TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ OCELÍ VYRÁBĚNÝCH
PRÁŠKOVOU METALURGIÍ****VACUUM HEAT TREATMENT OF POWDER METALLURGY
STEELS****Klára Tesárková, Ing. Vladimír Procházka***Bodycote HT s.r.o., Tanvaldská 345 Liberec 30, Czech Republic, Klara.Tesarkova@bodycote.com*

V souladu s rychlým rozvojem strojírenského průmyslu se neustále zvyšují požadavky na mechanické a technologické vlastnosti ocelí. Stále aktuálnější je požadavek na velmi vysokou otěruvzdornost (tvrdost) při zachování dostatečné houževnatosti. Tyto vlastnosti splňují materiály vyráběné práškovou metalurgií. Tepelné zpracování těchto materiálů sebou však přináší celou řadu úskalí. Velmi záleží na volbě optimálních kalících a popouštěcích parametrů tak, aby bylo dosaženo požadovaných vlastností. Příspěvek se zabývá porovnáním praktického tepelného zpracování vybraných ocelí ve vakuu s ochlazováním přetlakem plynu a standardně uváděných postupů v rámci materiálových listů.

Fast pace of engineering advancements results in correspondingly increasing demands on mechanical and processing properties of steels. The requirement for a very high wear resistance (hardness) while maintaining sufficient toughness is frequently growing. The powder metallurgy materials deliver such properties. However, heat treatment of these materials brings several new challenges. An optimization of hardening and tempering parameters is very important in order to achieve the desired characteristics. This lecture compares real cases of heat treatment in vacuum with high pressure gas cooling for selected steels and standard procedures shown in the material data sheets.

Notes:

13 Út/Tue 15:50**DLOUHODOBÉ ZMRAZOVÁNÍ PM LEDEBURITICKÉ OCELI
VANADIS 6 - ÚVODNÍ STUDIE****LONG-TERM SUB-ZERO TREATMENT OF P/M VANADIS 6
LEDEBURITIC TOOL STEEL – A PRELIMINARY STUDY****Peter Jurčí¹, Martin Kusý¹, Jana Ptačinová¹, Vladimír Kuracina¹, Petra Salabová²**¹*Faculty of Material Sciences and Technology in Trnava, Paulínská 16, 917 24 Trnava, Slovakia,
p.jurci@seznam.cz (corresponding author)*²*Prikner - tepelné zpracování kovů, Martínkovice 279, 550 01, Czech Republic*

V příspěvku je prezentovaná analýza mikrostruktury, fázového složení a popouštěcích křivek Cr-V ledeburitické oceli Vanadis 6 po zmrazování v tekutém dusíku po různě dlouhou dobu zmrazování. Mikrostruktury byly charakterizovány pomocí světelné mikroskopie, řádkovací elektronové mikroskopie a rentgenové difrakce. Tvrdost byla hodnocena pomocí metod podle Vickerse. Matrice materiálu je martenzitická s určitým podílem zbytkového austenitu. Nicméně, obsah zbytkového austenitu klesá až do doby zmrazování 17 h a poté zůstává v podstatě konstantní. Ve srovnání s nezmrázanou ocelí, mikrostruktura zmrazované oceli obsahuje zvýšený podíl malých globulárních karbidů. Tyto částice mají velikost kolem 100 nm ve většině případů. Tvrdost po zmrazování je oproti konvenčně kalenému stavu mírně vyšší. Během následujícího popouštění tvrdost klesá, přičemž pokles tvrdosti je výraznější u zmrazovaných vzorků.

The microstructure, the phase constitution and the tempering charts of Cr-V ledeburitic steel Vanadis 6 subjected to sub-zero treatment with various soaking times in liquid nitrogen have been investigated. The microstructures have been characterized using the light microscopy, scanning electron microscopy and X-ray diffraction. The hardness has been evaluated by Vickers method. The matrix is martensitic with certain amount of retained austenite, irrespective to the time of sub-zero treatment. The amount of retained austenite, however, decreases up to the soaking time of 17 h and then remains almost constant. The microstructure of sub-zero treated steel contains enhanced portion of small globular carbides, as compared to conventionally heat treated material. These particles have a size of around 100 nm in most cases. The as-quenched hardness manifests a moderate increase due to the sub-zero treatment. The hardness decreases during subsequent tempering and this decrease is more pronounced in sub-zero treated samples.

Keywords: Cr-V ledeburitic steel, sub-zero treatment, microstructure, retained austenite and martensite, carbides, hardness

Notes:

14 Út/Tue 16:10

MĚŘENÍ HLOUBKY TEPELNĚ ZPRACOVÁNÉ VRSTVY

MEASURING THE DEPTH OF HTE HEAT-TREATED LAYERS

Petr Čvanda

TSI System s.r.o., Czech Republic

Notes:

15 Út/Tue 16:30**VLASTNOSTI A STRUKTURA OXIDICKÝCH VRSTEV NA
TENKÉM POVLAKU ZE SLITIN TITANU****PROPERTIES AND STRUCTURE OF OXIDE LAYERS ON THIN
LAYER OF TITANIUM ALLOY****Jan Krčil, Jana Sobotová***ČVUT Praha, Czech Republic, jan.krcil@gmail.com*

Tato práce se zabývá problematikou tvorby a charakterizace tenké oxidické vrstvy na povrchu povlaku ze slitiny titanu a niobu. Oxidická vrstva na povrchu titanu a titanových slitin je nositelkou výrazné korozní odolnosti a také biokompatibility pro případy užití v lékařství. Ačkoliv vrstva vzniká samovolně, z důvodu praktického využití je nutno proces tvorby urychlit. V této práci byla oxidická vrstva vytvářena na PVD povlaku ze slitiny Ti39Nb, který byl nanesen na tři druhy základního materiálu: CP Ti grade 2, korozivzdornou ocel 316LVM a titanovou slitinu Ti-6Al-4V ELI. Příprava oxidické vrstvy byla realizována procesem termické oxidace a to při teplotě 600 °C a po tři různé časy oxidace: 1 hodinu, 4 hodiny a 8 hodin. Následně byl zkoumán vliv oxidačních podmínek a základního materiálu na charakteristiky vytvořené vrstvy. Pozorována byla změna zbarvení a drsnosti povrchu vzorků, mikroskopicky byl hodnocen povrch vytvořené vrstvy a byla měřena její tloušťka.

