

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
METALURŠKI FAKULTET
Sisak, Hrvatska



UNIVERSITY OF ZAGREB
FACULTY OF METALLURGY
Sisak, Croatia

UNIVERZA V LJUBLJANI
NARAVOSLOVNOTEHNIŠKA FAKULTETA
Ljubljana, Slovenija



UNIVERSITY OF LJUBLJANA
FACULTY OF NATURAL SCIENCES AND
ENGINEERING
Ljubljana, Slovenia

8. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR

8th SCIENTIFIC-EXPERT SEMINAR

Inovacije u službi konkurentnosti

Innovations as a measure of competitiveness

KNJIGA SAŽETAKA

BOOK OF ABSTRACTS



<http://company.jetsgroup.com/no/Technology.aspx>

priložen CD-ROM s prezentacijama / CD-ROM with presentations included

Sisak

6. studeni 2015. / November 6th, 2015

ORGANIZATORI

Sveučilište u Zagrebu
Metalurški fakultet
Sisak, Hrvatska

Univerza v Ljubljani
Naravoslovnotehniška fakulteta
Ljubljana, Slovenija

KNJIGA SAŽETAKA

8. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR
Inovacije u službi konkurentnosti

UREDNIK

Zdenka Zovko Brodarac

TEHNIČKI UREDNICI

Zdenka Zovko Brodarac, Lana Vanić

IZDAVAČ

Sveučilište u Zagrebu
Metalurški fakultet
Aleja narodnih heroja 3
44103 Sisak
Hrvatska

TISAK

Sveučilište Sjever
104. brigade 3
42000 Varaždin
Hrvatska

BROJ PRIMJERAKA

100 KOPIJA

ORGANIZERS

University of Zagreb
Faculty of Metallurgy
Sisak, Croatia

University of Ljubljana
Faculty of Natural Sciences and Engineering
Ljubljana, Slovenia

BOOK OF ABSTRACTS

8th SCIENTIFIC-EXPERT SEMINAR
Innovations as a measure of competitiveness

EDITOR

Zdenka Zovko Brodarac

TECHNICAL EDITORS

Zdenka Zovko Brodarac, Lana Vanić

PUBLISHER

University of Zagreb
Faculty of Metallurgy
Aleja narodnih heroja 3
44103 Sisak
Croatia

PRINT

University North
104. brigade 3
42000 Varaždin
Croatia

ISSUE

100 copies

CIP kataloški zapis za ovu knjgu dostupan je u Nacionalnog i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu pod brojem
A CIP catalogue record for this book is available from the National and University Library in Zagreb under

Inovacije u službi konkurentnosti

Innovations as a measure of competitiveness

PREDGOVOR

Inovacija je primjena nove i poboljšane ideje, postupka, dobra, usluge, procesa koja donosi nove koristi ili kvalitetu u primjeni. U širem smislu riječi, inovacija je svaki zahvat kojim se smanjuju ulazni troškovi, a povećava produktivnost, poboljšava kvaliteta proizvoda ili usluga, povećava sigurnost, smanjuje otpad, odnosno svaka mjera koja vodi ka porastu konkurentnosti.

Znanstvene organizacije u Hrvatskoj posjeduju dobar znanstvenoistraživački potencijal i predstavljaju čvrstu osnovu za razvoj konkurentnog gospodarstva utemeljenog na inovacijama. Hrvatska srednja i velika poduzeća ulažu više od 90 % svih privatnih investicija u istraživanje i razvoj, od čega velika poduzeća ulažu najveći udio (više od 60 %), za razliku od mikro i malih poduzeća (nešto manje od 8 %). Zbog nedovoljne javne potpore znanstvenoistraživačkim aktivnostima i relativno niskog interesa poduzeća, ulaganja u razvoj istraživanja i inovacija proteklih godina stagniraju. Aktivnosti istraživanja i razvoja, uz ostale aktivnosti povezane s uvođenjem inovacija u poduzeća, neophodne su da bi hrvatsko gospodarstvo postalo konkurentnije putem rasta produktivnosti poduzeća, pristupanja novim tržištima s većom dodanom vrijednošću i naposljetku dovođenjem do održivog zapošljavanja u kontekstu oštrog globalnog natjecanja.

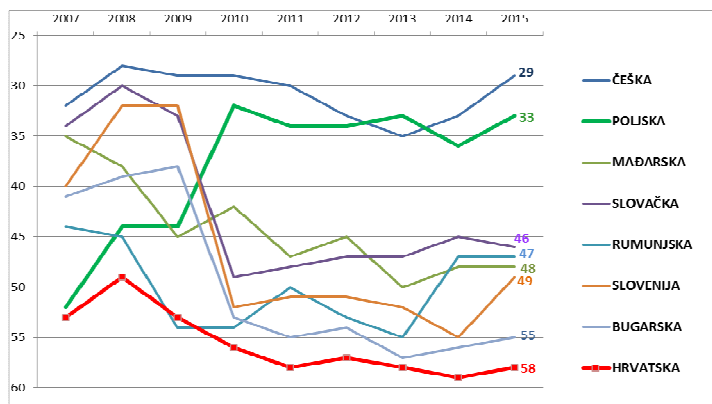
Institut za razvoj poslovnog upravljanja (IMD) iz Lausanne objavio je godišnjak svjetske konkurentnosti 2015. prema kojem je Hrvatska zauzela 58. mjesto od ukupno 61. vodeće svjetske ekonomije što je poboljšanje za jedno mjesto na ljestvici, u odnosu na 2014. godinu. Metodologija IMD-a temelji se na analizi 4 faktora konkurentnosti, i to su: gospodarski rezultati, učinkovitost javnog sektora, učinkovitost poslovnog sektora i infrastruktura, te 5 indeksa za svako područje.

PREFACE

Innovation is the application of new and improved ideas, procedures, goods, services, processes, which brings new benefits or the quality of the application. In a broader sense, innovation is any intervention that reduces input and increases productivity, improves quality of product or service, increase safety; reduce waste, and any measure that leads to an increase in competitiveness.