This present work discusses issues of growth and characterization of thin oxide layer formed on the surface of titanium-niobium alloy. Oxide layer on the surface of titanium alloys is bearer of strong corrosion resistance and also of bio-compatibility, for the use in medical appliances. Although this oxide layer is the result of spontaneous process of passivation, for the practical usage there is need to support the growth of oxides. In this work the oxide layer was formed on the PVD coating from Ti39Nb alloy which was sputtered on three different base materials: CP Ti grade 2, stainless steel 316LVM and titanium alloy Ti-6Al-4V ELI. Creation of the oxide layer was realized by the process of thermal oxidation at temperature of 600 °C and for three different oxidation periods: 1 hour, 4 hours and 8 hours. After the oxidation process the influence of oxidation characteristics and base materials on the thickness and properties of oxide layer was studied. There was observed change of color and change of roughness on the surface, microscopically there was studied surface of the oxide layer and the thickness of oxide layers was measured.

Notes:

16 St/Wed 9:00

KALENÍ V SOLNÝCH SMĚSÍCH PROVÁDĚNÉ V AUTOMATICKÝCH MODULÁRNÍCH LINKÁCH PRO TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ: OMEZENÍ, TECHNICKÁ ŘEŠENÍ A PRAKTICKÉ PŘÍKLADY

QUENCHING IN SALT MIXTURES APPLIED ON AUTOMATIC MODULAR HEAT TREATMENT LINES: CONSTRAINTS, TECHNICAL SOLUTIONS AND PRACTICAL EXAMPLES

D.Zimmermann*CODERE SA, Switzerland, d.zimmermann@codere.ch*

Proces kalení v solných směsích prováděný v moderních automatických linkách tepelného zpracování představuje řadu výhod s ohledem na chemické složení lázně a umožňuje značnou tepelnou výměnu s možností užití širokého rozsahu kalících teplot.

Jeho použití umožňuje nejen provedení klasického martenzitického kalení konstrukčních a nástrojových ocelí provázené zlepšením mechanických vlastností a minimálními deformacemi, ale představuje stále exkluzivnější průmyslové řešení izotermického kalení s tvrdými požadavky na homogenitu a tepelnou výměnu v kalicím médiu, např. ložiskové oceli a komponentů z tvárné litiny.

Díky modulárnímu zařízení, kde je fyzicky oddělena vysokoteplotní pec a kalicí lázeň, CODERE nabízí možnost austenitizace v ochranné (endo) atmosféře, transfer a přímé kalení vsázky bez snížení teploty vsázky a jejího kontaktu se vzduchem při současném dodržení všech norem v oblasti životního prostředí.

Naše linky pro tepelné zpracování splňují všechna omezení potřebná pro tyto aplikace: práce v čistých a bezpečných podmínkách: austenitizace (cementace) bez znečištění soli; různé možnosti dimenzování a konstrukce solných lázní; sůl je ze vsázky odstraněna během pracovního procesu a recyklována v regenerátoru soli.

Tato prezentace vám ukáže praktická použití procesu u vsázek od několika kilogramů do 10 tun hmotnosti s porovnáním mechanických vlastností a deformací při kalení do oleje, dále pak potenciál rozvoje a vývoj naší technologie tohoto procesu.

The quenching process in salt mixtures applied on modern and automatic heat treatment lines leads to many advantages due to its chemical composition and high calorific exchanges with the possibility to be used on a large range of quenching temperatures.

Its applying field allows classical martensitic quenching processes on structural and tool steels with improvement of the mechanical properties and minimizing of distortions of parts, but constitute more and more the exclusive industrial solution for austempering treatments that asks about drastic requirements of homogeneity and cooling exchanges on quenching medium: example for bearing steels and ADI components....

Due to its modular installations with physical separation between high temperature furnace and quenching tank, CODERE propose the possibility to austenize under protective (endo) gas, transfer and direct quenching of the load without temperature losses and contact of air while respecting all environmental norms.

Our treatment lines follow all the constraints required for these applications: working in clean and safe conditions: austenizing (or carburizing) without pollution of salt; dimensioning and design of quenching tank with various possibilities; salt is eliminated during washing process and recycled after salt recovering device.

This presentation will show practical applications with loads from any kilogram's to 10 tons weight with final results on mechanical properties and distortions' comparisons with oil, as well as the potential of development and evolution of our technology associated on this quenching process.

17 St/Wed 9:20**PROCESNÍ TECHNOLOGIE A DESING ZAŘÍZENÍ PRO
BAINITICKÉ KALENÍ****PROCESS TECHNOLOGY AND PLANT DESIGN FOR BAINITE
HARDENING****Herwig Altena***Aichelin Holding GmbH, A-2340 Mödling, Austria; herwig.altena@aichelin.com*

Bainite hardening or austempering is a commonly used process especially in the bearing industry. In the last years an increased interest in austempering processes for different applications can be found.

The first part of the presentation deals with the metallurgical requirements, the process technologies and the materials which can be used for an austempering process. Furthermore the advantages, but also the restrictions of the process are pointed out. Depending on the requirements, batch type furnaces or continuous plants can be used. The furnace design with regard to salt bath quenching and the most important factors influencing the parts' quality are explained.

In the second part three practical applications of bainite hardening, the processes and the required furnace technologies are shown with regard to the specific heat treatment demands of the austempering products.

Notes:

18 St/Wed 9:40**ÚVOD DO KALENÍ VE VAKUU, APLIKACE A VLASTNOSTI****INTRODUCTION TO VACUUM OIL QUENCHING, FIELDS OF APPLICATIONS AND PROPERTIES****Lebigot Philippe***B.M.I. Fours Industriels, France, Philippe.LEBIGOT@tenova.com*

Owing to the wide variety of steel grades available on the market and to the influence of the nature of the quenching media over the final properties of the treated parts, BMI has not only specialized in vacuum gas quenching but also in vacuum oil quenching. Thanks to its 40 years expertise, BMI is offering not less than 4 ranges of vacuum oil quenching furnaces to best match the most stringent market requirements. Through this presentation, BMI will tend to highlight the fields of applications, the cooling mechanism and cooling adjustment, the benefits of vacuum oil quenching and introduce its 4 dedicated lines of furnaces.

Notes:

19 St/Wed 10:00**MODULÁRNÍ A FLEXIBILNÍ ZAŘÍZENÍ PRO VAKUOVÉ
TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ****MODULAR AND FLEXIBLE INSTALLATIONS FOR VACUUM
HEAT TREATMENT : THE ICBP® RANGE IS EXTENDING****Pierre Bertoni***ECM Technologies, France, p.bertoni@ecmtech.fr*

Since 1991, the ICBP® installations have been in use worldwide in the heat treatment area for several applications such as, for example, Low Pressure Carburizing, Carbonitriding, Brazing, or Sintering. ECM Technologies' long experience in vacuum carburizing is one of the key of the leading position held today by ECM Technologies.

The most well-known installation is the ICBP® Flex type, a modular installation fitted with a closed transfer chamber, heating and quenching cells. It offers a wide flexibility, high productivity and enables investment optimization with a very easy extension of the installation.

Some emerging trends can be observed in the heat treatment field according to customers' needs depending on production volumes or quality issues.

Based on its long experience, ECM Technologies has designed innovative and modular solutions to answer these trends. For example, the ICBP®Nano installation has been designed for small batch processing with a high focus on quality, and the ICBP®Jumbo to fulfill very high capacity production. In both cases, high uptime, reliability and easy maintenance were key points carefully looked at during the development.

The purpose of this presentation is to go through the applications and the solutions brought by the ICBP® technology.

Notes:

20 St/Wed 10:40

KALENÍ SPECIALIZOVANÝCH SOUČÁSTÍ POHONNÝCH ÚSTROJÍ

HARDENING OF DEDICATED DRIVELINE COMPONENTS

Wilfried Goy*EMA-Indutec GmbH, Germany, wilfried.goy@ema-indutec.de*

Prezentace představuje novou generaci strojů pro tepelné zpracování dílů hnacího ústrojí automobilů a nákladních vozů, jako například homokinetických kloubů, kuličkových pouzder, poloos, atd.

Zdrojem energie pro tyto stroje jsou plně digitálně řízené středofrekvenční generátory s jedním usměrňovacím můstkem, jedním stejnosměrným proudovým okruhem a až s osmi samostatně pracujícími výstupy. Frekvence každého výstupu může být nastavena podle požadované aplikace (střední nebo vysoká frekvence).

Z důvodu rostoucího zájmu z řad automobilových výrobců, je design těchto strojů a induktorů navržen tak, aby mohli umožnit práci pod ochrannou atmosférou. Dvě možnosti mohou být nabídnuty:

- Úplně zakrytý stroj s uzavíratelným dopravním systémem pro dílce a nebo
- Systém pracující s malými pouzdry, které kryjí pouze pracovní / ohříváný prostor kvůli minimalizaci spotřeby plynu

Kalení: Pro tyto dílce je kalená hloubka 2-6 mm. Výkon obvykle potřebný je 100 – 500 kW s frekvencí 10 – 20 kHz, maximálně 200 kHz.

The presentation introduces a new generation of machines for DRIVELINE components of cars and trucks, like ball hubs, cv-joints, drive shafts, etc.

The energy sources of these machines are fully digital controlled MF-power supplies with one rectifier bridge, one DC-circuit and up to eight individually working outputs. Frequency of each output can be adapted to suit connected application (medium and/or high frequency).

Because of increasing interest by car manufactures the design of machine and inductor working heads allow working under protection atmosphere to prevent scale. Two solutions can be offered:

- Totally closed machine with lock transfer systems for work pieces and
- narrow housings which cover working/heating area only to minimize gas consumption.

Hardening: For this parts the hardening depth is 2-6 mm. Usually the power needed is between 100-500 kW with a frequency of 10-20 kHz, maximum 200 kHz. Typical hardness patterns are shown.

Notes:

21 St/Wed 11:00**NÍZKOTLAKÁ CEMENTACE SLITINY PYROWEAR 53****LOW PRESSURE CARBURIZING OF PYROWEAR ALLOY 53****Marcin Przygónski***SECO/WARWICK Europe Sp. z o.o., m.przygonski@secowarwick.com.pl*

Pyrowear Alloy 53 is an excellent material for the construction of power transmission components (gears, shafts etc.) working in difficult conditions. They are mainly used in the aerospace industry. These elements are characterized by high surface hardness and abrasion resistance, while maintaining a flexible core, able to transmit high impact loads. They can work at elevated temperatures and with limited lubrication. The foundation for heat treatment of these elements is case hardening, based on the surface carburizing. The article shows low pressure carburizing (LPC) technology used for Pyrowear Alloy 53. It discusses the methods of forming various carbon concentration profiles in the layer and its effect on the hardness profile. It also considers the impact of sub-zero treatment and tempering processes on the properties of the case. The low pressure carburizing simulator dedicated for Pyrowear Alloy 53 will be presented. It provides, with high accuracy, a result of the process in form of the carbon concentration profile in the layer, or inversely, determines the process parameters, ensuring the required profile.