Scientific organizations in Croatia possess good scientific and research potential and represent a solid basis for the development of a competitive economy based on innovation. Croatian medium and large enterprises invest more than 90% of all private investment in research and development, of which large companies investing the largest share (over 60%), as opposed to micro and small enterprises (just under 8%). Due to the lack of public support for scientific and research activities and relatively low interest of companies, investments in the development of research and innovation in recent years has stagnated. Research and development activities, among other activities associated with the introduction of innovation in enterprises, are essential to the Croatian economy in order to become more competitive through companies productivity growth, access to new markets with higher value added, and finally bringing to sustainable employment in the context of a sharp global competition.

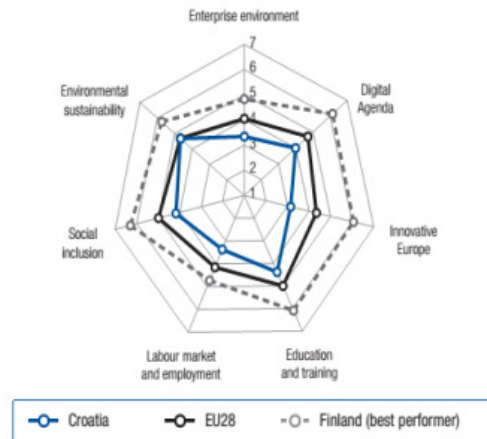
Institute for the development of business management (IMD) in Lausanne announced the World Competitiveness Yearbook 2015 "in which Croatia is ranked 58th out of 61 of the world's leading economy, which is an improvement of one place in the rankings when compared to 2014. IMD methodology is based on an analysis of four factors of competitiveness, and these are: economic performance, public sector efficiency, effectiveness of the business sector and infrastructure, and 5 index for each area.



Prema „Europa 2020 – Izvješće o konkurentnosti“ iz 2014. godine koje objavljuje Svjetski gospodarski forum Hrvatska se nalazi na nezavidnom 24 mjestu. Izvješće mjeri učinak politika za pametnu, uključujuću i ekološki održivu Europu, koristeći pristup ocjenjivanja naprednih zemalja svijeta kao i pojedinačne članice EU i zemlje kandidate. Slijedi detaljna ocjena Republike Hrvatske prema područjima djelatnosti.

	Rank (out of 28)	Score (1-7)
Europe 2020 Index (2014 edition)	24	3.9
Europe 2020 Index (2012 edition).....	n/a	4.0
Smart growth	24	3.7
Enterprise environment.....	27	3.3
Digital Agenda.....	22	4.0
Innovative Europe.....	26	3.2
Education and training.....	25	4.4
Inclusive growth	25	3.8
Labour market and employment.....	27	3.4
Social inclusion.....	23	4.2
Sustainable growth	15	4.7
Environmental sustainability.....	15	4.7

According to the "Europe 2020 - Competitiveness Report" from 2014 published by the World Economic Forum, Croatia is at a precarious 24 place. The report measures the impact of policies for smart, including environmentally sustainable Europe, using the approach of evaluation of advanced countries in the world as well as the individual EU member states and candidate countries. A detailed assessment of the Croatian by sector is followed.



World Economic Forum Edition 2014, 2014

[http://www3.weforum.org/docs/WEF_Europe2020_CompetitivenessReport_2014.pdf]

Svrha održavanja 8. Seminara u organizaciji Metalurškog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Naravoslovnotehničke fakultete Univerze v Ljubljani je potaknuti osnaživanje poveznica između znanstvenoistraživačkog i poslovnog sektora s područja metaloprerađivačke industrije, s naglaskom na ljevarstvo. Slijedom navedenog, Seminar je osmišljen kao predstavljanje trenutnih „state of the art“ istraživanja u suradnji s industrijom, te investicije u industrijska postrojenja s ciljem poboljšanja konkurentnosti. Uspješne investicije trebale bi biti temeljene na prednostima i potencijalima svake regije, te ostvarive sinergijom javne politike, znanstvenoistraživačkih kapaciteta i poslovnog sektora. Ovakvi događaji predstavljaju **POZIVNICU** na zajednički transformativni proces koji uključuje viziju budućeg razvoja, identificiranje konkurentne prednosti, postavljanje strateških prioriteta i korištenje pametnih politika i akcija.

U nadi da ćemo zajednički pokrenuti nove procese, organizatori zahvaljuju sudionicima, sponzorima i svima onima koji su na bilo koji način doprinijeli uspješnom održavanju ovog Seminara.

The objective of the 8th Seminar organized by the Faculty of Metallurgy, University of Zagreb and Faculty of Natural Sciences and Engineering, University of Ljubljana is to encourage the strengthening of connections between the scientific and business sectors in the field of metal-engineering industry, with the emphasis on founding. Consequently, the seminar was designed as presentations of the current "state of the art" research in collaboration with industry, and investment in industrial facilities with the aim to improve the competitiveness. Successful investment should be based on the benefits and potential of each region, and achievable synergy of the public policy, scientific research capacity of the business sector activities. Such events represent an **INVITATION** to a common transformative process that involves a vision of the future development, identification of competitive advantage, setting strategic priorities and the use of smart policies and actions.

With the hope that together we will start a new process; the organizers would like to thank all the participants, sponsors and all those who had in any way contributed to the success of this Seminar.

POKROVITELJI

Sveučilište u Zagreb
Sveučilište Sjever
Hrvatska gospodarska komora
Županijska komora Sisak
Sisačko-moslavačka županija
Grad Sisak

SPONZORI

ANALYSIS d.o.o. Beograd, Srbija
EDC d.o.o. Zagreb, Croatia
**+HAGI+ Ingenieurbüro für Giesserei und
Industriebedarf**, Pyhra, Austrija
IDEF d.o.o. Zagreb, Hrvatska
LabEKO d.o.o. Zagreb, Hrvatska
MIKROLUX d.o.o. Zaprešić, Hrvatska
SHIMADZU d.o.o. ZAGREB Zagreb, Hrvatska