Notes:

22 St/Wed 11:20**SMA**

NOVÉ POJETÍ NITROCEMENTACE PŘES NÁVRH AŽ DO PRŮMYSLOVÉHO PROVOZU

NEW CONCEPT CARBONITRIDING FROM CONCEPT TO INDUSTRIALISATION

Jens Baumann*, Karl Micheal Winter*, Alexandre Fleurentin**

() Process Electronic GmbH (**) Métallo Corner*

More and more studies around the world (Japan, Germany, France, ...) demonstrate that the deep carbonitriding process with high nitrogen content improve the contact fatigue life time.

This carbonitriding « new concept », characterized by:

- Surface nitrogen content >0.6%,
- Case depth >0.6mm,
- A retained austenite and martensite enriched in nitrogen, is one interesting technical solution to answer at the problematic of the downsizing and the increasing of the applied strength and the temperature of the tribological system.

Several high carbonitriding solutions are available into the heat treatment market, nevertheless it is important to adapt the traditional carbonitriding furnace in order to measure and control the carbon potential and the nitrogen potential independently. These evolutions could assure the quality of this new heat treatment in order to be in phase with the CQi9, RQP1 and NADCAP standards.

This paper will present a new system able to measure and control both, the carbon potential and the nitrogen potential independently, based on the activities of nitrogen and carbon in iron and the effect of alloying elements.

After the description of this « new concept » carbonitriding and these mechanical advantages, this paper will present a new system able to measure and control both, the carbon potential and the nitrogen potential independently. This relation system could be associated at a supervision which simulates the carbon and nitrogen profiles depending on the heat treatment parameters selected.

Notes:

23 St/Wed 11:40**MODERNÍ DESIGN TOPNÉ KOMORY A PROUDĚNÍ
CHLADÍČÍHO PLYNU VE VAKUOVÝCH PECÍCH PRO VYUŽITÍ
V AUTOMOBILOVÉM PRŮMYSLU****ADVANCED HOT-ZONE AND COOLING GAS STREAM DESIGN
IN VACUUM FURNACES FOR AUTOMOTIVE APPLICATIONS****Dappa Andreas***SCHMETZ GmbH, Germany, andreas.dappa@tenova.com*

Heat treatment processes of various components and loads have most different requirements regarding uniform cooling as well as for high quenching speeds. The single chamber vacuum furnace with rectangular hot zone design and large scale gas through-streaming is still and again for many standard loads and also special applications recommendable. Round hot zone design with nozzle cooling system *RD PLUS* can offer advantages with higher cooling capacity for hardening processes of large size components.

Notes:

24 St/Wed 13:30**Commercial Lecture**

PŘÍPRAVKY A ROŠTY Z GRAFITOVÉHO KOMPOZITU PRO VAKUOVÉ KALENÍ

GRAPHITE-COMPOSITE FIXTURES AND GRIDS FOR VACUUM HEAT TREATMENT

Páter Marcel

Schunk Praha s.r.o., Hřbitovní 37, 312 00 Plzeň, Czech Republic
marcel.pater@schunk-group.com

Využití kompozitů na bázi grafitu vyztuženého uhlíkovým vláknem (CFC) se v posledních letech rozšířilo i do technologií vakuového kalení. Rošty se vyrábějí z CFC desek řezáním vodním paprskem. Díky tomu dochází k přerušení vláken a výraznému oslabení pevnosti v ohybu a následnému snížení nosnosti roštu. CFC rošty jsou obvykle vyráběny jako jednoúčelové, což je značná technologická i ekonomická nevýhoda. Společnost Schunk vyvinula a patentovala univerzální modulární systém z grafitového kompozitu, který umožňuje změny designu a opakované sestavování přípravku dle potřeby. Rošty jsou navíc vyrobeny speciální technologií, díky které není snížena nosnost vrstvy. V prezentaci bude představen nový systém Schunk UniGrid, jeho využití a porovnání s konvenčními přípravky z CFC.

Composites from carbon fiber reinforced carbon (CFC) expanded to vacuum heat treatment technologies in the past years. Grids are usually produced from CFC plates by water-jet cutting. As a consequence of fibers interruption flexural strength is significantly decreased and loading capacity of the grid decreases as well. Standard CFC fixtures are usually produced as single-purpose, what is technological and economical disadvantage. Schunk developed and patented universal modular system from graphite composite, which can be re-designed and re-assembled according to process needs. Furthermore, grids are produced by special technology, which does not affect strength and load capacity. New fixturing system Schunk UniGrid will be presented and compared to standard CFC fixtures.

Notes:

25 St/Wed 13:50**NOVÉ FUNKCE PRO KONTROLU NITRIDAČNÍHO
POTENCIÁLU****NEW FUNCTIONS FOR NITRIDING POTENTIAL CONTROL****Theisen F.***Stange Elektronik GmbH, Germany, FTheisen@stange-elektronik.de*

With the dynamic gas amount control our mission is to increase the adjustment range before soaking phase clearly and to decrease the NH₃ consumption at controlled nitriding.

The reaction of the ammonia molecules is determined significantly by the temperature at the active surfaces (retort wall and batch). With heating up phase the activity of the ammonia at the retort wall is very high based on the temperature difference between batch and heating. After equalization between heating and retort the activity moves to the batch.

With the creation of nitrides on the batch surface the reaction of NH₃ decreases. Based on the diffusion law Kn will increase and in result the H₂ content in the furnace atmosphere will decrease. If this effects the nitrogen could be decreased. So the ratio of ammonia is getting larger and the flow speed will be lower.

This dynamic nitriding potential control with new functions shall be discussed by our presentation.

Notes:

26 St/Wed 14:10**Invited Lecture****ZPRACOVÁNÍ POVRCHU ELEKTRONOVÝM PAPSREM –
VÝSLEDKY, PRŮMYSLOVÉ APLIKACE A VÝHLED DO
BUDOUCNA****ELECTRON BEAM SURFACE TREATMENT - CURRENT
RESULTS, INDUSTRIAL APPLICATIONS, AND PROSPECTS****Rolf Zenker^{1,2)}, Anja Buchwalder²**¹⁾ *Zenker Consult*, ²⁾ *TU Bergakademie Freiberg, Institute of Materials Engineering, Germany*,
contact@zenker-consult.de

Electron beam is utilized for the surface treatment of a range of different materials (steels, cast irons, and Al, Mg, Ti, Ni, alloys). This thermal high-energy beam technology is used for hardening, remelting, alloying, dispersing, and cladding. A further innovative field is the combination of these treatments with other surface technologies (e.g. nitriding or hard coating).