ORGANIZACIJSKI I PROGRAMSKI ODBOR

Zoran Glavaš, Sveučilište u Zagrebu Metalurški
fakultet, Sisak, Hrvatska
Gordana Gojsević Marić, Elkem AS Podružnica u Sisku,
Sisak, Hrvatska
Brankica Grd, Hrvatska gospodarska komora
Županijska komora Sisak, Sisak, Hrvatska
Ladislav Lazić, Sveučilište u Zagrebu Metalurški
fakultet, Sisak, Hrvatska, dekan
Jožef Medved, Univerza v Ljubljani
Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija
Boris Mesarić, Hrvatska gospodarska komora
Županijska komora Sisak, Sisak, Hrvatska
Primož Mrvar, Univerza v Ljubljani
Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija
Zdenka Zovko Brodarac, Sveučilište u Zagrebu
Metalurški fakultet, Sisak, Hrvatska, predsjednica

PATRONAGE

University of Zagreb
University North
Chamber of Commerce of Republic of Croatia
County Chamber Sisak
Sisak – Moslavina County
City of Sisak

SPONSORS

ANALYSIS d.o.o. Belgrade, Serbia
EDC d.o.o. Zagreb, Croatia
**+HAGI+ Ingenieurbüro für Giesserei und
Industriebedarf**, Pyhra, Austria
IDEF d.o.o. Zagreb, Croatia
LabEKO d.o.o. Zagreb, Croatia
MIKROLUX d.o.o. Zaprešić, Croatia
SHIMADZU d.o.o. ZAGREB Zagreb, Croatia

ORGANIZING AND PROGRAMME COMMITTEE

Zoran Glavaš, Faculty of Metallurgy University of
Zagreb, Sisak, Croatia
Gordana Gojsević Marić, Elkem AS Branch Office in
Sisak, Sisak, Croatia
Brankica Grd, Chamber of Commerce of Republic of
Croatia County Chamber Sisak, Croatia
Ladislav Lazić, Faculty of Metallurgy University of
Zagreb, Sisak, Croatia, dean
Jožef Medved, Faculty of Natural Sciences and
Engineering University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia
Boris Mesarić, Chamber of Commerce of Republic of
Croatia County Chamber Sisak, Croatia
Primož Mrvar, Faculty of Natural Sciences and
Engineering University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia
Zdenka Zovko Brodarac, Faculty of Metallurgy
University of Zagreb, Sisak, Croatia, President



8. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR
Inovacije u službi konkurentnosti
8th SCIENTIFIC-EXPERT SEMINAR
Innovations as a measure of competitiveness



SADRŽAJ/CONTENTS:

Boštjan Markoli

Zamjena aluminijskih legura iz familije 5XXX novim aluminijskim legurama ojačanim kvazikristalnim (nano)česticama

Replacement of aluminium alloys from 5XXX series by new aluminium alloys reinforced with quasicrystalline (nano)particles

1

Vladimír Krutiš

Virtualno proizvodno inženjerstvo – put ka inovacijama

Virtual Product Engineering – the way for innovations

2

Primož Mrvar, Sebastjan Kastelic, Almir Mahmutović, Mitja Petrič

Potpuno upravljanje visokotlačnim lijevanjem primjenom novih alata

Complete managing of high pressure die casting using modern tools

3

Maja Vončina, Robert Tisu, Jožef Medved

Oksidacijska otpornost Ti-legura s različitim dodatcima legirajućih elemenata

Oxidation resistance of Ti – alloys with various additions of alloying elements

4

Sebastjan Kastelic, Almir Mahmutović, Mitja Petrič, Primož Mrvar

Razvoj odljevaka primjenom numeričke simulacije

Casting development using numerical simulation

5

Gordana Gojsević Marić, Marina Špirelja, Črtomir Mikyška, Branka Gošnjak

Optimizacija proizvodnje nodularnog lijeva

Optimization of production of ductile cast iron

6

Tomislav Lesičar, Zdenko Tonković, Jurica Sorić

Računalno multidimenzijско modeliranje heterogenih materijala

Computational multiscale modelling of heterogeneous materials

7

Branislav Branković, Dalibor Petrović

Konkurentnost kroz investicije

Competitiveness through investments

9

Edvard Nemie, Milan Bakić

Proizvodnja “čistog” čelika

Production of clean steel

10



8. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR
Inovacije u službi konkurentnosti
8th SCIENTIFIC-EXPERT SEMINAR
Innovations as a measure of competitiveness



Replacement of aluminium alloys from 5XXX series by new aluminium alloys reinforced with quasicrystalline (nano)particles

Zamjena aluminijevskih legura iz familije 5XXX novim aluminijevskim legurama ojačanim kvazikristalnim (nano)česticama

Boštjan Markoli

Univerza v Ljubljani
Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana, Slovenija

University of Ljubljana
Faculty of Natural Sciences and Engineering, Ljubljana,
Slovenia

Sažetak

U skladu s ciljevima EU uklanjanje ili značajno smanjenje potrebe za ključnim sirovinama, projekt CastQC je usmjeren na razvoj nekoliko novih Al-legura i Al-kompozita ojačanih kvazikristalnim česticama s ciljem poboljšavanja svojstva u usporedbi s serijom legura 5xxx s visokim sadržajem Mg. Više od jedne trećine svjetske proizvodnje čistog Mg, pretežito se pronalazi i iskopava u Kini (> 85%) i koristi se za modifikaciju Al-legura. Izvoz je ograničen kao rezultat rastuće domaće proizvodnje Al-legura u Kini, što dovodi do povećanja cijene Mg za proizvođače u Europi. Na temelju laboratorijskih rezultata, poznato je da je Al-legure ojačane s kvazikristalnim česticama pokazuju visoku čvrstoću (znatno više od 500 MPa) usporedivu s onom Al-legura visoke čvrstoće. Poznato je da kvazikristali imaju izvrsnu otpornost na koroziju i niske energije prijanjanja prema različitim tekućinama. Takav korozijski otporan materijal ugrađen u Al-legure visoke čvrstoće može se koristiti kao zamjensko rješenje za neke od Al-Mg legura serije 5xxx s visokim sadržajem Mg. Za proizvodnju novih materijala CastQC primjenjuje postojeće tehnologije u kombinaciji s novim teorijama i velikim brojem računalnih probira, što će rezultirati proizvodnjom kompozitnih „listova“ debljine 5 mm, širine najmanje 150 mm i duljine iznad 1000 mm. CastQC bi pritom značajno smanjio europsku ovisnost o uvozu Mg kombinirajući najbolje znanje na istraživačkim institucijama u Europi u metalurgiji skrućivanja i obrade Al-legure na bazi kvazikristala s ključnim EU industrijama za proizvodnju Al-proizvoda. Konzorcij će imati globalni doseg s partnerima u Europi, SAD-u i Japanu, te će dokazati visok potencijal za uspješan razvoj jeftinih, recikliranih i ekološki prihvatljivih metalnih osnova Al-legura.