Rapid progress in these technical areas continually opens up new fields of industrial application. To date, however, the potential of such surface treatment technologies has not been exhausted.

This paper deals with the characteristics of high-energy beam surface technologies. With the focus on electron beam technologies, current scientific results as well as industrial applications will be discussed. The technical and technological prospects and limitations will also be demonstrated.

Notes:

27 St/Wed 14:50**MOŽNOSTI VYUŽITÍ TECHNOLOGIE ELEKTRONOVÉHO
PAPRSKU PRO ZPRACOVÁNÍ VYBRANÝCH MATERIÁLŮ****ELECTRON BEAM TECHNOLOGY POSSIBILITIES FOR
SELECTED MATERIALS PROCESSING****Indřej Vyklický, Miloslav Kouřil, Ivo Dlouhý, Petr Havlík, Jan Kouřil***UMVI FS VUT Brno, Technická 2869/2, 616 69 Brno, Czech Republic, vyklicky@fme.vutbr.cz*

Technologie elektronového svazku je progresivní metoda zpracování kovových i nekovových materiálů, které obvykle nelze jednoduše provést běžnými postupy. Jedná se o speciální svary, spoje obtížně svařitelných a reaktivních materiálů, tvorba nebo úprava povrchových vrstev, povrchové kalení a další. V roce 2013 byla na UMVI a NETME FSI VUT uvedena do provozu laboratoř technologie elektronového svazku. Je vybavena technologií německé firmy Pro-beam s průmyslovou komorou K 26. Její rozměry umožňují realizovat procesy na rozměrných dílech. Maximální výkon elektronového svazku – 15 kW, zjišťuje podmínky pro technologické aplikace v široké škále výkonů, rychlostí a trajektorií. V článku je představena technologie, její výkonové a technické parametry a možnosti aplikací s konkrétními příklady.

Electron beam technology is an advanced method for processing of metallic and non-metallic materials, which usually cannot be easily done by conventional techniques. These are special welds, connections of the difficult weld able materials and reactive ones, creation or modification of the surface layers, surface hardening and more. In 2013 on IMSE and NETME FME has been launched the laboratory electron beam technology. It is equipped with the technology of the German company Pro-beam with the industry chamber K26. Its dimensions make it possible to implement processes for large parts. Maximum power electron beam - 15 kW, determines the conditions for technological applications in a wide range of power, speed and trajectory. The article introduced the technology, its performance and technical parameters and applications with specific examples.

Notes:

28 St/Wed 15:30**MIKROLEGOVÁNÍ POVRCHU LASEROVÝM PAPERSEM****MICRO-ALLOYED SURFACE BY LASER BEAM****Stanislav Němeček***MATEX PM, Czech Republic, nemecek@matexpm.com*

Příspěvek popisuje výsledky ovlivnění povrchu laserovým paprskem za současné modifikace chemického složení. Povrch vzorku je nataven a chemické složení modifikováno pomocí přivedeného prášku. Metoda je vhodná pro lokální zpracování nízkolegovaných nízkouhlíkových ocelí s dobrou svařitelností.

The paper describes the results affecting the surface laser beam by modification of the chemical composition. The surface of the sample is melted, and the chemical composition is modified by using the applied powder. The method is suitable for local processing of low-carbon low-alloy steel with good weldability.

Notes:

29 St/Wed 15:50

ANALÝZA STRUKTURY A TVRDOSTI MEZI STOPAMI KALENÝMI ELEKTRONOVÝM SVAZKEM

ANALYSIS OF STRUCTURE AND HARDNESS BETWEEN ELECTRON BEAM HARDENED AREAS

Jiří Matlák*VUT Brno, Czech Republic, matlacek@seznam.cz*

Přímá aplikace energie s pomocí elektronového svazku patří k moderním a efektivním způsobům povrchového ohřevu. Díky fokusaci vysokoenergetického zdroje do malého bodu vzniká vysoká plošná energetická hustota, kterou lze využít například pro svařování, obrábění, gravírování, povrchové tepelné a chemicko-tepelné zpracování, aj. Z hlediska začlenění do současné strojírenské praxe se jedná o technologii, která umožňuje velmi přesnou lokalizaci a kvantifikaci přísunu energie na určené místo a dovoluje tak zpracování určité přesně ohraničené plochy či tvarového detailu s minimálním přebytkem energie.

Zařízení lze provozovat v několika režimech v závislosti na druhu lokalizace ohřevu. V první řadě se jedná o jednorázový plošný ohřev, kdy se nepohybuje součást (flash heating, flash hardening, flash welding). Velikost plochy ohříváné současně (kvazi-spojité) je dána výkonem zařízení, schopností rychlého scanování svazku a možnostmi programování výkonu svazku tak, aby vytvořené teplotní pole bylo co nejvíce homogenní. Dále se jedná o postupný proces, kdy elektronový paprsek ohřívá vymezenou oblast a součást se pohybuje vzhledem k exponované oblasti, popř. na statické součásti se ohříváné pole pohybuje vychylováním svazku. Tímto přístupem je nejvyšší dosažitelná plošná hustota energie. Zakalená dráha je buď jedna, nebo jsou dráhy kladeny vedle sebe, popř. s určitým přesahem, díky čemuž je možné zpracovat i poměrně velké plochy. Tyto postupy však vyžadují analýzu struktury a vlastností přechodových oblastí mezi sousedními stopami.