Ključne riječi: Al – legure, zamjena, kvazikristali, magnezij, odljevci

Abstract

In accordance with EU objectives to remove, or greatly reduce, the need for critical raw materials, CastQC will concentrate on the development of several novel Al-based alloys and Al-matrix composites reinforced with quasicrystalline particles that will have improved properties in comparison with 5xxx series alloys with high Mg content. More than one third of the world production of pure Mg, which is predominantly mined in China (>85 %), is used for modification of Al-alloys. Exports are being restricted as a result of an expanding domestic market of production of Al-alloys in China, thereby multiplying the costs of Mg for manufacturers in Europe. Based on laboratory results obtained by the leader of the consortium, it is known that Al-matrix alloys reinforced with quasicrystalline particles exhibit high strength (significantly over 500 MPa) comparable with that of Al-high strength alloys. Quasicrystals are known to have excellent corrosion resistance and low adhesion energy towards different fluids. Such corrosion resistant materials embedded in an Al-matrix with high strength can be utilised as replacement solutions for some Al-Mg 5xxx series alloys with high Mg content. For production of novel materials CastQC will use existing technology combined with ground-breaking theory and large-scale computational screening resulting in production of composite-like sheets with thickness of 5 mm, a width of at least 150 mm, and a length beyond 1000 mm. CastQC will significantly reduce Europe's dependence on imports of Mg by combining the best expertise at research institutions in Europe in metallurgy and solidification processing of Al-based alloys and quasicrystals with key production EU industries of Al-based cast products. The consortium will have global reach with partners in Europe, the USA, and Japan, and will prove the high potential for the successful development of cheap, recyclable, and environmentally friendly Al-matrix alloys.

Key words: Al-alloys, replacement, quasicrystals, magnesium, casting



Virtualno proizvodno inženjerstvo – put ka inovacijama

Virtual Product Engineering – the way for innovations

Vladimír Krutiš

MECAS ESI s.r.o., Brno, Češka

MECAS ESI s.r.o., Brno, Czech Republic

Sažetak

Bilo da razvijaju personalizirani mobitel, klimatizirano sjedalo, vozila pogonjena vodikom, gradsku vjetrenjaču ili modularna dječjim kolicima, kupci iz različitih industrija suočavaju se s jedinstvenim izazovom: veći zahtjevi za personalizacijom i inovativni proizvodi. Ovi iznimni zahtjevi poziv su za inovacije, ali one koje neće ugroziti ekonomske i ekološke pritiske kojima su proizvođači podvrgnuti zbog: rastuće cijene goriva, strože propise za smanjenje emisija stakleničkih plinova, ograničenje buke, sigurnosni propisima, i još mnogo toga. Zatim, kako plasirati istinski inovativne proizvode na tržište, bez povećanja troškova i odgađanje proizvodnje? Kako pouzdano implementirati nove materijale i nove procese? Kako će novi materijali, poput kompozita, utjecati na performanse i cjelovitost proizvoda? Koju najbolju praksu treba primijeniti kako bi se postigla optimalan ciklus održavanja i cijene? Koji procesi će biti ispravni u skladu sa zahtjevima za recikliranje? Rješenja dobivena inženjerstvom proizvoda donosi osnovnim svjetskim industrijskim skupinama i njihovim kooperantima značajne dobitke u troškovima, vremenu i razinama inovacije, a koji su bitni za suočavanje sa sve većom međunarodnom konkurencijom. Pomoću virtualnog inženjerstva proizvoda možemo početi simulacijom odmah u preliminarnoj fazi dizajniranja, potom dalje kroz detaljno dizajniranje i validaciju svakog koraka izvedbe u njoj kompletnoj digitalnoj izvedbi, bez fizičkog prototipa. To nam omogućuje da ključne odluke donosimo puno ranije, temeljene na inovativnim i pouzdanim virtualnim prototipovima, s ciljem dobivanja novog proizvoda ispravnog već prvi puta.

Ključne riječi: *numerička simulacija, inovacija, virtualni prototip*

Abstract

Whether developing a customizable cell phone, a climate seat, a hydrogen vehicle, an urban windmill, or a modular baby buggy, customers from many different industries face a common challenge: a rising demand for personalized and innovative products. These demanding requirements call for innovation, but one that will not jeopardize the economic and ecological pressure manufacturers is under: rising fuel prices, tighter regulations for the reduction of greenhouse gas emissions, noise restrictions, safety regulations, and more. Then, how to bring truly innovative products to market without increasing costs and delaying production? How to reliably incorporate new materials and new processes? How will new materials, such as composites, impact product performance and product integrity? What best practices should be used to achieve optimal maintenance cycle and cost? Which processes will be the right ones to comply with recycling requirements? Product Engineering solution brings to the world's main industrial groups and their subcontractors considerable gains in cost, time and innovation levels, which are essential to face increasing international competition. With Virtual Product Engineering we can start simulating immediately in the preliminary design phase, continue through the detailed design and validate step by step the performance of their complete digital model, without any physical prototype. This allows us to make key decisions upstream, to innovate based on reliable virtual prototypes, and to get their new product right the first time.

Key words: *numerical simulation, innovation, virtual prototype*



8. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR
Inovacije u službi konkurentnosti
8th SCIENTIFIC-EXPERT SEMINAR
Innovations as a measure of competitiveness



Potpuno upravljanje visokotlačnim lijevanjem primjenom novih alata

Complete managing of high pressure die casting using modern tools

Primož Mrvar¹, Sebastjan Kastelic^{1,2}, Almir Mahmutović², Mitja Petrič¹

¹Univerza v Ljubljani
Naravoslovnotehniška fakulteta,
Ljubljana, Slovenija

²TC Livarstvo, Ljubljana, Slovenia

¹University of Ljubljana
Faculty of Natural Sciences and Engineering,
Ljubljana, Slovenia

²TC Livarstvo, Ljubljana, Slovenia

Sažetak

Ova ispitivanjima razmatraju probleme lijevanja Al i Mg legura tehnologijom visokotlačnog lijevanja na uređaju s hladnom komorom s naglaskom na povećanje učinkovitosti radne komore. To se odnosi na smanjenje skrućivanja rastaljene legure u komori, lijevanje pri nižoj temperaturi, povećavanje radnog vijeka rukavca i klipa te povećanja prinosa rastaljenog metala.

U tu je svrhu provedena istraživačka studija. Ona je uključivala provjeru ideja i inovativnih rješenja povezanih s materijalima rukavca i tehnologije njegove proizvodnje pomoću računalne simulacije procesa lijevanja. Biti će predstavljen koncept pasivne i aktivne komore za visokotlačno lijevanje. S obzirom na probleme topljivosti željeza u aluminijskim legurama, uočeno je da se trenutno upotrebljavani sustavi mogu značajno poboljšati primjenom novog koncepta s aktivnom radnom komorom te novim gradijentom materijala „in situ“ na bazi kompozita.

Ključne riječi: visokotlačno lijevanje, strojevi s hladnom komorom, numerička simulacija

Abstract

This examination discusses the problems of casting of Al and Mg alloys on high pressure die casting with cold chamber machine with the accent on possibility of increasing the efficiency of working chamber. This is related on decreasing the solidification of molten alloy in chamber, pouring at lower temperature, increasing the life time of sleeve and piston and increasing of yield of molten metal.

For this purposes the examination study was done. It involves the check of ideas and innovative solutions what are connected with materials of sleeve and technology of its production with computer simulation of casting process. The concept of passive and active chamber for high pressure die casting will be presented. According to problems which are connect with solubility of iron in Al alloys it has been find out that currently used systems can be significantly renew with new concept which have active working chamber and contain also new gradient materials on a “in situ” composite base.

Key words: high pressure die casting, cold-chamber machines, numerical simulations



Oksidacijska otpornost Ti-legura s različitim dodatcima legirajućih elemenata

Oxidation resistance of Ti – alloys with various additions of alloying elements

Maja Vončina¹, Robert Tisu², Jožef Medved¹

¹Univerza v Ljubljani
Naravoslovnotehniška fakulteta,
Ljubljana, Slovenija

²Akrapovič d.d., Malo Hudo, Ivančna Gorica, Slovenija

¹University of Ljubljana
Faculty of Natural Sciences and Engineering,
Ljubljana, Slovenia

²Akrapovič d.d., Malo Hudo, Ivančna Gorica, Slovenia

Sažetak

Mnoge legure titana razvijene su za zrakoplovne primjene gdje se mehanička svojstva primarno razmatranje. U industrijskim aplikacijama, međutim, otpornost na koroziju je najvažnije svojstvo. Titan, kao i svaki drugi metal, podliježe koroziji u nekim sredinama. U ovom je radu istraživana visoko temperaturna stabilnost Ti i raznih Ti-legura. Najbolje rezultate je pokazala nova zaštićena legura Ti- exhaust, razvijena za primjenu u ispušnim sistemima Akrapovič d.d., kojoj je oksidacija pri 800°C iznosila 0,41%, dok je na 900°C bila 6,81%. Za usporedbu, komercijalno čista Ti-legura Ti-Gr.2 i neke druge primjenjive Ti legure, pokazuju puno veću oksidaciju pri 900°C te je jedina usporediva Ti-legura bila legura koja sadrži legirajuće elemente aluminij, silicij i niobij.

Ključne riječi: titanove legure, visokotemperaturna oksidacija, termogravimetrija

Abstract

Many titanium alloys have been developed for aerospace applications where mechanical properties are the primary consideration. In industrial applications, however, corrosion resistance is the most important property. Titanium, like any other metal, is subject to corrosion in some environments. In this work high temperature stability of Ti and various Ti-alloys was investigated. The best results showed new trademark alloy Ti-exhaust, developed for exhaust application in Akrapovič d.d., whereas the oxidation at 800 °C was 0.41 % and at 900 °C 6,81 %. For the comparison, commercial pure Ti-alloy Ti-Gr.2 and some other Ti-alloys were used, whereas the oxidation at 900 °C was much worse and the only comparable Ti-alloy was the alloy containing alloying elements aluminium, silicon and niobium.

Key words: Titanium alloys, hightemperature oxidation, thermogravimetry



Razvoj odljevaka primjenom numeričke simulacije

Casting development using numerical simulation

Sebastjan Kastelic^{1,2}, Almir Mahmutović¹, Mitja Petrič², Primož Mrvar²

¹TC Livarstvo, Ljubljana, Slovenia

²Univerza v Ljubljani

Naravoslovnotehniška fakulteta,
Ljubljana, Slovenija

¹TC Livarstvo, Ljubljana, Slovenija

²University of Ljubljana

Faculty of Natural Sciences and Engineering,
Ljubljana, Slovenia

Sažetak

Razvoj lijevanja, kao što znamo, može biti složen postupak. U ovom predavanju opisati će se neki alati koji mogu pomoći smanjiti troškove razvoja i vremena. Uporaba će biti predstavljena kao na kompletan proračun zaostalih naprezanja u odljevku od sivog lijeva. Numerička simulacija je primijenjena za simuliranje radnih uvjeta u odljencima. Numerička simulacija se koristi za simulaciju svih procesa razvoja; punjenja, skrućivanja, strojne obrade, itd. Primijenjene su programske podrške za numeričku simulaciju poput ProCAST-a i Abaqus-a.

Primjenom numeričke simulacije možemo virtualno optimizirati procese, te prvi prototipni odljevak lijevanja može biti i posljednji, jer je proces lijevanja pripremljen za proizvodnju.