Tento příspěvek se zabývá nalezením maximální hloubky stopy při postupném kalení s použitím zařízení o výkonu 15 kW a urychlovacím napětím 150 kV a popisem přechodových zón mezi jednotlivými povrchově zakalenými stopami. Současně jsou stanoveny optimální parametry procesu.

Straight energy application by electron beam belongs to the modern and efficient tools for surface heating. Thanks to focusing of high energy source to tiny spot arises high planar energy density, which is possible to use for welding, machining, engraving, surface heat and chemical-heat treatment, etc. From the point of view of nowadays machinery praxis this is a technique which allows extremely precise localization and dosage of applied energy to the specified part of surface. Then the exactly bordered area or the profiled detail can be treated with minimum energy surplus and thus minimal heat affected zone, distortions etc.

The device can work in several modes according to type of heating localization. First possibility is one-time planar heating, when the part doesn't move (flash heating, flash hardening, flash welding). Size of concurrently (quasi-continuous) heated area is given by power of device, speed of beam scanning and possibility of modulating beam power, when created heated area should be maximal homogenous. Other possibility is gradual process, when electron beam heats defined area and the part is moving, eventually on the stable part is heated field moving thanks to beam deflection. This mode provides highest surface energy density. Hardened line could be only one or more lines are putted next to each other eventually with small overlap thanks to is possible to treat large areas. But these processes require structure analysis and properties of transitional areal between lines.

This contribution deals with finding maximal depth of hardened area by gradual hardening using device with 15 kW power and accelerating voltage 150 kV and describing transitional planar between individual surface hardened lines. Moreover are determined optimal parameters of hardening process.

Notes:

30 St/Wed 16:10

VLIV PROUDĚNÍ KALICÍHO OLEJE NA OCHLAZOVACÍ ÚČINEK

INFLUENCE OF QUENCHING OIL FLOW ON IT'S COOLING CURVE

Juda Čížkovský*ECOSOND s.r.o., Czech Republic, cizkovsky@ecosond.cz*

Proudění je významným parametrem ochlazovacího účinku kalicího média. Tento příspěvek popisuje vliv teploty a rychlosti proudění vysokovýkonného kalicího oleje. Zatímco teplota kapalného kalicího média je obvykle dobře známá, rychlosti proudění se v jednotlivých bodech pracovního prostoru mohou lišit i o několik řádů. Dále jsou uvedeny výsledky měření proudění u dvou olejových lázní.

The flux is an important factor of the cooling curve of the quenching medium. This paper describes the effect of the temperature and the flux speed in a case of high-performance quenching oil. Whereas the temperature of liquid quenching medium is usually well known, the flux speed can differ by several orders of magnitude in different parts of the working place. There are also quoted results of measuring the flux speed of two oil quenching baths.

Notes:

31 St/Wed 16:30**Commercial Lecture**

TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ HLINÍKOVÝCH SOUČÁSTÍ

HEAT TREATMENT OF ALUMINIUM PARTS

Radan Potácel*LAC, s.r.o., Czech Republic, potacel@lac.cz*

Tepelné zpracování hliníkových odlitků či výkovků je stále aktuálnějším a častěji diskutovaným tématem. Druh tepelného zpracování se v praxi volí dle typu materiálu a požadovaných vlastností finálního výrobku. Tento příspěvek shrnuje druhy tepelného zpracování hliníkových materiálů a také představuje automatickou linku pro tepelné zpracování těchto materiálů.

Heat treatment of aluminium castings or forgings is still an actual and frequently discussed topic. The type of heat treatment is chosen according to the type of material and desired properties of the final product. This paper summarizes the types of heat treatment of aluminium material and also features an automatic line for processing of these materials.

Notes:

32 Čt/Thu 9:00**VYUŽITÍ REAKTIVNÍ SINTRACE PŘI VÝROBĚ TECHNICKY
VÝZNAMNÝCH INTERMETALIK****APPLICATION OF REACTIVE SINTERING IN PRODUCTION OF
TECHNICALLY IMPORTANT INTERMETALLICS****Pavel Novák, Jan Kříž, Alena Michalcová, Ivo Marek, Filip Průša***Institute of Chemical Technology, Prague, Department of Metals and Corrosion Engineering,
Technická 5, 166 28 Prague 6, Czech Republic, panovak@vscht.cz*

Intermetalické sloučeniny nabízejí mnoho zajímavých vlastností, jako jsou například výborná odolnost vůči oxidaci za vysokých teplot a tečení, speciální magnetické vlastnosti, tvarová paměť nebo schopnost reverzibilního uchování vodíku. Z těchto důvodů se jedná o velmi perspektivní materiály pro mnoho moderních aplikací v energetice, automobilovém a leteckém průmyslu, ale také v medicíně. Jejich masovějšímu využití v současnosti v mnoha případech brání křehkost při pokojové teplotě a především pak problémy s jejich výrobou. V této práci jsou prezentovány možnosti využití práškové metalurgie využívající reaktivní sinteraci pro výrobu intermetalik pro lékařství (slitiny Ni-Ti) a pro vysokoteplotní aplikace (aluminidy, silicidy). Je diskutován vliv parametrů procesu na probíhající reakce a na výsledné vlastnosti připravených materiálů.

Intermetallics offer many interesting properties, such as excellent resistance against high-temperature oxidation and creep, special magnetic properties, shape memory or the ability of reversible hydrogen storage. For these reasons, intermetallics are considered as very promising materials for many modern applications in power generation, automotive or aerospace industry and also in the medicine. The factors limiting their wider use are low room-temperature toughness and problems with their production. In this work, the possibilities of the use of powder metallurgy using reactive sintering for the production of intermetallics for medicine (Ni-Ti alloys) and for high-temperature applications (aluminides, silicides). The effect of process parameters on the proceeding reactions and properties of obtained materials is discussed.