Ključne riječi: odljevak, numerička simulacija, ProCAST, Abaqus

Abstract

The development of casting as we know can be a complex procedure. In this lecture we will show some tools that can help us lower the development costs and time. The usage will be presented on a complete calculation of residual stresses in gray iron casting. Numerical simulation was used to simulate the working conditions in the castings. Then the numerical simulation was used to simulate all processes of development; filling, solidification, machining, etc. Numerical simulations software like ProCAST and Abaqus were used.

Using numerical simulations we can optimize process in virtual and the first prototype casting can also be the last because the casting is already prepared for production.

Key words: casting, numerical simulation, ProCAST, Abaqus



Optimizacija proizvodnje nodularnog lijeva

Optimization of production of ductile cast iron

Gordana Gojsević Marić¹, Marina Špirelja², Črtomir Mikyška³, Branka Gošnjak⁴

¹Elkem AS Podružnica u Sisku, Sisak, Hrvatska

²Metalska industrija Varaždin d.o.o., Varaždin,
Hrvatska

³Livar, d. d., Ivančna Gorica, Slovenija

⁴Kovis-Livarna d.o.o., Štore, Slovenija

¹Elkem AS Branch Office in Sisak, Sisak, Croatia

²Metal industry Varaždin d.o.o., Varaždin,
Croatia

³Livar, d. d., Ivančna Gorica, Slovenia

⁴Kovis-Livarna d.o.o., Štore, Slovenia

Sažetak

U današnje vrijeme globalizacije i sve veće konkurencije, nameće se potreba za isplativijom proizvodnjom. Najbolji mogući pristup čini "optimalna operacija", tako da je potrebno provesti "optimizaciju procesa".

U ovom će radu, glavni cilj biti optimizacije procesa proizvodnje i zadržavanje ili poboljšanje kvalitete odljevka. Od ljevaonice do ljevaonice, razlozi za optimizaciju su različiti, ali svi imaju za cilj povećanje konkurentnosti na tržištu. Dakle, logički zaključak da tvrtke koje žele opstati na tržištu i dalje razvijati najviše moraju racionalizirati svoje proizvodne operacije.

Optimizacija je racionalizacija proizvodnih procesa sa zdravim razumom.

Ključne riječi: *optimizacija, nodularni ljev, Topseed*

Abstract

At the present time of globalization and increasing competition, there is a need for more cost effective production. The best possible performance is "Optimal Operation" so you need "Process Optimization".

In this paper, main objective will be optimisation production process and keeping or improving casting quality. From foundry to foundry, reasons for optimization are different but all have the goal of increased competitiveness in the market. Hence, the logical conclusion that companies that want to survive in the market and continues to develop maximum must rationalize their operations.

Optimization is rationalization of production processes with common sense.

Key words: *optimization, ductile iron, Topseed*



Računalno multidimenzijsko modeliranje heterogenih materijala

Computational multiscale modelling of heterogeneous materials

Tomislav Lesičar, Zdenko Tonković, Jurica Sorić

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i
brodogradnje, Zagreb, Hrvatska

University of Zagreb Faculty of Mechanical Engineering
and Naval Architecture, Zagreb, Croatia

Sažetak

Novi zahtjevi za pouzdanošću i sigurnošću, zajedno s primjenom novih materijala i novih proizvodnih tehnologija, mogu se ostvariti samo naprednim strukturnim metodama analize koje uključuju realističan opis ponašanja materijala s mikrostrukturnim efektima. Klasična mehanika kontinuuma pretpostavlja homogenost materijala, dakle, za sveobuhvatnu procjenu statiku i pouzdanosti, analiza na mikrorazini je neizbježna. U tom okviru, cijela nova grana numeričkih metoda raste, i bavi se multidimenzijskim modeliranjem ponašanja materijala pomoću postupaka homogenizacije.

U osnovi, takav računalni pristup temelji se na rješenje dvaju rubnih problema, jedan na svakoj skali duljine. Rezultati dobiveni simuliranjem statistički reprezentativnog uzorka materijala, pod nazivom Reprezentativni Volumen Element (RVE), koriste se kao ulazni podatci na makrorazini. Na temelju mikro-makro promjenjivom ovisnosti, dostupni su postupci homogenizacije prvog i drugog reda. Multidimenzijaska analiza pomoću prvog reda računalne sheme homogenizacije omogućuje eksplicitno modeliranje mikrostrukture, ali zadržava bitne pretpostavke mehanike kontinuuma. Ona se temelji na načelima lokalnog kontinuuma i veličina mikrostrukture je pritom nebitna. Nedavno razvijen homogenizaciji okvir drugog reda predstavlja produžetak prvog reda homogenizacije s matematičkog aspekta. Formulacija se oslanja na ne-lokalnoj teoriji kontinuuma s veličinom mikrostrukture kao utjecajnim parametrom. Prema tome, u okruženju konačnih elemenata, C^1 kontinuitet je potreban na makrorazini. Važan problem u okviru homogenizacije drugog reda je metodologija prijelazne skale zbog C^1 - C^0 prijelaza na mikrorazinu. Gradijenti višeg reda na makro skali ne mogu se definirati na RVE kao prosječni volumen. Također, prijenos punog tenzora gradijenta drugog reda s makro na mikrorazinu nije moguća bez dodatnog cjelovitog odnosa. S druge strane, naprezanja višeg reda na gruboj skali ne mogu se eksplicitno uprosiječiti.

Abstract

New demands on reliability and safety, together with the applications of new materials and new production technologies, can only be realized by advanced structural analysis methods involving realistic description of material behaviour with microstructural effects. Classical continuum mechanics assumes material homogeneity, therefore, for comprehensive assessment of structural integrity and reliability, an analysis at the microlevel is unavoidable. In this framework, whole new branch of numerical methods arise, concerned with multiscale modelling of material behaviour using homogenization procedures.

Basically, this computational approach is based on the solution of two boundary value problems, one at each length scale. The results obtained by the simulation of a statistically representative sample of material, named Representative Volume Element (RVE), are used as input data at the macrolevel. Based on the micro-macro variable dependence, first- and second-order homogenization procedures are available. The multiscale analysis using the first-order computational homogenization scheme allows explicit modelling of the microstructure, but retains the essential assumptions of continuum mechanics. It is based on the principles of a local continuum and microstructural size is irrelevant. Recently developed second-order homogenization framework represents extension of the first-order homogenization from the mathematical aspect. The formulation relies on a nonlocal continuum theory with microstructural size as an influential parameter. Accordingly, in the finite element setting, C^1 continuity is required at the macrolevel. An important problem in the second-order homogenization framework is the scale transition methodology due to C^1 - C^0 transition at the microlevel. Higher-order gradients at the macroscale cannot be defined on the RVE as volume averages. Also, transfer of the full second-order gradient tensor from macro- to the microlevel is not possible without additional integral relation. On the other hand, higher-order stress at the coarse scale cannot be explicitly averaged.



8. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR
Inovacije u službi konkurentnosti
8th SCIENTIFIC-EXPERT SEMINAR
Innovations as a measure of competitiveness



Autori predlažu novi multidimenzijski algoritam primjenom računalne homogenizacije drugog reda, gdje se ranije spomenuti problemi zaobilaze uvođenjem višeg reda kontinuuma u formulaciji mikrorazine. Formulacija C^1 konačnih elementa je uspostavljena za primjenu u multidimenzijском okviru. Element, kao potpuni multidimenzijski parametar je implementiran u komercijalnu programsku podršku na osnovi konačnih elemenata ABAQUS kroz korisničke potprograme. Linearno ponašanje elastičnog materijala i mala naprezanja su uzeti u obzir, pri čemu je mikrorazina opisana teorijom Aifantis gradijenta elastičnosti naprezanja. U tom slučaju, obje razine su diskretizirane istim C^1 brojem konačnih elemenata. Na makrorazini generaliziranje Aifantis teorijom kontinuuma je provedeno proračunom heterogenosti. Dobivena je metodologija prijelaznih dimenzija, gdje je svaka makrorazinska varijabla izveden kao istinski volumenski prosjek svog konjugata na mikroskali. Premještanje gradijenata na grubu skalu nameće na RVE granice kroz gradient – pomaka i opće periodične rubne uvjete. Osim toga, u Aifantis teoriji pojavljuje se mikro parametar l^2 , kao mjera ne-lokaliteta. Dakle, u novom C^1 multidimenzijском okruženju uz veličinu RVE, dostupan je i drugi intrinzični ne-lokalni parametar. Učinkovitost dobivenih algoritama prikazana je brojnim ilustrativnim primjerima.

Predložena multidimenzijска numerička metoda za modeliranje ponašanja materijala na različitim veličinama skalama dužina je moćan alat u razvoju novih materijala s optimalnim svojstvima.

Ključne riječi: *multiskala, homogenizacija, C^1 konačni element, RVE, gradijent rubnih uvjeta*

The authors propose a new multiscale algorithm using second-order computational homogenization, where previously mentioned issues are circumvented by introduction of higher-order continuum at the microlevel. C^1 finite element formulation has been established for application in multiscale framework. The element as complete multiscale setting has been implemented into commercial finite element software ABAQUS through user subroutines. Linear elastic material behaviour and small strains have been adopted, where microlevel is described by the Aifantis strain gradient elasticity theory. In this case, both levels are discretized by the same C^1 finite element. At the macrolevel generalized Aifantis continuum theory is established accounting for heterogeneities. Scale transition methodology has been derived, where every macrolevel variable is derived as true volume average of its conjugate on microscale. Displacement gradients at the coarse scale are imposed on the RVE boundaries through gradient- displacement and generalized periodic boundary conditions. Besides, in Aifantis theory microstructural parameter l^2 appears, as a measure of nonlocality. So, in the new C^1 multiscale setting next to RVE size, another intrinsic nonlocality parameter is available. Efficiency of the derived algorithms has been demonstrated by number of illustrative examples.

The proposed multiscale numerical method for modelling of material behaviour at different length scales is a powerful tool in the development of new materials with optimal properties.

Key words: *multiscale, homogenization, C^1 finite element, RVE, gradient boundary conditions*



Konkurentnost kroz investicije

Competitiveness through investments

Branislav Branković, Dalibor Petrović

Ferro-Preis d.o.o., Čakovec, Hrvatska

Ferro-Preis d.o.o., Čakovec, Croatia

Sažetak

U radu je prikazan utjecaj uvođenja novih tehnologija putem investicija u tvrtki Ferro-Preis d.o.o. na porast proizvodnje, koji se ogleda u povećanju konkurentnosti na tržištu odljevaka od sivog i nodularnog lijeva. Unatoč financijskoj krizi, 2009. godine tvrtka je investirala u novi proizvodni proces centrifugalno lijevanih cijevi koje su zaokružile SML proizvodni program, te se postigao kontinuirani porast produktivnosti. S ciljem kontinuiranog razvoja, zaštite okoliša i ekonomične proizvodnje taline, tijekom 2014.-2015. zamijenjena je kupolna peć sa srednje frekventnim elektro-indukcijskim pećima, što je povećalo proizvodne kapacitete. Ova zamjena omogućila je proizvodnju većeg raspona kvaliteta sivog lijeva, te proizvodnju specijalnih kvaliteta i mogućnost uvođenja proizvodnje odljevaka od nodularnog lijeva, čime se otvaraju nova tržišta. Kontrola kvalitete taline provodi se ATAS toplinskom analizom, a snimljene krivulje hlađenja ukazuju da talina zadovoljava zahtijevanu kvalitetu. Taljenje primjenom električne energije je ekološki prihvatljivije, a u kombinaciji s filtrima za odprašivanje značajno smanjuju ili eliminiraju emisiju u okoliš, što pokazuju i mjerenja provedena na navedenim filtrima.

Prethodne investicije pokazale su porast proizvodnje i kvalitete proizvoda. Cilj je tvrtke kontinuirani razvoj i zadržati konkurentnost na tržištu. Tvrtka Ferro-Preis d.o.o. prepoznala je važnost ulaganja i sljedeći korak je uvođenje nove horizontalne linije za kalupovanje.