Notes:

TEPELNÁ STABILITA SLITIN NA BÁZI AL-FE VYROBENÝCH Z RECYKLOVANÝCH SUROVIN

THERMAL STABILITY OF AL-FE BASED ALLOYS PRODUCED FROM SECONDARY MATERIALS

Jan Kříž, Pavel Novák, Alena Michalcová

Ústav kovových materiálů a korozního inženýrství, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha, Czech Republic

Slitiny hliníku se vyznačují mnoha příznivými vlastnostmi, jako je nízká hustota, dobrá měrná pevnost nebo elektrická a tepelná vodivost. Problémem běžných slitin hliníku je však jejich nízká tepelná stabilita. Podle předchozích publikovaných prací zvyšují tepelnou stabilitu některé přechodné kovy, jako např. železo, chrom nebo nikl. Právě tyto kovy se mnohdy nacházejí v hliníkovém odpadu jako nežádoucí kontaminace. V této práci byly testovány slitiny vyrobené z hliníku a litiny nebo korozivzdorné oceli, simulující hliníkový odpad s vysokým obsahem železa. Materiály byly zpracovány metodou práškové metalurgie rychle ztuhlých částic. Výsledky ukázaly, že se tyto slitiny vyznačují vynikající tepelnou stabilitou.

Aluminium alloys have many desirable properties, such as low density, good specific strength or electric and thermal conductivity. However, the problem of common aluminium alloys is their poor thermal stability. According to previously published works, thermal stability can be increased by adding some transition metals, such as iron, chromium or nickel. These metals can be often found as undesirable contaminants in aluminium scrap. In this work, the alloys prepared from aluminium and cast iron or stainless steel, simulating high-iron aluminium scrap. Materials were processed by powder metallurgy of rapidly solidified particles. Results showed, that these alloy exhibit excellent thermal stability.

Notes:

34 Čt/Thu 9:40**Invited Lecture****VÝZNAM TEPELNÉHO ZPRACOVÁNÍ SLITIN NEŽELEZNÝCH KOVŮ PRO TECHNICKOU PRAXI****THE IMPORTANCE OF HEAT TREATMENT OF NONFERROUS METALS FOR TECHNICAL PRACTICE****Pavel Novák***VŠCHT FCHT, Czech Republic, Paja.Novak@vscht.cz*

Příspěvek popisuje vývoj a současné postupy tepelného zpracování slitin neželezných kovů. Je prezentován přínos jednotlivých procesů ke zlepšení vlastností vybraných materiálů a úloha těchto procesů v průmyslu.

This paper describes the development and current procedures of heat treatment of nonferrous metals alloys. The contribution of individual processes to the improvement of properties of selected materials is presented as well as the role of these processes in the industry.

Notes:

35 Čt/Thu 10:10

SPÁJKOVANIE HLINÍKOVÝCH POLOTOVAROV TEPELNÝM SPRACOVANÍM

BRAZING OPERATION FOR ALUMINIUM SEMI-PRODUCTS BY HEAT TREATMENT

Ján Bezecný, Andrej Dubec, Mariana Janeková*University of Alexander Dubček in Trenčín, Faculty of Industrial Technologies, Department of Materials Engineering, I. Krasku 491/30, 020 01 Púchov, Slovakia*jan.bezecny@fpt.tnuni.sk

V rámci modernizácie výrobných technológií je snaha znížiť ich ekonomickú náročnosť vrátane manuálnej práce. Jednou z operácií vyžadajúcich si zručnosť a skúsenosti pracovníkov je operácia spájkovania. Príspevok sa zaoberá modernou technológiou tvrdého spájkovania polotovarov z hliníkových zliatin len ohrevom v elektrických peciach. Pôsobením tepla sa dá dosiahnuť dokonalý spoj polotovarov z materiálov A 3004 a AA 4045. Na materiáli AA 4045 je nanosená vrstvička tzv. Cladu, ktorý sa pri predpísanej teplote v peci roztaví, ale základný materiál nie. Po ochladení Clad vytvorí dokonale metalurgické spojenie medzi spájanými plochami. Výsledná mikroštruktúra zodpovedá silumínovej zliatine. Prechod medzi vzniknutou silumínovou zliatinou a Al - matricami súčiastky je súvislý, bez chýb vo forme nespojitostí, resp. pórov, čo bolo preukázané hodnotením mikroštruktúry. Touto technológiou sa vyrábajú chladiče batérií elektromotorov hybridných automobilov. Tesnosť spájkovaného spoja sa kontroluje tlakovým a héliovým testom. Analyzovaný chladič týmto testom vyhovel.

KLúčové slová: chladič, hliníkové zliatiny, silumín, tvrdé spájkovanie.

Nowadays, there is an effort to increase economic effectiveness, including manual work, from the aspect of the modernization of production technologies. The brazing operation is one of the operations requiring skill and experience and therefore, the paper deals with modern brazing technology of aluminum alloy semi-products which are heated only in electric furnaces. Application of heat can lead to the formation of the perfect join of semi-products based on such materials as A 3004 and AA 4045. A thin layer called CLAD is deposited on the AA 4045 material, while the mentioned thin layer is molten at the prescribed temperature in the furnace but the most important fact is that there is not occurrence of melting in relation to the base material. After cooling, CLAD creates a perfect metallurgical join between the joined surfaces. The resulting microstructure corresponds to silumin alloy. The transition between silumin alloy and aluminium matrixes of the component is continuous and without any defects in the form of discontinuities or pores and this fact was confirmed by the evaluation of the microstructure. This technology is used in the production of battery coolers in electric hybrid cars. Tightness of brazed join is controlled by pressure and helium tests. Analysed cooler was suitable from the aspect of the performed testing procedures.

Key words: cooler, aluminum alloys, silumin, brazing.