Ključne riječi: sivi lijev, nodularni lijev, centrifugalno lijevani odljevci, indukcijska peć, toplinska analiza

Abstract

The paper presents the impact of the introduction of new technologies through investment in the company Ferro-Preis Ltd in order to increase production, which is reflected in improved competitiveness in the market of castings made of grey and ductile iron. Despite the financial crisis in 2009 company has invested in a new manufacturing process of centrifugal casting pipes which completed SML product range and achieved a continuous increase in productivity. For the purpose of continuous development, environmental protection and economical production of melt in period of 2014-2015 replacement of cupola furnace with medium-frequency electric induction furnace was performed, which increased the production capacity. This replacement enable production of a larger range of cast iron qualities, alloyed castings and the possibility of production of ductile iron introducing, which open up new markets. Quality control of the melt is carried out with ATAS thermal analyses, and recorded curves show that the melt fulfils the required quality. Melting with electric energy is environmentally friendly. Applied filters for dust removal and degassing significantly reduce or eliminate environmental emissions, as shown by performed measurements.

Previous investments have shown an increase of production and quality of products. The firms goal is continuous development and to remain competitive in the market. The company Ferro-Preis Ltd has recognized the importance of investment and its next step is to introduce a new horizontal moulding line.

Key words: gray iron, ductile iron, centrifugal casting, electric induction furnace, thermal analysis



8. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR
Inovacije u službi konkurentnosti
8th SCIENTIFIC-EXPERT SEMINAR
Innovations as a measure of competitiveness



Proizvodnja "čistog" čelika

Production of clean steel

Edvard Nemie, Milan Bakić

ABS Sisak d.o.o., Sisak, Hrvatska

ABS Sisak d.o.o., Sisak, Croatia

Sažetak

U cilju povećanja proizvodnje i postati konkurentan na tržištu potrebno je garantirati čelik visoke čistoće i kvalitete. U tom smjeru tvrtka ABS Sisak instalirala je novu opremu, i implementira novu praksu i postupke. S tim inovacijama u proizvodnji čistog čelika ABS Sisak je postala konkurentna tvrtka na globalnom tržištu čelika. ABS Sisak će nastaviti s poboljšanjima u okviru projekta proizvodnje čistog čelika.

Ključne riječi: čisti čelik, ABS Sisak

Abstract

In order to increase production and to be competitive on market it is necessary to guaranty steel with high cleanliness and quality. In this direction ABS Sisak installed new equipment and implemented new practice and procedures. With these innovations in production of clean steel ABS Sisak became competitive in global steel market. ABS Sisak will continue with improvements on project production of clean steel.

Key words: clean steel, ABS Sisak



8. ZNANSTVENO-STRUČNI SEMINAR
 Inovacije u službi konkurentnosti
 8th SCIENTIFIC-EXPERT SEMINAR
 Innovations as a measure of competitiveness



REKLAMNE STRANICE

COMMERCIAL PAGES



**VAŠ PARTNER
ZA KVALITETU**



GE
Measurement & Control Solutions

GE Measurement & Control Solutions

SEIFERT

- prijenosni industrijski
rentgeni i rentgenski sustavi



HOCKING

- uređaji za ispitivanje
vrtložnim strujama



Krautkramer

- ultrazvučni kontrolni sustavi
- prijenosni mjeraci tvrdoće
- phased array
- TOFD
- mjeraci debljine
- sonde
- software i kontrolni sustavi



AGFA **NDT**

- filmovi
- kemikalije
- uređaji i pribor za razvijanje
filmova
- prijenosna i stacionarna
kompjuterizirana radiografija (CR)



MAGNAFLUX

Tiede

- ručni elektromagnet
- prijenosne i stacionarne jedinice
za magnetnu kontrolu
- magnetne čestice
- UV LED svjetiljke
- penetranti



PRESI

- oprema i potrošni materijal za
materijalografiju / metalografiju



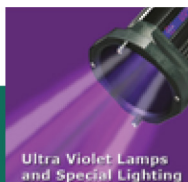
Taylor Hobson
PRECISION

- uređaji za ispitivanje
stanja površine
- mjeraci hrapavosti



LABINO

Labino
- UV svjetiljke jakog
intenziteta



Ultra Violet Lamps
and Special Lighting

KOWOTEST

- pribor za
radiografiju



Nuclear

- teletron i pribor
za gamagrafiju



ELMED
MEASUREMENT TECHNOLOGY

- holiday detector
ispitivanje izolacije



ElektroPhysik
Advancing with Technology

- mjeraci debljine
premaza (boje)



fte

- akustična rezonanca





**Ingenieurbüro
für Giesserei- und Industriebedarf
DI Johann Hagenauer**
Hauptstraße 14
A-3143 Pyhra

Tel.: +43 2745 24 172 - 0; Fax: - 30
Mobil: +43 664 22 47 128

johann.hagenauer@hagi.at • www.hagi.at • www.giesserei.at



+HAGI+ Giessereitechnik, technisches Büro für Giesserei- und Industriebedarf, ist auf den Märkten Österreich, Slowenien, Ungarn und dem ehemaligen Jugoslawien als Vertretung und Berater von namhaften Gießereianlagenherstellern tätig.

Das erstklassige, den größten Teil der Giessereianlagen abdeckende Vertretungsprogramm, ermöglicht zusammen mit der praxisorientierten Kompetenz von DI Johann Hagenauer optimale Betreuung bei allen Investitionsprojekten und Problemen in der Giesserei und Industrie.

+HAGI+ Giessereitechnik, technical office for foundry- and industrial demand, is a representative of the leading foundry equipment manufacturers. It operates as advisor in Austria, Slovenia, Hungary and the former Yugoslavia.

The high-standard +HAGI+ representation program includes nearly the whole range of foundry plant. Together with the practical skills of DI Johann Hagenauer, it guarantees an optimal support for all investment projects and problems in the foundry and industry.

StrikoWestofen^o
Group

www.strikowestofen.com



www.wagner-sinto.de

KÜTTNER

www.kuettner.de



www.inductotherm.com



www.laempe.com

kurtz ersa

www.kurtz.de



www.aagm.de



www.sapp.it



www.italpresse.it



www.infranorm.at



www.iecionline.com



www.bosello.it



www.omb-brondolin.com



www.neotechnik.com



www.foundry-planet.com



www.joest.com



www.electronics-gmbh.com



www.marti-tech.com