Notes:

PŘÍPRAVA INTERMETALICKÝCH FÁZÍ FE-AL MECHANICKÝM LEGOVÁNÍM

PREPARATION OF FE-AL INTERMETALLIC PHASES BY MECHANICAL ALLOYING

Milan Valalik¹, Pavel Novák¹, Tomáš František Kubatík², Dalibor Vojtěch¹

¹*Department of Metals and Corrosion Engineering, Institute of Chemical Technology Prague, Technická 5, 166 28, Praha 6, Czech Republic, valalikm@gmail.com*

²*Institute of Plasma Physics AS CR, v.v.i. Za Slovankou 1782/3 182 00 Prague 8*

Intermetalické fáze Fe-Al se jeví jako vhodný materiál pro průmyslové využití za vysokých teplot. Vzhledem ke svým specifickým vlastnostem, jako jsou vysoké teploty tání, nízká houževnatost za pokojových teplot a špatné slévárenské vlastnosti, je vyžadováno zkoumání různých možností jejich výroby. Perspektivní alternativou řešení problémů při výrobě takových fází je technologie práškové metalurgie. V poslední době byla zkoumána možnost přípravy těchto materiálů z prášků železa a hliníku technologií reaktivní sintrace. Další možností se jeví metoda mechanického legování a následná kompaktizace metodou SPS (Spark Plasma Sintering).

Cílem této práce byl popis mechanismu vzniku intermetalických fází Fe-Al v průběhu mechanického legování a optimalizace parametrů tohoto procesu. Byl porovnán mechanismus vzniku intermetalik Fe-Al při mechanickém legování s průběhem reaktivní sintrace v tomto systému.

Fe-Al intermetallic phases appear to be a suitable material for industrial use at high temperatures. Due to their characteristic properties, such as high melting point, low toughness at room temperatures and inconvenient casting properties, is required exploring another possibilities for their production. Promising alternative in the production of these phases is the technology of powder metallurgy. Recently, the possibility of preparation of these materials from powder iron and aluminium by reactive sintering technology was studied. Another way of preparation seems to be the method of mechanical alloying and subsequent compaction by SPS (Spark Plasma Sintering).

The aim of this study was to describe the mechanism of intermetallic Fe-Al during mechanical alloying and optimization of the process parameters. The mechanism of the formation of Fe-Al phases during mechanical alloying was compared with reactive sintering in this system.

Notes:

PŘÍPRAVA INTERMETALICKÝCH FÁZÍ V SYSTÉMECH FE-AL-SI A TI-AL-SI MECHANICKÝM LEGOVÁNÍM

PREPARATION OF INTERMETALLIC PHASES IN FE-AL-SI AND TI-AL-SI SYSTEMS BY MECHANICAL ALLOYING

Jiří Vystrčil, Pavel Novák, Alena Michalcová

Ústav kovových materiálů a korozního inženýrství, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Technická 5, 166 28 Praha 6, Czech Republic, panovak@vscht.cz

Slitiny na bázi intermetalických fází jsou v současné době považovány za velmi perspektivní materiály pro nejnáročnější technologické aplikace v širokém spektru průmyslových odvětví. Největší nevýhodou intermetalik brání jejich širšímu průmyslovému využití je jejich nízká houževnatost při pokojové teplotě. Možnost přípravy intermetalických fází s ultrajemnozrnou strukturou by mohla být jednou z cest jak zvýšit jejich plasticitu a eliminovat náchylnost k nízkoteplotní křehkosti. Příspěvek popisuje možnosti přípravy ultrajemnozrných slitin na bázi intermetalických fází práškovou metalurgií s využitím mechanického legování a následnou kompaktizací pomocí metody „Spark Plasma Sintering“ (SPS). V práci byl studován vliv jednotlivých složek slitinových systémů na průběh mechanického legování a na výsledné vlastnosti slitin. Na kompaktních slitinách byly stanoveny základní mechanické vlastnosti za laboratorní i zvýšené teploty, dále pak odolnost proti vysokoteplotní oxidaci a tepelná stabilita.

Alloys based on the intermetallic phases are presently considered to be very promising materials for demanding technological applications in a wide range of industries. The biggest disadvantage of intermetallics is their low toughness at room temperature. One of the way how to increase their plasticity and eliminate susceptibility to low temperature brittleness is preparing intermetallic phases with ultrafine grain structure. The paper describes the preparation of ultra-fine grained alloys based on intermetallic phases by mechanical alloying and subsequent compaction by the "Spark Plasma Sintering" (SPS). Influence of the individual alloy components on the preparation and mechanical properties of intermetallics alloys were studied. The basic mechanical properties at room and elevated temperatures, resistance to high temperature oxidation and thermal stability of alloys were measured.

Notes:

38 Čt/Thu 11:30**TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ HLINÍKOVÝCH BRONZŮ****HEAT TREATMENT OF ALUMINUM BRONZES****Jiří Hájek^a, Antonín Kříž^b, Václav Hrdlička^c***ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň, Czech Republic,*
hajek@kmm.zcu.cz*ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň, Czech Republic,*
kriz@kmm.zcu.cz*ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI, Univerzitní 22, 306 14 Plzeň, Czech Republic,*
hrdlicka@kmm.zcu.cz

Hliníkové bronzы jsou využitelné v mnoha strojírenských aplikacích díky svým vynikajícím vlastnostem, kterými jsou především vysoká odolnost proti korozi, dobrá pevnost, dobrá mez únavy a mez tečení zatepla. Mechanické vlastnosti těchto slitin lze však dále zlepšovat, a to především tepelným zpracováním. Druh tepelného zpracování se volí podle požadovaných vlastností daného výrobku a jeho použití v provozu.

Tento příspěvek se snaží o souhrnný obraz o mikrostrukturních změnách, ke kterým u hliníkových bronzů během tepelného zpracování dochází. Dalším cílem příspěvku je ověření schopnosti martenzitické transformace u příslušného typu hliníkových bronzů. Jako metody hodnocení tepelného zpracování byly s ohledem na dostupnost metod zvoleny měření tvrdosti a následné pozorování struktur pomocí světelného mikroskopu a řádkovacího elektronového mikroskopu. Vyhodnocení mikrostruktury bylo podpořeno měřeními mikrotvrdosti a také chemický rozbor za použití EDX analýzy.

Notes:

Notes:

Notes: