

Obsah | Content

2 – 11

Obrábění pokročilých keramických materiálů

Vendula Blažková, Josef Sedlák, Aleš Jaroš, Zdeněk Fiala, Kateřina Mouralová, Ladislav Kolář

11 – 17

An Approach to the Machining of Hard Coatings Prepared by Laser Cladding and Thermal Spraying

Diego Carou, Jan Řehoř, Igor Vilček, Šárka Houdková

17 – 22

Moderní technologie dokončování velmi přesných děr vystružováním a její vliv na užité vlastnosti výrobků

Stanislav Fiala, Karel Kouřil, Jan Řehoř

22 – 27

Historie alternativních pohonů III

František Klimenda, Josef Soukup

27 – 32

Hodnocení kvality vybraných hliníkových slitin z hlediska tvaru třísky

Pavel Kraus, Nataša Náprstková

32 – 38

Vliv materiálu licí formy na strukturu slitiny AlCu4SiMg

Ingrid Kvapilová, Jaromír Cais, Štefan Michna

38 – 43

Vliv slévárenské formy na strukturu hliníkové slitiny AlCu4MgMn

Irena Lysoňková

44 – 48

Rezné materiály pro vystružovací nástroje

Jan Řehoř, Jaroslava Fulemová, Karel Kouřil, Martin Šmejkal

48 – 55

Současné trendy středění nástrojů pro výrobu přesných děr

Jan Řehoř, Jaroslava Fulemová, Karel Kouřil, Pavel Matouš

55 – 62

Vystružování velmi přesných děr u hydrostatických komponent

Jan Řehoř, Jaroslava Fulemová, Daniel Rut, Veronika Trísková, Jan Kutlwašer, Kouřil Karel

Obálka – foto:

* *Absolventské prsteny udělované na FVTM UJEP*

* *Promoce absolventů FVTM UJEP*

Časopis je zařazen Radou vlády ČR pro výzkum, vývoj a inovace do seznamu recenzovaných, neimpaktovaných periodik vydávaných v ČR

Časopis a všechny v něm obsažené příspěvky a obrázky jsou chráněny autorským právem. S výjimkou případů, které zákon připouští, je využití bez svolení vydavatele trestné. Redakce si vyhrazuje právo zveřejnit v elektronické podobě na webových stránkách časopisu český a anglický název příspěvku, klíčová slova, abstrakt a použitou literaturu k jednotlivým příspěvkům.

Korektury českého jazyka se řídí platnými pravidly českého pravopisu.

Inzerce vyřizuje redakce.

Příspěvky recenzovali | Reviewers

Miroslav Maňas

Jan Mádl

Ivan Mrkvica

Přemysl Pokorný

Vítězslav Rázek

Eva Tillová

Karol Vasilko

Viktorie Weiss

Redakční rada | Advisory Board

prof. Dr. hab. Inž. Stanislav Adamczak

Politechnika Kielce, Polsko

prof. Ing. Dana Bolíbruchová, PhD.

ŽU v Žilině, Slovensko

prof. Ing. Milan Brožek, CSc.

ČZU v Praze

prof. Dr. Ing. František Holešovský

předseda, UJEP v Ústí n. Labem

prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.

VŠB TU v Ostravě

prof. Ing. Karel Jandečka, CSc.

ZČU v Plzni

prof. Ing. Karel Kocman, DrSc.

UTB ve Zlíně

prof. Dr. hab. Ing. János Kunderák, ScD.

University of Miskolc, Maďarsko

prof. Ing. Ivan Kuric, CSc.

Žilinská univerzita, Slovensko

prof. Ing. Jan Mádl, CSc.

ČVUT v Praze

prof. Ing. Iva Nová, CSc.

TU v Liberci

prof. Ing. Eubomír Šooš, PhD.

SF, STU v Bratislavě, Slovensko

prof. Dr. Ing. Dalibor Vojtěch

VŠCHT v Praze

doc. Ing. Rudolf Dvořák, CSc.

ČVUT v Praze

plk. doc. Ing. Milan Chalupa, CSc.

FVT, Univerzita obrany v Brně

doc. Ing. Jan Jersák, CSc.

TU v Liberci

doc. Ing. Štefan Michna, PhD.

UJEP v Ústí n. Labem

doc. Dr. Ing. Ivan Mrkvica

VŠB TU v Ostravě

doc. Ing. Pavel Novák, Ph.D.

VŠCHT v Praze

doc. Ing. Iveta Vasková, Ph.D.

HF, Technická univerzita v Košiciach, SK

Šéfredaktor | Editor-in-Chief

doc. Ing. Martin Novák, Ph.D.

Redaktor | Editor

Ing. Jaroslava Svobodová, Ph.D.

Adresa redakce | Editors Office

Univerzita J. E. Purkyně,

FVTM, kampus UJEP, budova H

Pasteurova 3334/7, 400 01 Ústí n. Labem

Tel.: +420 475 285 550

Fax: +420 475 285 566

e-mail: redakce@fvmtm.ujep.cz

<http://casopis.strojirenskaechnologie.cz>

Tisk | Print

PrintPoint s. r. o., Praha

Vydavatel | Publisher

Univerzita J. E. Purkyně, FVTM

Pasteurova 1, 400 96 Ústí nad Labem

www.ujep.cz

IČ: 44555601 | DIČ: CZ44555601

vychází 2x ročně | náklad 300 ks

do sazby 6/2015

do tisku 8/2015

62 stran

povolení MK ČR E 18747

ISSN 1211-4162

Obrábění pokročilých keramických materiálů

Vendula Blažková, Josef Sedlák, Aleš Jaroš, Zdeněk Fiala, Kateřina Mouralová, Ladislav Kolář

Fakulta strojního inženýrství, Vysoké učení technické v Brně, 616 69 Brno. Česká republika. E-mail: ysveco01@stud.fme.vutbr.cz, sedlak@fme.vutbr.cz, yjaros18@stud.fme.vutbr.cz, yfiala18@stud.fme.vutbr.cz, ymoura00@stud.fme.vutbr.cz, ykolar26@stud.fme.vutbr.cz

Rozvoj keramických materiálů a technologií jejich výroby umožňuje připravovat keramiky s jedinečnými vlastnostmi. Díky těmto užitečným vlastnostem je keramika velmi atraktivním materiálem pro mnoho inženýrských aplikací. Aby bylo použití keramických materiálů v těchto špičkových aplikacích účelné, je třeba z nich vyrábět přesné součásti s nízkou drsností a s minimálním poškozením povrchu a toho lze dosáhnout obráběním. Tradiční metody obrábění je možné pro keramické materiály použít omezeně, proto je potřeba tyto metody modifikovat tak, aby byly použitelné, nebo je třeba vyvinout metody zcela nové. Kritickým činitelem jsou náklady na obrábění keramiky, které jsou hlavním důvodem, proč jsou stále v některých inženýrských aplikacích používány obráběné díly kovové, nikoliv keramické. Příspěvek obsahuje přehled současného stavu poznání v oblasti metod obrábění keramiky, zejména v kontextu materiálových vlastností. Cílem článku je zdůvodnění potřeby výzkumu v této oblasti a nastínění dalších možných směrů.

Klíčová slova: pokročilá keramika, metody obrábění, vlastnosti, obrobiteľnosť

Poděkování

Tento výzkum byl podporován a spolufinancován z projektu s názvem "Excelentní mladí vědci na VUT v Brně" - registrační číslo CZ.1.07/2.3.00/30.0039.

Literatura

- [1] PTÁČEK, L. a kol. (1999). *Nauka o materiálu II*. 2. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s r.o.. 350 s., ISBN 80-7204-248-3.
- [2] VŠCHT Praha, Ústav skla a keramiky. *Technologie keramiky – 8. Oxidová keramika*. [online]. [cit 21. února 2012]. Dostupné z: www.vscht.cz/sil/keramika/Ceramic_Technology/SM-Lect-8-C.pdf.
- [3] VŠCHT Praha, Ústav skla a keramiky. *Technologie keramiky – 9. Neoxidová keramika*. [online]. [cit 21. února 2012]. Dostupné z: www.vscht.cz/sil/keramika/Ceramic_Technology/SM-Lect-9-C.pdf.
- [4] MACA, K. (2010). *Slinování pokročilých keramických materiálů*, Edice Habilitační a inaugurační spisy, sv. 353, Vitium Brno, ISSN 1213-418X.
- [5] RICCIARDI, C. (2004). *CVD growth and characterization of 3C-SiC thin films*. Disertační práce. Chivasso: Politecnico di Torino, Materials and microsystems laboratory of Chivasso, s. 112. Vedoucí práce: Prof. Fabrizio Pirri. [online], [cit. 20. srpna 2012]. Dostupné z: <http://areeweb.polito.it/ricerca/micronanotech/Papers/thesis-carlo.pdf>.
- [6] HARRIS, G. L. (1995). *Properties of Silicon Carbide*. Exeter: Short Run Press Ltd., 295 s., ISBN 0-85296-870-1.
- [7] MINERAL-databáze mineralů. *Moissanite*. [online]. [cit. 25. března. 2012]. Dostupné z: http://www.mineral.cz/databaze/mineraly_detail.php?index=3030&stavvyberu=jeselekt&stranka=800.
- [8] CERAMTEC CZECH REPUBLIC. *Materiály – charakteristické vlastnosti*. [online]. [cit. 21. února 2011]. Dostupné z: <http://www.ceramtec.com/co/cz/materialy/00139,0001,0000,5138.php>.
- [9] JAHANMIR, S., RAMULU, M., KOSHY, P. (1999). *Machining of Ceramics and Composites*. 1. vyd. New York, Basel: Marcel Dekker, Inc., 704 s., ISBN 0-8247-0178-X.
- [10] MARINESCU, I. D. (2007). *Handbook of Advanced Ceramics Machining*. 1. vyd. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, LLC, 365 s., ISBN 0-8493-3837-9.
- [11] HUMÁR, A. (2005). *Technologie I: Technologie obrábění – 3. část* [online]. Interaktivní studijní text pro bakalářský a magisterský studijní program. VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 57 s., Dostupné z: http://ust.fme.vutbr.cz/obrabeni/opory/Dokoncovaci_a_nekonvencni_metody_obrabeni/TI_TO-3.cast.pdf.
- [12] HUMÁR, A. (1990). Keramické materiály v řezném procesu. In *Studium fyzikálně chemických vlastností keramických materiálů pro strojírenství*, Výzkumná zpráva úkolu SPZV IV-4-5/04. Brno, Kapitola III.
- [13] TSUTSUMI, CH. OKANO, K., SUTO, T. (1993). High quality machining of ceramics. *Journal of Materials Processing Technology*, 37 639-654. ISSN: 0924-0136.

- [14] YIN, L., VANCOILLE, E. Y. J., LEE, L. C., HUANG, H., RAMESH, K., LIU, X. D. (2004). High-quality grinding of polycrystalline silicon carbide spherical surfaces. *Wear* 256, 197–207, ISSN 0043-1648.
- [15] ZHONG, Z. (2002). Surface finish of precision machined advanced materials. *Journal of Materials Processing Technology* 122, 173–178, ISSN 0924-0136.
- [16] SREEJITH, P. S., NGOI, B. K. A. (2001). Material removal mechanisms in precision machining of new materials. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, vol. 41, s. 1831–1843, ISSN: 0890-6955.
- [17] BRINKSMEIER, E., MUTLUGÜNES, Y., KLOCKE, F., AURICH, J.C., SHORE, P., OHMORI, H. (2010). Ultra-precision grinding. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, vol. 59, s. 652-671, ISSN 0007-8506.
- [18] DAI, S., REN, Y., KONG, T., HU, Y. (2012). Research on Ultra-Precision Machining of Silicon Nitride Ceramics: A Review. *Advanced Materials Research*, vol. 497, s. 249-298, ISSN: 1662-8985. [online]. [cit. 15. srpna 2012]. Dostupné z: <http://www.scientific.net/AMR.497.294>.
- [19] HUANG, H. (2009). High Speed Grinding of Advanced Ceramics: A Review. *Key Engineering Materials*, vol. 404, s. 11-22, ISSN: 1662-9795. [online]. [cit. 15. srpna 2012]. Dostupné z: <http://www.scientific.net/KEM.404.11>.
- [20] NI, J., LI, B., PANG, J. A. (2013). Practical Study on the Surface Integrity of High-Speed Cylindrical Grinding of SiC. *Materials Science Forum*, Vol. 723, s. 202-207, ISSN: 1662-9752. [online]. [cit. 15. srpna 2012]. Dostupné z: <http://www.scientific.net/MSF.723.202>.
- [21] RAHMAN, M. et al. (2003). Nano finish grinding of brittle materials using electrolytic in-process dressing (ELID) technique. *Sadhana*, October 2003, Vol. 28, Part 5, s. 957–974, ISSN: 0256-2499.
- [22] LIU, J.H., PEI, Z.J., FISHER, G. R. ELID (1998). Grinding of silicon wafers: a literature review. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, vol. 47, no. 3-4, s. 529–536, ISSN: 0890-6955.
- [23] OHMORI, H., NAKAGAWA, T. (1995). Analysis of Mirror Surface Generation of Hard and Brittle Materials by ELID (Electronic In-Process Dressing) Grinding with Superfine Grain Metallic Bond Wheels. *Annals of the CIRP* Vol. 44/1/1995, s. 287-290. ISSN 0007-8506.
- [24] SAMAL, S. K. (2009). *Study of Parameters of Ultrasonic machining*. Disertační práce. Rourkela: National Institute Of Technology, Department of Mechanical Engineering, s. 41. Vedoucí práce: Dr. B. K. Nanda. [online]. [cit. 7. srpna 2012]. Dostupné z: http://ethesis.nitrkl.ac.in/1013/1/submit_thesis.pdf.
- [25] THOE, T. B., ASPINWALL, D. K., WISE M. L. H. (1998). Review on Ultrasonic Machining. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, vol. 38, no. 4, s. 239–255, ISSN: 0890-6955.
- [26] DAM, H., QUIST, P., SCHREIBER, M. P. (1995). Productivity, surface quality and tolerances in ultrasonic machining of ceramics. *Journal of Materials Processing Technology*, 51, p. 358- 368, ISSN: 0924-0136.
- [27] PEI, Z. J., FERREIRA, P. M. HASELKORN, M. (1995). Plastic flow in rotary ultrasonic machining of ceramics. *Journal of Materials Processing Technology* 48, p. 771-777. ISSN: 0924-0136.
- [28] CHURI, N. (2010). *Rotary Ultrasonic Machining of Hard-To-Machine Materials*. Disertační práce. Manhattan, Kansas: Kansas State University, College of Engineering, Department of Industrial and Manufacturing Systems Engineering, s. 166. Vedoucí práce: Dr. Zhijian Pei. [online]. [cit. 7. srpna 2012]. Dostupné z: <http://krex.k-state.edu/dspace/bitstream/2097/2509/1/NikhilChuri2010.pdf>.
- [29] KHOO, C. Y., HAMZAH, E., SUDIN, I. A. (2008). Review on the Rotary Ultrasonic Machining of Advanced Ceramics. *Jurnal Mekanikal*, June, No. 25, s. 9 – 23, ISSN 0127-3396.
- [30] PEI, Z. J., PRABHAKAR, D., FERREIRA, P. M., HASELKORN, M. (1994). Rotary Ultrasonic Drilling and Milling of Ceramics. *The Design for Manufacturability and Manufacture of Ceramic Components Symposium*. American Ceramic Society 96th Annual Meeting, April 24-27, Indianapolis.
- [31] PEI, Z. J., FERREIRA, P. M., KAPOOR, S. G., HASELKORN M. (1995). Rotary Ultrasonic Machining for Face Milling of Ceramics. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, vol. 35, no. 7, s. 1033-1046, ISSN: 0890-6955.
- [32] PEI, Z. J., FERREIRA, P. M. (1999). An experimental investigation of rotary ultrasonic face milling. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, vol. 39, s. 1327–1344, ISSN: 0890-6955.
- [33] HU, P., ZHANG, J. M., PEI, Z. J., TREADWELL, C. (2002). Modeling of Material Removal Rate in Rotary Ultrasonic Machining: Designed Experiments. *Journal of Materials Processing Technology* 129 339-344, ISSN: 0924-0136.

- [34] ZENG, W., XU, X., PEI, Z. J. (2006). Rotary Ultrasonic Machining of Advanced Ceramics. *Materials Science Forum*, Vol. 532-533, s. 361-364, ISSN: 1662-9752. [online]. [cit. 7. srpna 2012]. Dostupné z: <http://www.scientific.net/MSF.532-533.361>
- [35] Li, Z. C., CAI, Liang-Wu, PEI, Z. J., TREADWELL, C. (2006). Edge-Chipping Reduction in Rotary Ultrasonic Machining of Ceramics: Finite Element Analysis and Experimental Verification. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, vol. 46, no. 12-13, s. 1327-1344. ISSN: 0890-6955.
- [36] ZENG, W., XU, X., PEI, Z. J. (2009). Experimental Investigation of Tool Wear in Rotary Ultrasonic Machining of Alumina. *Key Engineering Materials*, vol. 416, s. 182-186, ISSN: 1662-9795. [online]. [cit. 7. srpna 2012]. Dostupné z: <http://www.scientific.net/KEM.416.182>.
- [37] LIU, D., CONG, W. L., PEI, Z. J. TANG, Y. A. (2012), Cutting Force Model for Rotary Ultrasonic Machining of Brittle Materials. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, vol. 52, s. 74-78, ISSN: 0890-6955. [online]. [cit. 7. srpna 2012]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0890695511001751>.
- [38] ZHANG, Y., TANG, Y., LIU, X. (2010). Research on Ultrasonic Vibration Combined with Grinding Machining and its Application in Processing Brittle Hard Materials. *Key Engineering Materials*, vol. 447-448, s. 223-227, ISSN: 1662-9795. [online]. [cit. 7. srpna 2012]. Dostupné z: www.scientific.net/KEM.447-448.223.pdf.
- [39] LIU, L., LIN, B., FANG, F. (2011). Monitoring of Tool Wear in Rotary Ultrasonic Machining of Advanced Ceramics. *Advanced Materials Research*, vol. 314-316, s. 1754-1759. ISSN: 1662-8985. [online]. [cit. 7. srpna 2012]. Dostupné z: www.scientific.net/AMR.314-316.1754.pdf.
- [40] ULTRASONIC 10/ULTRASONIC 20 linear – Dental Series. DMG - SAUER GmbH [online]. [cit. 25. srpna 2012]. Dostupné z: [http://cz.dmg.com/query/internet/v3/pdl.nsf/9c87fa254ffbf4e7c125763c0041b2f5/\\$file/pb0uk10_dental.pdf](http://cz.dmg.com/query/internet/v3/pdl.nsf/9c87fa254ffbf4e7c125763c0041b2f5/$file/pb0uk10_dental.pdf).
- [41] Flow International Corporation. *Flow international demonstrates accurate waterjet cutting at Mfg4* [online]. Kent (Washington): března 2012 [cit. 25. srpna 2012]. Dostupné z: <http://www.flowwaterjet.com/en/whats-new/press-releases/press/Mfg4.aspx>.
- [42] SIORES, E., WONG, W. C. K., CHEN, L., WAGER, J. G. (1996). Enhancing Abrasive Waterjet Cutting of Ceramics by Head Oscillation Techniques. *Annals of the CIRP* Vol. 45/1, s. 327-330, ISSN 0007-8506.
- [43] XU, S., WANG, J. A. (2006). Study of abrasive waterjet cutting of alumina ceramics with controlled nozzle oscillation. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology* 27, p. 693-702, ISSN 0268-3768.
- [44] WANG, J. (2003). The Effects of the Jet Impact Angle on the Cutting Performance in AWJ Machining of Alumina Ceramics. *Key Engineering Materials*, vol. 238-239, s. 117-124, ISSN: 1662-9795. [online]. [cit. 8. srpna 2012]. Dostupné z: www.scientific.net/KEM.238-239.117.pdf.
- [45] GUDIMETLA, P., WANG, J., WONG, W. (2002). Kerf formation analysis in the abrasive waterjet cutting of industrial ceramics. *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 128, p. 123-129, ISSN: 0924-0136.
- [46] KARAKURT, I., AYDIN, G., AYDINER, K. (2011). Analysis of the Kerf Angle of the Granite Machined by Abrasive Waterjet (AWJ). *Indian Journal of Engineering and Materials Sciences*, Vol. 18, p. 435-442, ISSN 0975-1017 [online]. [cit. 8. srpna 2012]. Dostupné z: <http://nopr.niscair.res.in/bitstream/123456789/13600/1/IJEMS%2018%286%29%20435-442.pdf>.
- [47] WANG, W. (2011). Energy Conservation Study during Abrasive Water Jet Cutting. *Advanced Materials Research*, Vol. 311-313, p. 1673-1676, ISSN: 1662-8985. [online]. [cit. 8. srpna 2012]. Dostupné z: <http://www.scientific.net/AMR.311-313.1673>.
- [48] ALBERDI, A., RIVERO, A., CARRASCAL, A., LAMIKIZ, A. (2012). Kerf Profile Modelling in Abrasive Waterjet Milling. *Materials Science Forum*, Vol. 713, p. 91-96, ISSN: 1662-9752. [online]. [cit. 7. srpna 2012]. Dostupné z: <http://www.scientific.net/MSF.713.91>
- [49] FENG, Y., HUANG, CH., LIU, X., HE, B. (2012). The Depth Model for Abrasive Waterjet Milling of Ceramic Materials. *Advanced Materials Research*, Vol. 500, p. 242-248, ISSN: 1662-8985. [online]. [cit. 8. srpna 2012]. Dostupné z: <http://www.scientific.net/AMR.500.242>.
- [50] CHEN, T., WANG, CH. (2013). Investigation into Roughness of Surface Polished by Abrasive Waterjet with Taguchi Method and Dimensional Analysis. *Materials Science Forum*, Vol. 723, p. 188-195, ISSN: 1662-9752. [online]. [cit. 7. srpna 2012]. Dostupné z: <http://www.scientific.net/MSF.723.188>.
- [51] ARMITAGE, K. et al. (2010). *Laser Assisted Machining of Hard-to-Wear Materials* [online]. Industrial Research Institute Swinburne, Swinburne University of Technology, May [cit. 25. srpna 2012]. Dostupné z: <http://www.swinburne.edu.au/engineering/iris/pdf/profiles/KellyArmitage.pdf>.

- [52] ROZZI, J. C., INCROPERA, F. P., SHIN, Y. C. (2000). Transient, three-dimensional heat transfer model for the laser assisted machining of silicon nitride: II. Assessment of parametric effects. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, Vol. 43, p. 1425-1437, ISSN: 0017-9310.
- [53] PURDUE UNIVERSITY. *Laser-assisted machining will make ceramic parts less costly* [online]. West Lafayette (Indiana, USA): Laser-Assisted Materials Processing Lab, School of Mechanical Engineering, Purdue University, May 2000 [cit. 25. srpna 2012]. Dostupné z: <http://www.purdue.edu/uns/html4ever/0004.Shin.ceramics.html>.
- [54] JI, R-J et al. (2012). Compound machining of silicon carbide ceramics by high speed end electrical discharge milling and mechanical grinding. *Chinese Science Bulletin*, Vol. 57, no. 4, p. 421-434, ISSN: 1001-6538.
- [55] SCHOTH, A., FÖRSTER, R., MENZ, W. (2005). Micro wire EDM for high aspect ratio 3D microstructuring of ceramics and metals. *Microsystem Technologies*, Vol. 11, nos. 4-5, p. 250-253, ISSN 0946-7076.
- [56] CHUNG, D. K. at al. (2007). Micro electrical discharge milling using deionized water as a dielectric fluid. *Journal of Micromechanics and Microengineering*, Vol. 17, p. 867-874, ISSN 1361-6439. [online]. [cit. 8. srpna 2012]. Dostupné z: <http://iopscience.iop.org/0960-1317/17/5/004/>.
- [57] KOZAK, J., GULBINOWICZ, Z., (2009). The Mathematical Modeling and Computer Simulation of Rotating Electrical Discharge Machining. *World Congress on Engineering and Computer Science*, Vol. II 20-22 October. San Francisco, USA. WCECS, ISBN:978-988-18210-2-7.
- [58] XU, M., LUO, X., ZHANG, J. (2011). Study on Thermal Stress Removal Mechanisms of Hard and Brittle Materials during Ultrasonic Vibration Assisted EDM in Gas. 2011 *Third International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation* 6-7, January, Shangshai, China, p. 597-600, ISBN 978-0-7695-4296-6.
- [59] CHANG, W. et al. (2012). Study on the mechanism of ultrasonic vibration aided electrical discharge milling in deionized water. *Applied Mechanics and Materials*, Vol. 130-134, p. 1344-1347, ISSN: 1662-7482. [online]. [cit. 8. srpna 2012]. Dostupné z: <http://www.scientific.net/AMM.130-134.1344>.
- [60] ABBAS, N. M., SOLOMON, D. G., BAHARI, MD. F. (2007). A review on current research trends in electrical discharge machining (EDM). *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, Vol. 47, p. 1214-1228, ISSN: 0890-6955.
- [61] PATEL, K. M., PANDEY, P. M., RAO P. V. (2009). Surface integrity and material removal mechanisms associated with the EDM of Al₂O₃ ceramic composite. *International Journal of Refractory Metals & Hard Materials* 27, 892-899. ISSN: 0263-4368.
- [62] LANDFRIED, R. (2003). Wire-EDM of ZTA-TiC composites with variable content of electrically conductive phase. *Key Engineering Materials*, Vol. 238-239, p. 117-124, ISSN: 1662-9795. [online]. [cit. 8. srpna 2012]. Dostupné z: <http://www.scientific.net/KEM.504-506.1165>.
- [63] TANI, T., FUKUZAWA, Y., MOHRI, N., SAITO, N., OKADA, M. (2004). Machining phenomena in WEDM of insulating ceramics. *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 149, p. 124-128, ISSN: 0924-0136.
- [64] FUKUZAWA, Y., MOHRI, N., GOTOH, H., TANI, T. (2009). Three-dimensional machining of insulating ceramics materials with electrical discharge machining. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, Vol. 19, p. 150-156, ISSN: 1003-6326.
- [65] KOZAK J., RAJURKAR, K. P., CHANDARANA N. (2004). Machining of low electrical conductive materials by wire electrical discharge machining (WEDM). *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 149, p. 266-271, ISSN: 0924-0136. TiN
- [66] GUO, Y. F., BAI, J. C., DENG, G. Q., LU, Z. S. (2007). High Speed Wire Electrical Discharge Machining (HS-WEDM) Phenomena of Insulating Si₃N₄ Ceramics with Assisting Electrode. *Key Engineering Materials*, Vol. 339, p. 281-285, ISSN: 1662-9795. [online]. [cit. 8. srpna 2012]. Dostupné z: <http://www.scientific.net/KEM.339.281>.
- [67] LIU, Y. H. et al. (2008). Effect of machining fluid on the process performance of electric discharge milling of insulating Al₂O₃ ceramic. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, Vol. 48, p. 1030-1035, ISSN: 0890-6955.
- [68] LIN, Y-J. et al. (2012). Machining characteristics of EDM for non-conductive ceramics using adherent copper foils. *Advanced Materials Research*, Vol. 504-506, p. 1165-1170, ISSN: 1662-8985. [online]. [cit. 8. srpna 2012]. Dostupné z: <http://www.scientific.net/AMR.154-155.794>
- [69] HOLEŠOVSKÝ, F., HRALA, M. (2002). Broušení Kovů a keramiky - drsnost povrchu a jeho profil. *Strojírenská technologie, Časopis pro vědu, výzkum a výrobu*, roč. VII, číslo 4, s. 18-23, ISSN: 1211-4162.
- [70] PECHÁČEK, F., LUKOVICS, I. (2008). Intenzifikace procesu broušení keramických materiálu pomocí ultrazvuku. *Strojírenská technologie, Časopis pro vědu, výzkum a výrobu*, roč. XIII, číslo 3, s. 8-12, ISSN: 1211-4162.

- [71] BUMBÁLEK, B. (1997). Broušení keramických materiálů. *Strojírenská technologie, Časopis pro vědu, výzkum a výrobu*, roč. II, číslo 1, s. 5-8, ISSN: 1211-4162.
- [72] MARINESCU, I. D., DOI, T. K., UHLMANN, E. (2015). *Handbook of Ceramics Grinding and Polishing*. 2. vyd. William Andrew, ELSEVIER Inc., s. 486, ISBN 978-1-4557-7858-4.

Abstract

Article: **Advanced Ceramics Machining**

Authors: Vendula Blažková
 Josef Sedlák
 Aleš Jaroš
 Zdeněk Fiala
 Kateřina Muralová
 Ladislav Kolář

Workplace: Brno University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Manufacturing Technology, 616 69, Brno. Czech Republic

Keywords: Advanced Ceramics, machining methods, properties, machinability

The development of ceramic materials and their manufacturing technologies enables to prepare ceramics with unique properties. Due to these superior properties it is very attractive material for many engineering applications. For the use of ceramic materials in these top practical applications it is necessary to produce the precision parts with low roughness and minimal surface damage. This can be achieved by machining. The ceramics properties are the biggest obstacle of its effective machining paradoxically. It is very difficult to machine advanced ceramics especially at high material removal rate without compromising surface integrity of advanced ceramic products and as a result machining cost for ceramics is usually high and contributes to 30-60 % of overall expense (in some cases about 90 %). There is need for reliable and cost-effective machining methods for advanced ceramics. The article discusses various machining methods of advanced ceramics, their limits and performances. Final machining methods are often used for advanced ceramics. Because of the high hardness and low toughness of ceramic materials, diamond grinding is the most often method of choice in machining such materials. Lapping and polishing are presented in the chapter 3.1 and ELID machining process is introduced as well (Fig. 1). Conventional machining methods, as turning or milling are difficult to apply. It is possible to use it in „hot machining“ conditions. Laser assisted turning is described in chapter 3.4 and principle is shown in Fig. 3. Non-conventional machining processes are extensively applied for processing advanced ceramics because its use are not limited by mechanical properties. Electrical discharge machining, ultrasonic machining, abrasive water jet machining and their modifications are included in the article. Rotary Ultrasonic Machining technology is described and its principle is shown in Fig. 2. The main problems of advanced ceramics machining have only been touched. The article points out the main aspects of this issue and justifies the need for research not only machining methods, but also the development and production of new ceramic materials.

An Approach to the Machining of Hard Coatings Prepared by Laser Cladding and Thermal Spraying

Diego Carou¹, Jan Řehoř¹, Igor Vilček¹, Šárka Houdková²

¹Regional Technological Institute, University of West Bohemia, 301 00 Pilsen, Czech Republic. E-mail: diecapor@rti.zcu.cz, rehor4@rti.zcu.cz, vilcek@rti.zcu.cz, fulemova@rti.zcu.cz, kutlis@zcu.cz.

²New Technologies Research Centre, University of West Bohemia, 301 00 Pilsen, Czech Republic. E-mail: houdkov@ntc.zcu.cz.

Thermal spraying and laser cladding are widely used in industry for different coating applications. The use of these techniques usually requires a finishing post-process. However, the characteristics of these coatings, such as their high hardness, make difficult to achieve satisfactory results with conventional machining processes. The present study provides a description of the main characteristics of the laser cladding and thermal spraying processes. For machining of these coatings, conventionally, grinding is the first option selected. However, modern industries require gaining flexibility and improving their productivity. Thus, other alternatives such as milling or turning need to be assessed. In this sense, in the last section, several experimental investigations on the machining of WC-Co and Stellite coatings are presented. These studies can bring some insights to face the machining of hard coatings prepared by the laser cladding and thermal spraying techniques. For instance, they can help in the selection of the cutting parameters and provide interesting results on the use of different tool materials and tool geometries.

Keywords: Coatings, Laser cladding, Machining, Stellite, Thermal spraying, Thermal spray, WC-Co

Acknowledgements, Poděkování

Tento příspěvek vznikl v rámci podpory projektu CZ.1.05/2.1.00/03.0093 – Regionální technologický institut. Projekt je financován z Evropského fondu pro regionální rozvoj a ze státního rozpočtu České republiky.

The Contribution was created due to the project CZ.1.05/2.1.00/03.0093 – Regional Technological Institute. The project is supported by the European Regional Development Fund and the state budget of the Czech Republic.

References

- [1] SUN, S., BRANDT, M., DARGUSCH, M.S. (2010). Thermally enhanced machining of hard-to-machine materials-A review. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, No.50, p.663-680, ISSN 0890-6955
- [2] BENARDOS, P.G., VOSNIAKOS, G.C. (2003). Predicting surface roughness in machining: a review. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, No.43, p.833-844, ISSN 0890-6955
- [3] BEWILOGUA, K., BRÄUER, G., DIETZ, A., GÄBLER, J., GOCH, G., KARPUSCHEWSKI, B., SZYSZKA, B. (2009). Surface technology for automotive engineering. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, No.58, p.608-627, ISSN 0007-8506
- [4] KHANNA, A.S., KUMARI, S., KANUNGO, S., GASSER, A. (2009). Hard coatings based on thermal spraying and laser cladding. *International Journal of Refractory Metals & Hard Materials*, No.27, p.485-491, ISSN 0263-4368
- [5] PAWLOWSKI, L. (2008). *The Science and Engineering of Thermal Spraying Coatings: Second Edition*, John Wiley & Sons, Ltd, ISBN: 978-0-471-49049-4
- [6] BERGER, L.M. (2014). Application of hardmetals as thermal spraying coatings. *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, IN PRESS, ISSN 0263-4368
- [7] PIERLOT, C., PAWLOWSKI, L., BIGAN, M., CHAGNON, P. (2008). Design of experiments in thermal spraying: A review. *Surface & Coatings Technology*, No.202, p.4483-4490, ISSN: 0257-8972
- [8] VISWANATHAN, V., LAHA, T., BALANI, K., AGARWAL, A., SEAL, S. (2006). Challenges and advances in nanocomposite processing techniques. *Materials Science and Engineering R: Reports*, No.54, p.121-285, ISSN 0927-796X
- [9] BOLELLI, G., CANNILLO, V., LUSVARGHI, L., MANFREDINI, T. (2006). Wear behaviour of thermally sprayed ceramic oxide coatings. *Wear*, No.261, p.1298-1315, ISSN 0043-1648
- [10] NIEMINEN, R., VUORISTO, P., NIEMI, K., MÄNTYLÄ, T., BARBEZAT, G. (1997). Rolling contact fatigue failure mechanisms in plasma and HVOF-sprayed WC-Co coatings. *Wear*, No.212, p.66-77, ISSN 0043-1648

- [11] RAO, R.V., KALYANKA, V.D. (2014). Optimization of modern machining processes using advanced optimization techniques: a review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, No.73, p.1159–1188, ISSN 0268-3768
- [12] CALLEJA, A., TABERNERO, I., FERNÁNDEZ, A., CELAYA, A., LAMIKIZ, A., LÓPEZ DE LACALLE, L.N. (2014). Improvement of strategies and parameters for multi-axis laser cladding operations. *Optics and Lasers in Engineering*, No.56, p.113–120, ISSN 0143-8166
- [13] MONDAL, S., PAUL, C.P., KUKREJA, L.M., BANDYOPADHYAY, A., PAL, P.K. (2013). Application of Taguchi-based gray relational analysis for evaluating the optimal laser cladding parameters for AISI1040 steel plane surface. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, No.66, p.91–96, ISSN 0268-3768
- [14] PÉREZ, J.A., OROSA, J.A. (2010). Neural modelling of laser surface treatments. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, No.46, p.605–610, ISSN 0268-3768
- [15] MARZBAN, J., GHASEMINEJAD, P., AHMADZADEH, M.H., TEIMOURI, R. (2014). Experimental investigation and statistical optimization of laser surface cladding parameters. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, IN PRESS, ISSN 0268-3768
- [16] QIN, Y., BROCKETT, A., M.A., Y., RAZALI, A., ZHAO, J., HARRISON, C., PAN, W., DAI, X., LOZIAK, D. (2010). Micro-manufacturing: research, technology outcomes and development issues. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, No.47, p.821–837, ISSN 0268-3768
- [17] RAJA, V., ZHANG, S., GARSIDE, J., RYALL, C., WIMPENNY, D. (2006). Rapid and cost-effective manufacturing of high-integrity aerospace components. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, No.27, p.759–773, ISSN 0268-3768
- [18] PAUL, C., MISHRA, S., PREMSINGH, C., BHARGAVA, P., TIWARI, P., KUKREJA, L. (2011). Studies on laser rapid manufacturing of cross-thin-walled porous structures of Inconel 625. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, No.61, vol.5–8, p.757–770, ISSN 0268-3768
- [19] CHRYSSOLOURIS, G., ZANNIS, S., TSIRBAS, K., LALAS, C. (2002). An experimental investigation of laser cladding. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, No.51, vol.1, p.145-148, ISSN 0007-8506
- [20] WU, Q., LI, W., ZHONG, N., GANG, W., HAISHAN, W. (2013). Microstructure and wear behavior of laser cladding VC–Cr₇C₃ ceramic coating on steel substrate. *Materials & Design*, No.49, p.10-18, ISSN: 0261-3069
- [21] AMINE, T., NEWKIRK, J.W., LIOU, F. (2014). Numerical simulation of the thermal history multiple laser deposited layers. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, No.73, p.1625–1631, ISSN 0268-3768
- [22] LEI, Y., SUN, R., TANG, Y., NIU, W. (2015). Microstructure and phase transformations in laser clad Cr_xSy/Ni coating on H13 steel. *Optics and Lasers in Engineering*, No.66, p.181–186, ISSN 0143-8166
- [23] WENG, F., CHEN, C., YU, H. (2014). Research status of laser cladding on titanium and its alloys: A review. *Materials & Design*, No. 58, p.412–425, ISSN: 0261-3069
- [24] HINTZE, W., FRÖMMING, H., DETHLEFS, A. (2010). Influence of machining with defined cutting edge on the subsurface microstructure of WC–Co parts. *International Journal of Refractory Metals & Hard Materials*, No 28, p.274–279, ISSN 0263-4368
- [25] BONNY, K., DEBAETS, P., QUINTELIER, J., VLEUGELS, J., JIANG, D., VANDERBIEST, O., LAUWERS, B., LIU, W. (2010). Surface finishing: Impact on tribological characteristics of WC–Co hardmetals. *Tribology International*, No.43, p.40–54, ISSN: 0301-679X
- [26] TILLMANN, W., HOLLINGSWORTH, P., BAUMANN, I., HIEGEMANN, L., WEDDELING, C., TEKKAYA, A.E., RAUSCH, S., BIERMANN, D. (2014). Thermally sprayed finestructured WC-12Co coatings finished by ball burnishing and grinding as an innovative approach to protect forming tools against wear. *Surface & Coatings Technology*, IN PRESS, ISSN: 0257-8972
- [27] BARTARYA, G., CHOUDHURY, S.K. (2012). State of the art in hard turning. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, No.53, p.1–14, ISSN 0890-6955
- [28] JAWAHIR, I.S., BRINKSMEIER, E., M'SAOUBI, R., ASPINWALL, D.K., OUTEIRO, J.C., MEYER, D., UMBRELLO, D., JAYAL, A.D. (2011). Surface integrity in material removal processes: Recent advances. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, No.60, p.603–626, ISSN 0007-8506
- [29] TÖNSHOFF, H.K., ARENDT, C., AMOR, B.R. (2000). Cutting hardened steel. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, No.49, vol.2, p.1-19, ISSN 0007-8506

- [30] WOOD, R.J.K. (2010). Tribology of thermal sprayed WC-Co coatings. *International Journal of Refractory Metals & Hard Materials*, No.28, p.82-94, ISSN 0263-4368
- [31] BALAMURUGAN, G.M., DURAISELVAM, M., ANANDAKRISHNAN, V. (2012). Comparison of high temperature wear behaviour of plasma sprayed WC-Co coated and hard chromium plated AISI 304 austenitic stainless steel. *Materials & Design*, No.35, p.640-646, ISSN: 0261-3069
- [32] WEINERT, K., INASAKI, I., SUTHERLAND, J.W., WAKABAYASHI, T. (2004). Dry machining and minimum quantity lubrication. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, No.53, vol.2, p.511-537, ISSN 0007-8506
- [33] BABU, P.S., BASU, B., SUNDARARAJAN, G. (2010). Abrasive wear behaviour of detonation sprayed WC-12Co coatings: Influence of decarburization and abrasive characteristics. *Wear*, No.268, p.1387-1399, ISSN 0043-1648
- [34] BELMONTE, M., FERRO, P., FERNANDES, A.J.S., COSTA, F.M., SACRAMENTO, J., SILVA, R.F. (2003). Wear resistant CVD diamond tools for turning of sintered hardmetals. *Diamond and Related Materials*, No.12, p.738-743, ISSN 0925-9635
- [35] BELMONTE, M., OLIVEIRA, F.J., SACRAMENTO, J., FERNANDES, A.J.S., SILVA, R.F. (2004). Cutting forces evolution with tool wear in sintered hardmetal turning with CVD diamond. *Diamond and Related Materials*, No.13, p.843-847, ISSN 0925-9635
- [36] ALMEIDA, F.A., OLIVEIRA, F.J., SOUSA, M., FERNANDES, A.J.S., SACRAMENTO, J., SILVA, R.F. (2005). Machining hardmetal with CVD diamond direct coated ceramic tools: effect of tool edge geometry. *Diamond and Related Materials*, No.14, p.651-656, ISSN 0925-9635
- [37] ZHONG, Z.W., PENG, Z.F., LIU, N. (2007). Surface roughness characterization of thermally sprayed and precision machined WC-Co and Alloy-625 coatings. *Materials Characterization*, No.58, p.997-1005, ISSN 1044-5803
- [38] SHAO, H., LI, L., LIU, L.J., ZHANG, S.Z. (2013). Study on machinability of a stellite alloy with uncoated and coated carbide tools in turning. *Journal of Manufacturing Processes*, No.15, p.673-681, ISSN 1526-6125
- [39] AYKUT, Ş., BAGCI, E., KENTLI, A., YAZICIOĞLU, O. (2007). Experimental observation of tool wear, cutting forces and chip morphology in face milling of cobalt based super-alloy with physical vapour deposition coated and uncoated tool. *Materials & Design*, No.28, p.1880-1888, ISSN: 0261-3069
- [40] BAGCI, E., AYKUT, Ş. (2006). A study of Taguchi optimization method for identifying optimum surface roughness in CNC face milling of cobalt-based alloy (stellite 6). *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, No.29, p.940-947, ISSN 0268-3768
- [41] OZTURK, S. (2014). Machinability of Stellite-6 coatings with ceramic inserts and tungsten carbide tools. *Arabian Journal For Science And Engineering*, No.39, p.7375-7383, ISSN 1319-8025

Abstract

Artilec: Přístup v obrábění tvrdých povlaků připravených laserovým navařováním a žárovým nástřikem

Authors: Diego Carou¹
Jan Rehoř¹
Igor Vilček¹
Šárka Houdková²

Workplace: ¹Regionální technologický institut, Západočeská univerzita v Plzni
²Nové technologie – výzkumné centrum, Západočeská univerzita v Plzni

Keywords: Povlaky, Laserové navařování, Obrábění, Stellite, WC-Co, Žárové stříkání, Žárové nástřiky

Žárové nástřiky a laserová navařování jsou v dnešní době široce používané metody nanášení povlaků nacházející uplatnění v mnoha aplikacích v průmyslu. Jedním z mnoha možných příkladů uplatnění je výroba či renovace výrobních nástrojů (formy, zápustky a raznice). Dále se povlaky s oblibou aplikují u výrobků vyžadující vysokou tvrdost, resp. otěruvzdornost na funkčním povrchu s houževnatým jádrem, apod. Porovnáním základních parametrů povlaků jsou povlaky zcela odlišné, zejména pak strukturou, tloušťkou a soudržností povlaku se základním materiálem.

Z hlediska obrábění je nutné přistupovat k nástřikům a návarům zcela odlišně. U nástřiků se jedná o tloušťku povlaků řádově v setinách až desetinách milimetru a u návarů řádově v desetinách milimetru až milimetrech. Rovněž přilnavost

nástřiku k substrátu je důležitým faktorem na rozdíl od návaru. Obecně je nutné přistupovat k obrábění povlaků velmi obezřetně v porovnání s objemovým obráběním.

Článek se v první části zabývá základní charakteristikou zmiňovaných metod povlakování. Povlaky se obvykle dále obrábí některými z dokončovacích metod obrábění za účelem zvýšení kvality jejich povrchu. Nicméně, vlastnosti povlaků, jako je např. vysoká tvrdost, omezují dosažení uspokojivých výsledků konvenčním obráběním jako např. soustružením či frézováním.

Chceme-li tyto povlaky obrábět konvenčně, jeví se často broušení jako jediná možnost. Nicméně, moderní průmysl vyžaduje vyšší flexibilitu a produktivitu. Z těchto důvodů je vhodné uvažovat i o jiné alternativě jako je například soustružení či frézování. V tomto smyslu je v druhé části článku uvedeno několik příkladů experimentálního výzkumu obrábění povlaků na bázi WC-Co a Stellite. Výzkum v této oblasti může přinést nové poznatky v obrábění takovýchto tvrdých povlaků.

Příspěvek č.: 201502

Paper number: 201502

Copyright © 2015 Strojírenská technologie. Všechna práva vyhrazena.

Copyright © 2015 by Strojirenska technologie. All rights reserved.

Moderní technologie dokončování velmi přesných děr vystružováním a její vliv na užité vlastnosti výrobků

Stanislav Fiala¹, Karel Kouřil¹, Jan Řehoř²

¹HAM-FINAL s.r.o, Vlárská 22, 628 00 Brno, Česká republika. E-mail: fiala@ham-final.cz, kouril@ham-final.cz.

²Regionální technologický institut, Západočeská univerzita v Plzni, Univerzitní 8, 306 14 Plzeň, Česká republika. E-mail: rehor4@kto.zcu.cz.

Jeden přívlastek, který by naše doba mohla nést je spotřební. Přesto je u mnoha výrobků kladen důraz na vyšší živostnost a spolehlivost. Tyto vlastnosti jsou do značné míry ovlivněny i technologií výroby. Rozvoj v oblasti moderních technologií, nových materiálů, konstrukčních řešení obráběcích strojů, nástrojů, jako i robotizace a automatizace, nová kontrolní a měřicí zařízení to vše přispívá nemalou měrou k zlepšení užitečných vlastností nových výrobků. Uvedené trendy se týkají především automobilového průmyslu, hydraulických komponentů atd. Právě v těchto oblastech technologie dokončování velmi přesných děr prošla za poslední desetiletí velkým vývojem. Společnost HAM-FINAL prošla touto cestou. Předkládaný příspěvek popisuje základní způsob dosažení lepší drsnosti povrchu, tvarové a rozměrové přesnosti u obráběných děr s využitím nástrojů HAM-FINAL. Dále text předkládá možné trendy dalšího vývoje technologie obrábění velmi přesných děr vystružováním.

Klíčová slova: vystružování, užité vlastnosti

Poděkování

Výsledky praktického příkladu uvedené v příspěvku vznikly v rámci řešení projektu č. TA022010236 s názvem „Výzkum a vývoj vysoce přesných produktivních řezných nástrojů nové generace s využitím inovativních technologií a progresivních materiálů“, který byl finančně podpořen TA ČR.

Literatura

- [1] FIALA S., KOUŘIL K., ŘEHOŘ J., a kol. (2014). Výzkum a vývoj vysoce přesných produktivních řezných nástrojů nové generace s využitím inovativních technologií a progresivních materiálů. Průběžná zpráva k projektu TA02010236 za rok 2014, HAM-FINAL s.r.o., Brno,
- [2] ŘEHOŘ, J., KOUŘIL, K., KROFT, L., SKLENIČKA, J. (2014). Trendy v konstrukci výstružníků. *Strojírenská technologie*, roč. 19, č. 3,4, s. 227-232. ISSN: 1211-4162
- [3] FIALA S., KOUŘIL K., ŘEHOŘ J., a kol. (2013). Výzkum a vývoj vysoce přesných produktivních řezných nástrojů nové generace s využitím inovativních technologií a progresivních materiálů. Průběžná zpráva k projektu TA02010236 za rok 2013, HAM-FINAL s.r.o., Brno.
- [4] FIALA S., KOUŘIL K., ŘEHOŘ J., a kol. (2012). Výzkum a vývoj vysoce přesných produktivních řezných nástrojů nové generace s využitím inovativních technologií a progresivních materiálů. Průběžná zpráva k projektu TA02010236 za rok 2012, HAM-FINAL s.r.o., Brno.

Abstract

Article: Modern Reaming Technology of Finishing of Very Precise Holes and Its Impact on Product Qualities

Authors: Stanislav Fiala¹
Karel Kouřil¹
Jan Řehoř²

Workplace: ¹HAM-FINAL s.r.o, Brno.
²Faculty of Mechanical Engineering, UWB in Pilsen.

Keywords: Reaming, Product qualities

The consumption is one of many attributes that could be joined with our time. Nevertheless in many products there is an emphasis on increased durability and reliability. These properties are largely affected by production technology. Development in the area of modern technologies, new materials, machine designs, tools as well as robotics, automation, new control and measuring devices, all contribute in no small part to improve properties of new products. These trends are especially related to automotive industry, hydraulic components etc.

For the functionality of components, there is very often used the piston movement in cylinder. It carries out risen demands on quality of all elements which are related directly to this movement. Naturally the reaming process is used for the precise cylinder hole production. The most widespread tools for these processes are reamers made of sintered carbide, but the required demands on quality of machining surface are not very often fulfilled.

Reaming is the most common finishing procedure for the hole production. Producing the reamed holes in higher levels of accuracy is very often a problematic process, mainly in case of high requirements on shape precision of holes, stability of dimension and shape reproducibility and the economic features of machining. The reamers made of sintered carbide with a deposit thin layer are the most spread ones from the cutting material point of view. In last few years there was made a progress in the cermet, cubic boron nitrid or PKD reamer development. These materials enable to increase the cutting conditions thanks to their higher hardness. The cermet reamers are made as the monolith or with the steel stem and cermet plates.

Technology of finishing of very precise holes has gone through a great development in these areas in last decade. Company HAM-FINAL is one of main contributors in this development. This article describes the basic way to achieve better surface roughness, shape and dimension accuracy of machined holes using HAM-FINAL tools. Further text presents possible trends in development of reaming technology of very precise holes.

Príspevek č.: 201503

Paper number: 201503

Copyright © 2015 Strojírenská technologie. Všechna práva vyhrazena.

Copyright © 2015 by Strojirenska technologie. All rights reserved.

Historie alternativních pohonů III

František Klimenda, Josef Soukup

Fakulta výrobních technologií a managementu, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, 400 01 Ústí nad Labem, Česká republika. E-mail: klimenda@fvvm.ujep.cz, soukupj@fvvm.ujep.cz

Článek se zabývá využíváním alternativních zdrojů energie k pohonu silničních vozidel. Jedná se konkrétně o pohon elektromotorem a hybridní pohon, což je kombinace dvou různých druhů pohonu. První část článku je zaměřena na alternativní pohon vozidel pomocí elektromotoru, kde je popsáno základní koncepční uspořádání elektromobilů. U prvního uspořádání je elektromotor uložen centrálně ve vozidle, u druhého jsou dva elektromotory uloženy tandemově a u třetího koncepčního uspořádání je elektromotor uložen zvlášť v každém kole. Dále je zde porovnání elektromobilu s vozidlem se zážehovým a vznětovým motorem. V druhé části jsou popsány hybridní pohony. U hybridních pohonů vycházíme stejně jako u elektromobilů ze základních koncepcí. V tomto případě se jedná o koncepci sériovou, paralelní a smíšenou. V závěru jsou porovnány vyráběná hybridní vozidla nižší, střední vyšší střední a vyšší třídy. Přičemž u obou alternativních variant pohonů je největší problém s nízkou kapacitou akumulátorů.

Klíčová slova: elektromotor, hybridní pohon, alternativní pohon

Literatura

- [1] KLIMENDA, F, SOUKUP, J. (2014). Historie alternativních pohonů I, *Strojírenská technologie*, roč. 19, č. 3,4 s. 175-181, ISSN 1211-4162.
- [2] KLIMENDA, F, SOUKUP, J. (2014). Historie alternativních pohonů II, *Strojírenská technologie*, roč. 19, č. 3,4 s. 181-187, ISSN 1211-4162.
- [3] KLIMENDA, F, SOUKUP, J. (2014): Návrh hybridního pohonu, *Strojírenská technologie*, roč. 19, č. 2, s. 82-87, ISSN 1211-4162.
- [4] KLIMENDA, F. (2013). *Návrh koncepce hybridního pohonu pro dodávkový automobil*, Diplomová práce, Fakulta výrobních technologií a managementu, UJEP v Ústí nad Labem, 63 s.
- [5] ŠŤASTNIAK, P., HARUŠINEC, J., GERLICI, J., LACK, T. (2013). Štrukturální analýza konstrukce rámu nákladného podvozka, *Strojírenská technologie*, roč. 18, č. 2, s. 105-111, ISSN 1211-4162.
- [6] VLK, F. (2004). *Alternativní pohony motorových vozidel*, 1. vydání, Brno, vlk, 234 s, ISBN 80-239-1602-5.
- [7] KAMEŠ, J. (2004). *Alternativní pohony automobilů*, 1. vydání, BEN - Technická literatura, Praha, ISBN 80-7300-127-6.

Abstract

Article: History of Alternative Drives III

Authors: František Klimenda
Josef Soukup

Workplace: Faculty of Production Technology and Management, Jan Evangelista Purkyně University in Ústí nad Labem, Czech Republic

Keywords: electromotor, hybrid drive, alternative drives

The article deals of the alternative drivers for road vehicles. They are an electromobile, hybrid drives and drive by flywheel. In the first part of article is described drive by electromotors. Electromobil is vehicles which have to drive one or more electromotor. This electromotors are powered by accumulators. The accumulators are components of vehicle. The first electromobil was constructed in 1835 by Prof. Sibrandus Stratinghe. The first Czech electromobil was constructed in 1895 by Ing. František Křižík. The electromot have powered 3,6 kW. We have a three basic variant of conceptions for electromobile. The first variant of conception have electromotor in the middle of vehicle, the second variant have two electromotors which are mounted in tandem and the third conception's variant have electromotor in each wheel of vehicle. The electromotors are divided on DC and AC electromotors. Each electromotor is consisting from stator, rotor and comutator. The types of accumulators are: lead battery, nickel-cadmium, nickel-metalhydrid, sodium-nickelchloride, lithium-ionic,

lithium-polymer, zinc-air, etc. The hybrid drive is a drive with more than one type of drive. In present it is a combination of combustion engine and electromotor. Hybrid drive are divided by conception on series, parallel a combined, by degree of hybridization on micro-, mild- and full-hybrid, by conception of drive on combustion engine + accumulator + electromotor, gas turbine + generator + accumulator + electromotor, combustion engine + flywheel. The weight and capacity of accumulators is the biggest problem of hybrid drive. Accumulators have a low capacity and high weight. The flywheel have efficiency about 98% and his speed is more than 100 000 rev./min. The drive by flywheel develops company Volvo (carbon material, diameter 200 mm, weight 6 kg, speed 60 000 rev./min) , Ferrari, Porsche and other company.

Príspevek č.: 201504

Paper number: 201504

Copyright © 2015 Strojírenská technologie. Všechna práva vyhrazena.

Copyright © 2015 by Strojirenska technologie. All rights reserved.

Hodnocení kvality vybraných hliníkových slitin z hlediska tvaru třísky

Pavel Kraus, Nataša Náprstková

Fakulta výrobních technologií a managementu, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, 400 01 Ústí nad Labem, Česká republika. E-mail: kraus@fvtm.ujep.cz, naprstkova@fvtm.ujep.cz

Tento článek se zabývá hodnocením hliníkových slitin z hlediska tvorby třísky při jejich obrábění. Tvorba požadovaných tvarů třísek je indikátorem kvality výsledných struktur vyrobených slitin. Práce byla realizována v rámci řešení úkolu pro jednu českou firmu, která se zabývá výrobou hliníkových polotovarů. Tvorba třísek je jedním z ukazatelů požadované kvality konečného produktu ve firmě. V rámci řešení byly hodnoceny třísky dle kritérií tvar a velikost třísky/obracované slitiny a počet třísek na 100 g třísky / obráběné slitiny

Klíčová slova: slitina, hliník, tříska, hodnocení, obrábění

Poděkování

Příspěvek byl realizován díky grantům SGS 2014 UJEP a OP 2.2 No. CZ.1.07/2.2.00/28.0296.

Literatura

- [1] BOLIBRUCHOVÁ, D., TILLOVÁ, E. (2005). *Zlievarenské zliatiny Al-Si*, ŽU v Žiline, EDIS, ISBN 80-8070-485-6.
- [2] CAIS, J., WEISS, V., SVOBODOVÁ, J. (2014), Relation between Porosity and Mechanical Properties of Al-Si Alloys Produced by Low-Pressure Casting, *Archives of Foundry Engineering*, Vol. 14, Issue 2, ISSN 1897-3310.
- [3] MÁDL, J., RŮŽIČKA, L., LATTNER, M., (2013). The Effect of Chemical Elements on the Machinability of Aluminium Alloys, *Manufacturing Technology*, Vol. 13, No. 3, p. 349-353, ISSN 1213-2489.
- [4] LUKÁČ, I., MICHNA, Š., (1999), *Atlas struktur a vad u hliníku a jeho slitin*, Deltaprint, Děčín, ISBN 80-238-4611-6.
- [5] KOČMAN, K., (2004), *Speciální technologie obrábění*, Brno, FSO VUT, 2004, ISBN 80-214-2562-8.
- [6] Kolektiv autorů, (2004), *Terminologie obrábění a montáže*, UJEP, Ústí nad Labem.
- [7] NÁPRSTKOVÁ, N., (2012). Vliv očkovaní slitiny AlSi7Mg0,3 očkovačem AlTi5B1 na opotřebení nástroje při jejím obrábění, *Strojírenská technologie*, č. 5, 6, s. 330-338, ISSN 1211-4162.
- [8] MICHNA, Š., NÁPRSTKOVÁ, N. (2012). Research into the causes cracking of aluminum alloys of Al – Cu during mechanical machining, *Manufacturing Technology*, Vol. 12, No. 12, p. 47-51, ISSN 1213-2489.
- [9] KŘÍŽ, A., (2007), *Obrábění slitiny AlSiMg0,5Mn nástroji s progresivními tenkými vrstvami* [online]. In 5th international conference Aluminium 2007. Hotel Bezděz, Staré Splavy. Dostupné na WWW <http://www.ateam.zcu.cz/download/prispevek_Aluminium07.pdf>
- [10] MÁDL, J.; KAFKA, J.; VRABEC, M.; DVOŘÁK, R., (2005), *Technologie obrábění*, ČVUT, Praha.
- [11] MICHNA, Š., LUKÁČ, I., OČENÁŠEK, V., KOŘENÝ, R., DRÁPALA, J., SCHNEIDER, H., IŠKUFOVÁ a kol., (2005), *Encyklopedie hliníku*, Adin, Prešov, ISBN 80-89041-88-4.
- [12] MICHNA, Š., NOVÁ, I., (2008), *Technologie a zpracování kovových materiálů*, Adin, s.r.o., Prešov, ISBN 978-80-89244-38-6.
- [13] ROUČKA, J., (2004), *Metalurgie neželezných slitin*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 148 s. ISBN 80-214-2790-6.
- [14] ČSN EN 573-1, (2005), Hliník a slitiny hliníku – Chemické složení a druhy tvářených výrobků – Číselné označování.
- [15] ČSN EN 573-3, (2009), Hliník a slitiny hliníku – Chemické složení a druhy tvářených výrobků – Chemické složení a druhy výrobků.
- [16] ČSN EN 1706, (2010), Hliník a slitiny hliníku - Odlitky - Chemické složení a mechanické vlastnosti.
- [17] ISO 3685, (1999), Zkoušení trvanlivosti soustružnických nástrojů s jednou řeznou hranou.

Abstract

Article: Evaluation of Quality for Machining of Selected Aluminum Alloys in Terms of Chip Formation

Author: Pavel Kraus
Nataša Náprstková

Workplace: Faculty of Production Technology and Management, JEPU in Ustí nad Labem

Keywords: aluminium, alloy, chip, machining

Target of this article deals with the ranging of machinability for selected aluminium alloys from the perspective of chip formation. Making of the required chips is an indicator of the quality of the resulting structures produced alloys. The work was made in the frame of practical task from one Czech company, which is engaged in production of aluminum semi-finished products. Formation of chips is one from one indicator of the required quality for final product in the company. In the frame of the work the evaluation of chips was made in according criteria the shape and size / machined alloy and the number of chips per 100g of chips / machined alloy.

As part of the experiments were to test subjected 25 samples of 9 alloys. All parameters and cutting conditions were set for all tested samples as well (Fig. 1, Tab. 1).

Macroscopic evaluation showed no visible structural defects. The structures of all tested alloys were fibrous outside alloy 201103, which has been in the factory premise that has recrystallized structure (Fig. 2).

Microscopic evaluation confirmed the macroscopic evaluation. In the alloys were not found any defects that could affect the machinability of the alloy and therefore its required quality. The structure under the microscope appeared as fibrous except the above-mentioned alloy 201103, which had recrystallized structure (Fig. 3, 4). In the such alloys appeared phases, which agree with the prescribed chemical composition of the tested alloys (Fig. 5).

Evaluation chips were proceeding on two criteria required by company -shape and size chips / machined alloy and the number of chips per 100g of chips / machined alloy (Fig. 6, Tab. 2, 3).

To the classification of the shape and size of the chips used internal work instruction of company which has its origin in the international standard ISO 3685.

The tested alloys were compared to each other according to the above criteria. As the alloys best suited for machining from experiment came alloys 7075 and 6023, which had according to both criteria best results. Conversely, the biggest chip of tested alloys had alloy 6082.

For each of the tested alloys were prepared classification lists that contain information about the alloy, its condition, class of chip and number of chips per 100g, machinability, structure, ultimate strength, yield strength and ductility (Fig. 7).

The measured results show that the best results in terms of machinability alloys, which was evaluated based on the shape and size of the chips in the frame evaluating group that the best results had alloys that had elementary short chip and the number of chips per 100g of chips was higher than 5000.

Vliv materiálu lící formy na strukturu slitiny AlCu4SiMg

Ingrid Kvapilová, Jaromír Cais, Štefan Michna

Fakulta výrobních technologií a managementu, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, 400 01 Ústí nad Labem, Česká republika. E-mail: kvapilova@fvtm.ujep.cz

Cílem provedeného experimentu bylo vzájemné porovnání vlivu materiálu slévárenské formy (grafit, sádra a sádra s boraxem) na stav mikrostruktury zkoumané slitiny odlévané do zmíněných forem. Mikrostruktura slitiny byla hodnocena zejména s důrazem na tvar a velikost dendritických buněk, dále pak na morfologii a rozmístění a chemické složení vyloučených intermetalických fází. K hodnocení bylo využito v první řadě makroskopické analýzy. Analýza mikrostruktury zkoumané slitiny byla provedena za pomoci světelné a elektronové mikroskopie. Chemické složení identifikovaných intermetalických fází bylo podrobněji zkoumáno prostřednictvím energiové disperzní spektrometrie (EDS analýzy).

Klíčová slova: slévárenská forma, dural, mikrostruktura, dendrit, intermetalická fáze, EDS

Literatura

- [1] MICHNA, Š., LUKÁČ, I., LOUDA et al. (2007). *Aluminium materials and technologies from A to Z*, Printed by Adin, s.r.o., Prešov, ISBN 978-80-8244-18-8.
- [2] MICHNA, Š., LUKÁČ, I. (1999). *Atlas struktur a vad u hliníku a jeho slitin*, Deltaprint, Děčín, ISBN 80-238-4611-6.
- [3] MICHNA, Š., LUKÁČ, I. (2008). *Technologie a zpracování kovových materiálů*, Adin, s.r.o., Prešov, ISBN 978-80-89244-38-6.
- [4] MICHNA, Š., LUKÁČ, I. (2002). Štruktúra a mikrosegregácia zliatiny, AlCu4PbMgMn v liatom stave, *Slévárství* 2-3/2002, ISSN 0037-6825.
- [5] WEISS, V., KVAPILOVÁ, I., STŘIHAVKOVÁ, E. (2013). Strukturální analýza slitiny AlCuMgMn po homogenizačním žhání, *Technológ*, 2/2013, Žilina, ISSN 1337-8996.
- [6] WEISS, V., KVAPILOVÁ, I., STŘIHAVKOVÁ, E. (2013). Porovnání strukturálních a mechanických vlastností slitiny AL-Zn odlévané do kovové a bentonitové formy, *Technológ*, 2/2013, Žilina, ISSN 1337-8996.
- [7] WEISS, V., KVAPILOVÁ, I. (2013). Assessment of the effect of temperature and annealing time homogenization AlCu4MgMn alloys in terms of microstructure image analysis methods and EDX, *Manufacturing Technology*, March 2013, Vol.13, No, 13, ISSN 1213 -2489.

Abstract

Artilce: Effect of the Mold Material for the Structure Of The Alloy AlCu4SiMg

Authors: Ingrid Kvapilová
Jaromír Cais
Štefan Michna

Workplace: J. E. Purkyně University in Ústí nad Labem, Faculty of Production Technology and Management, Department of Technologies and Materials Engineering

Keywords: foundry mold, alloy, microstructure dendrite, intermetallic phase, EDS

The aim of the experiment was to compare the effect of mutual foundry mold material (graphite, gypsum and gyp-sum with borax) on the state of the microstructure of the investigated alloy cast in these molds. The microstructure of the alloy was assessed with particular emphasis on the shape and size of dendritic cells, as well as on the morphology and chemical composition and deployment of excluded intermetallic phases. The evaluation was used primarily macroscopic analysis, which focused on the examination of the morphology and distribution of the resulting porosity depending on the used mold.

Analysis of the microstructure of the investigated alloy was performed using light (with using confocal microscope) and electron (with using scanning electron microscope) microscopy. Chemical composition identified intermetallic phases was examined in detail by energy dispersive spectrometry (EDS analysis).

Based on experiments it can be concluded that castings made from the alloy AlCu4SiMg cast into a graphite mold showed the smallest amount of porosity. Pore dimensions in the cast microstructure of the cast in a graphite mold was smallest. The morphology, size and frequency of pores in the microstructure of castings from molds of gypsum and gypsum with the addition of borax was not significant difference. The size of dendritic cells α phase smallest in foundry molds made of graphite. Dendrites in the microstructure of castings produced in the molds of gypsum were in the order of about 50% larger. The microstructure of the alloy were identified AlCu4SiMg intermetallic phases CuAl₂ while polycomponent intermetallic phase globular shape of the Al-Cu-Si-Mg.

Príspevek č.: 201506

Paper number: 201506

Copyright © 2015 Strojírenská technologie. Všechna práva vyhrazena.

Copyright © 2015 by Strojirenska technologie. All rights reserved.

Vliv slévárenské formy na strukturu hliníkové slitiny AlCu4MgMn

Irena Lysoňková

Fakulta výrobních technologií a managementu, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, 400 01 Ústí nad Labem, Česká republika. E-mail: lysonkova@fvtm.ujep.cz

Struktury odlitků se liší dle mnoha vlivů (slitina, forma, doba chladnutí atd.). Základem je chemické složení určené typem slitiny, a následně přidáním dalších legujících prvků. Dále pak podmínky odlévání – typ odlévání, slévárenská forma. Samotnou strukturu je možné ovlivnit následným tepelným zpracováním. Tento článek se bude zabývat vlivem slévárenské formy na strukturu slitiny AlCu4MgMn.

Klíčová slova: AlCu4MgMn, kovová forma, sádrová forma, grafitová forma

Literatura

- [1] MICHNA, Š., LUKÁČ, I., OČENÁČEK, V., KOŘENÝ, R., DRÁPALA, J., SCHNEIDER, H., MIŠKUFOVÁ, A. A KOL. (2005). *Encyklopedie hliníku*, ADIN, Prešov.
- [2] LUKÁČ, I., MICHNA, Š. (1999). *Atlas struktur a vad hliníku*, DELTAPRINT, Děčín
- [3] NĚMEC, M., BEDNÁŘ, B., STUNOVÁ, B. (2009). *Teorie slévání*, ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ, Praha
- [4] MICHNA, Š., NOVÁ, I. (2008). *Technologie a zpracování kovových materiálů*, ADIN, Prešov.
- [5] SEDLÁČEK, V. (1979). *Neželezné kovy a slitiny*, SNTL, Praha
- [6] NOVÁ, I. (2006). *Teorie slévání I. díl*, TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI, Liberec, 2006
- [7] WEISS, V., SVOBODOVÁ, J., CAIS, J. (2014). *The Crystal Segregation during Casting of the Alloy AlZn5,5Mg2,5Cu1,5*, Archives of Foundry Engineering, Vol. 14, Issue 2, p. 63 – 68, ISSN 1897-3310
- [8] WEISS, V., STRÍHAVKOVÁ, E. (2012). Influence of the homogenization annealing on microstructure and mechanical properties of AlZn5,5Mg2,5Cu1,5 alloy, *Manufacturing Technology*, Vol. 12, No. 13, p. 297-302, ISSN 1213-2489
- [9] WEISS, V. (2014). Vliv různých forem k odlévání na vybrané vlastnosti experimentální slitiny AlZn5,5Mg2,5Cu1,5, *Strojírenská technologie*, březen 2014, č. 2, s. 132-136, ISSN 1211-4162
- [10] WEISS, V. (2012). Vliv slévárenských forem na kvalitu povrchu a strukturu slitiny AlZn5,5Mg2,5Cu1,5, *Strojírenská technologie*, únor/duben 2012, č. 1, 2, s. 132-136, ISSN 1211-4162
- [11] NOVÁ, I. (2007). *Teorie slévání II. díl*, TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI, Liberec
- [12] WEISS, V. (2011). Výzkum vlivu parametrů ovlivňujících difuzní procesy homogenizačního žhání hliníkových slitin legovaných mědí a zinkem, Ústí nad Labem, 2011, Disertační práce, UJEP

Abstract

Article: Influence Mold for Structure of Surface AlCu4MgMn

Authors: Irena Lysoňková

Workplace: Faculty of Production Technology and Management, JEPU in Ústí nad Labem

Keywords: AlCu4MgMn, metal mold, gypsum mold, graphite mold

This article deals with structure of aluminum alloy after casting. The structure of casting varies to many factors. It is a type of alloy, casting mold, type casting, cooling rate and any heat treatment. This article deals about structure of alloy AlCu4MgMn cast in metal, gypsum and graphite molds. Graphite mold was evaluated without preheating. Metal mold without preheating, with preheating to 150°C and with preheating to 220°C. Gypsum molds with ratio of water and gypsum of 100:60 with preheating to 500°C, in the same proposition preheating to 600°C and a plaster mold with ratio water and gypsum 100:38 and preheating to 500°C. Alloy AlCu4MgMn is called dural and is characterized mainly by strength (up to 400 MPa). Durals are used mainly in aviation mechanical and engineering. Used specifically for the production of rods,

profiles and pipes. Subsequently conducted evaluation. Here was a comparison of macrostructure and microstructure of this aluminum alloy. The structure was evaluated using images that are presented here. At first was evaluated macrostructure. For this evaluation, the sample was cross-sectioned and then grinding and polishing. Consequently, are samples etched with sodium hydroxide at a temperature of seventy degrees of Celsius in ten minutes. Macrostructure is in the cast of metal mold coarse-grained and of gypsum mold is small-grained. Structure of graphite mold approximates plaster mold, ie. is more small-grained. In all forms is at the edges of cast are grained elongated. The second was microstructure. For microstructure of samples must be first cut. Consequently, it is necessary to grind and polish. Samples were then etched at room temperature for five minutes with ten percent phosphoric acid. At microstructures compared dendrite size. This evaluation was carried out also by means of images (all of these images should magnification 100x). In cast of metal mold are dendrite smallest, by the rapid heat dissipation. In cast of graphite mold are dendrite medium size. In cast of plaster mold are dendrite biggest. EDS analysis showed solid solution α AlCu₂.

Příspěvek č.: 201507

Paper number: 201507

Copyright © 2015 Strojírenská technologie. Všechna práva vyhrazena.

Copyright © 2015 by Strojirenska technologie. All rights reserved.

Řezné materiály pro vystružovací nástroje

Jan Řehoř¹, Jaroslava Fulemová¹, Karel Kouřil², Martin Šmejkal¹

¹Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta Strojní, Katedra technologie obrábění, Univerzitní 8, 306 14 Plzeň. Česká republika. E-mail: rehor4@kto.zcu.cz, fulemova@kto.zcu.cz, smejkal@kto.zcu.cz.

²HAM-FINAL s.r.o., Vlárská 22, 627 00 Brno. Česká republika. E-mail:kouril@ham-final.cz.

V současné době jsou stále častěji využívány progresivnější řezné materiály pro výrobu vystružovacích nástrojů. Právě volba vhodného řezného materiálu je jeden z mnoha ovlivňujících faktorů, který má vliv na produktivitu a výsledné kvalitativní parametry vystružené díry. Dle povahy, vlastností a vhodnosti použití je možné nástrojové materiály rozdělit do šesti základních skupin, přičemž pro výrobu výstružníků není prozatím vhodná pouze řezná keramika. Výstružníky jsou pak vyráběny ve formě monolitních nástrojů anebo nástrojů s pájenými břitovými desíčkami. Článek se věnuje charakteristice, volbě a příkladům použití řezných materiálů, které se používají pro již zmiňované vystružníky.

Klíčová slova: Výstružník, Cermet, Slinutý karbid, PKD, CBN

Poděkování, Acknowledgements

Tento příspěvek vznikl v rámci podpory projektu CZ.1.05/2.1.00/03.0093 – Regionální technologický institut. Projekt je financován z Evropského fondu pro regionální rozvoj a ze státního rozpočtu České republiky.

The Contribution was created due to the project CZ.1.05/2.1.00/03.0093 – Regional Technological Institute. The project is supported by the European Regional Development Fund and the state budget of the Czech Republic.

Literatura

- [1] Hole finishing - Kennametal. (2012). Dostupné z: http://www.kennametal.com/content/dam/kennametal/kennametal/common/Resources/Catalogs-Literature/Metalworking/Master%20Catalog%20-%20Metric%20Sections/A-11-02679_MasterCat_rotating_holefinishing_metric.pdf
- [2] MARTINCOVÁ, Z. (2008). *Supertvrde řezné materiály a jejich efektivní využití*, VUT Brno, Diplomová práce.
- [3] FIALA, S., KOUŘIL, K., ŘEHOŘ, J., a kol. (2012). Výzkum a vývoj vysoce přesných produktivních řezných nástrojů nové generace s využitím inovativních technologií a progresivních materiálů. Průběžná zpráva k projektu TA02010236 za rok 2012, HAM-FINAL s.r.o., Brno.
- [4] KOČMAN, K. (2011). *Technologické procesy obrábění*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství cerm, ISBN 978-80-7204-722-2, s. 330
- [5] NEPRÁŠEK, M. (2013). *Technologie výroby vysoce přesných otvorů vystružováním*. Západočeská univerzita v Plzni, Diplomová práce.
- [6] Polykrystalický kubický nitrid bóru. Sandvik Coromant [online]. 2012 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: http://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/knowledge/materials/cutting_tool_materials/polycrystalline_cubic_boron_nitride/pages/default.aspx
- [7] Polykrystalický kubický nitrid bóru. NTK Cutting tools [online]. 2012 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: http://www.ntkcuttingtools.com/product/ov_cermet.html
- [8] Think safety, think HSS. Hss forum [online]. 2012 [cit. 2014-12-10]. Dostupné z: <http://www.hssforum.com/ReamingEN.pdf>
- [9] MADL, J. (2012). Surface properties in precise and hard machining. *Manufacturing Technology*, No. 12, Vol. 12, ISSN 1213-2489, s. 158 – 166
- [10] NOVÁK, M. (2011). Surface quality of hardened steels after grinding. *Manufacturing Technology*, No. 11, Vol. 11, ISSN 1213-2489, s. 55-59
- [11] ŠMEJKAL, M. (2014). *Produktivní vystružování moderními výstružníky*. Západočeská univerzita v Plzni, Diplomová práce.
- [12] DUGIN, A., POPOV, A. (2012) Effect of the cutting tool wear on the ploughing force values. *Strojírenská Technologie*, XVII, 1,2. ISSN 1211-4162, s. 9-23.

Abstract

Article: **Cutting Materials for Reamers**

Authors: Jan Řehoř¹
Jaroslava Fulemová¹
Karel Kouřil²
Martin Šmejkal¹

Workplace: ¹Faculty of Mechanical Engineering, UWB, Pilsen, Czech Republic
²HAM-FINAL s.r.o., BRNO, Czech Republic

Keywords: Reamer, cemented carbide, cermet, CBN and PKD

Reaming is a finishing technology. The quality of a machined surface is improved by this manufacturing operation. Current hole accuracy after reaming is from IT6 to IT8 and roughness of machined surface is $Ra = 0.3 \div 0.8 \mu\text{m}$. Demands for the correct operation of a reamer are increasing, therefore it is important to choose the right cutting material. There is wide range of cutting and machined materials, so it is appropriate to use different kinds of cutting materials for one type of reamer. During reaming the fundamental criteria is the quality of the reamed hole and ensuring the techno-economic criteria of the cutting process. This involves tool life, productivity, costs of the hole, etc. Selection of a suitable cutting material must be in agreement with required demands and the design of such a tool must make provision for many parameters. Nowadays the most commonly used material is cemented carbide, which is usually deposited in a thin layer by PVD technology. With the gradual evolution of techno-economic criteria, HSS (high speed steel) tools are gradually being replaced by more efficient cutting tools, primarily cemented carbide. A modern trend is to use cermet for reaming tools. CBN is used for reaming difficult to cut materials, and diamond (PKD) is used for nonferrous materials. The last cutting material is ceramic. This kind of material is not used for the cutting edges of reamers because there are a few disadvantages: brittleness (when entering and leaving a hole there is impression on the tool), fixing is possible only with clamps (this influences the design and dimensions of a reamer) and there are problems with soldering of cutting edges (here is an area for future research and development). This article describes five different types of material and the advantages and disadvantages of using them. Information can also be found about cutting material producers, how to choose the best one for a specific combination of cutting technology and workpiece material and some examples of successful reaming.

Současné trendy středění nástrojů pro výrobu přesných děr

Jan Řehoř¹, Jaroslava Fulemová¹, Karel Kouřil², Pavel Matouš¹

¹Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta Strojní, Katedra technologie obrábění, Univerzitní 8, 306 14 Plzeň, Česká republika. E-mail: rehor4@kto.zcu.cz, fulemova@kto.zcu.cz, matous@students.zcu.cz.

²HAM-FINAL s.r.o., Vlárská 22, 627 00 Brno, Česká republika. E-mail:kouril@ham-final.cz.

Výroba velmi přesných děr si žádá nejen velmi přesných nástrojů, ale taktéž sofistikovanějších způsobů jejich upínání. Současné upínací systémy lze rozdělit do dvou základních skupin, a to na aktivní a pasivní. Pasivní systémy mají různou přesnost upnutí nástroje, která vychází z vlastní konstrukce upínače. Přesnost upnutí je vyjádřena maximální obvodovou házivostí. Aktivní systémy vycházejí z pasivního systému středění rezného nástroje a navíc přidávají možnost seřizovat míru excentricity (házívosti) až do jednotek mikrometrů v oblasti rezné části nástroje. Tento článek ve své první části představuje běžně používané nástrojové upínače, jejich základní charakteristiku, výhody a nevýhody. Následně jsou představeny aktivní systémy středění nástrojů se zaměřením na nástrojový systém HAM-FINAL RC.

Klíčová slova: Vystružování, středění nástrojů, upínače, seřizování nástrojů

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory GA ZČU v Plzni: SGS-2013-031 „Výzkum a vývoj pro inovace v oboru strojírenská technologie – technologie obrábění“.

Literatura

- [1] ČMIEL, M. (2009). Vývoj nástrojů s PKD, CVD vrstvou a CVD povlakem pro dokončování děr, Brno, dostupné z: https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/9338/2009_DP_Cmiel_Milan_84601.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [2] Hole finishing - Kennametal. (2012). Dostupné z: http://www.kennametal.com/content/dam/kennametal/kennametal/common/Resources/Catalogs-Literature/Metalworking/Master%20Catalog%20-%20Metric%20Sections/A-11-02679_MasterCat_rotating_holefinishing_metric.pdf.
- [3] NOVÁK, M., NÁPRSTKOVÁ, N. (2013). Vliv řezných podmínek na drsnost povrchu pro broušení oceli X6Cr-NiMoTi, *Strojírenská technologie*, roč. 18, č. 3, s. 182-186, ISSN1211-4162.
- [4] SOVA, F. (2001). *Technologie obrábění a montáže*, 3. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, 273 s. ISBN 80-708-2823-4.
- [5] ČVUT. Upínače rotačních nástrojů [online]. (2013) [cit. 2014-05-09]. Dostupné z: http://u12134.fsids.cvut.cz/podklady/ON/2013_6_Upinace_rotacnich_nastroju_2013.pdf
- [6] Hydraulický upínač [online]. (2014) [cit. 2014-05-09]. Dostupné z: <http://www.winter-servis.cz/obrazy/schunk/tendo1.jpg>
- [7] Polygonální upínače nástrojů TRIBOS. *Business life: Strojírenský speciál MSV 2014* [online]. (2014). s. 2 [cit. 2014-11-26]. Dostupné z: <http://www.industrybusinesslife.cz/wp-content/uploads/2014/09/Speci%C3%A1l-MSV-2014.pdf>
- [8] Rozložení teplot na upínači [online]. (2014) [cit. 2014-05-09]. Dostupné z: http://nd06.jxs.cz/046/934/ac2c2c66b3_97194621_o2.jpg
- [9] Tepelný upínač [online]. (2014) [cit. 2014-05-09]. Dostupné z: http://d2n4wb9orp1vta.cloudfront.net/resources/images/cdn/cms/MMS_1109_ct_schunk.jpg
- [10] Sborník z 2. workshopu v rámci projektu POSPOL: *Upínače Schunk*, (2012). Plzeň: ZČU.
- [11] BLADES, R. (1958). Compensatingtoolholder [patent]. USA. B23B 31/02, US2833544 A. Uděleno 6. květen 1958. Dostupné z: <http://www.google.com/patents/US2833544>.
- [12] Interní materiály společnosti HAM-FINAL.
- [13] Diatool [online]. (2014) [cit. 2014-05-09]. Dostupné z: http://www.dektechnik.cz/others/Katalog_Diatool.pdf

[14] Dihart DAH [online]. (2014) [cit. 2014-05-09]. Dostupné z: <http://www.directindustry.it/prod/komet-group/alesatori-7054-564238.htm>

[15] Garant. Příručka obrábění. (2006). [Německo]: [s. n.], 640 s.

Abstract

Article: **Modern Trends of Tool Centring for Manufacturing Precise Holes**

Authors: Jan Řehoř¹
Jaroslava Fulemová¹
Karel Kouřil²
Pavel Matouš¹

Workplace: ¹Faculty of Mechanical Engineering, UWB in Pilsen, PILSEN, Czech Republic
²HAM-FINAL s.r.o., BRNO, Czech Republic

Keywords: Reaming, tool centring, tool holders, tool adjusting

Production of very precise hole is complex problem, because there is demand on both very high-quality (precise) tools and more sophisticated system of their clamping. There are two basic groups of current tool holders; we can call them active and passive. Passive systems have different accuracy of tool clamping. It is caused by own design of tool holder. Accuracy of clamping is stipulated in maximal radial runout. Active systems are based on passive systems of tool centring and in addition there is possibility to adjust value of eccentricity in micrometers at the area of tool edge. At the beginning of this article there are introduced tool holders for tool with straight shank, it means their characteristic, pros and cons of their usage. Basic requirements, which the tool holder should meet, are following: perfect transmission of torque from a machine tool to a tool, ultra-precision tool centring with very good repeability, high own rigidity, easy and fast manipulation during hand exchange or a grip place for automatic exchange, cutting fluid supply into the place of cut, static and dynamic balancing, high service life, reasonable price and others. The next part is focused on description of active tool centring systems. As it was mentioned above, active systems of tool centring are based on passive systems, but there is possibility to set up the value of eccentricity in micrometers. Each producer of passive tool centring systems mentions the maximum value of tool radial runout; however this value is not measured in the area of tool edge, but in distance of X multiple of tool diameter from the rake of tool holder, see in the Tab. 1. Value of radial runout is proportionally rising with the length of tool. Solving of this problem is connected to active tool centring systems, which are able to set up the value of radial runout in the area of tool edge. These systems are suitable for production of very precise holes by reaming technology. Precise clamping of reamers is solved very long time (since 1956). Companies' MAPAL, DIHART and Czech company HAM-FINAL developed special centring system. System of adjusting can be seen in Fig. 6 and the design is in the Fig. 5.

Príspevek č.: 201509

Paper number: 201509

Copyright © 2015 Strojírenská technologie. Všechna práva vyhrazena.

Copyright © 2015 by Strojirenska technologie. All rights reserved.

Vystružování velmi přesných děr u hydrostatických komponent

Jan Řehoř¹, Jaroslava Fulemová¹, Daniel Rut¹, Veronika Třísková¹, Jan Kutlwašer¹, Kouřil Karel²

¹Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta Strojní, Univerzitní 8, 306 14 Plzeň. Česká republika. E-mail: rehor4@rti.zcu.cz, fulemova@rti.zcu.cz, daniel.rut.cz@gmail.com, triskova.v@gmail.com.

²HAM-FINAL s.r.o., Vlárská 22, 627 00 Brno. Česká republika. E-mail:kouril@ham-final.cz.

Dopravní a manipulační technika je jedním z hnacích motorů v oblasti strojírenské výroby. Mezi nejdůležitější komponenty patří hydrostatické mechanismy, jež jsou tvořeny hydromotory, čerpadly, rozvaděči, apod. Nedílnou součástí hydromotoru je servoventil, který mikropohybem pístku řídí průtok média. Servoventil je odlitek, obvykle z tvárné litiny, který je nutné ještě dále obrábět. Funkčnost hydrostatických obvodů je výrazně ovlivněna přesnými pohyby pístů. Z tohoto důvodu je nutné zajistit dostatečnou přesnost rozměru, kvalitu opracování a také geometrický tvar děr. Tento článek popisuje problematiku vystružování děr u hydraulických komponent výstružníky ze slinutého karbidu a cermety.

Klíčová slova: Hydromotory, vystružování, slinuté karbidy, cermety

Poděkování, Acknowledgements

Tento příspěvek vznikl v rámci podpory projektu CZ.1.05/2.1.00/03.0093 – Regionální technologický institut. Projekt je financován z Evropského fondu pro regionální rozvoj a ze státního rozpočtu České republiky.

The Contribution was created due to the project CZ.1.05/2.1.00/03.0093 – Regional Technological Institute. The project is supported by the European Regional Development Fund and the state budget of the Czech Republic.

Literatura

- [1] Internal backgrounds of Danfoss Power Solutions a.s. [cit. 2015-01-14]
- [2] Hema's Hydraulic Pumps. Diesel Progress [online]. (2013) [cit. 2015-01-14]. Available from <http://www.dieselprogress.com/April-2013/Hemas-Hydraulic-Pumps/#>. VLZ13S6VOQL.
- [3] GALDA, M. (2011). The design of hydraulic vehicle of universal driving unit of mowers in Brno, Czech Technical university in Brno, Faculty Mechanic engineering, p. 44. Tutor of the bachelors thesis Ing. Jan Brandejs, CSc.
- [4] FIALA, S., KOUŘIL, K., ŘEHOŘ, J. (2012). Reasearch and development of high precise cutting tools of new generation with the use oof inovation technologies and progressive materials, The interim report to the project TA02010236 for 2012, HAM-FINAL s.r.o., Brno.
- [5] ŘEHOŘ, J., KOUŘIL, K., KROFT, L., SKLENIČKA, J. (2014). Trendy v konstrukci výstružníků, *Strojírenská technologie*, roč. 19, č. 3,4, s. 227-232, ISSN 1211-4162.
- [6] KOUŘIL, K., ČEP, R., JANÁŠEK, A., KRÍŽ, A., STANČEKOVÁ, D. (2012). Surface Integrity at Reaming Operation by MT3 Head, *Manufacturing technology*, vol. 14/2, p. 193-199. ISSN: 1213-2489.
- [7] KASINA, M., VASILKO, K. (2012). Experimental verification of the relation between the surface roughness and the type of used tool coating, *Manufacturing Technology*, vol. 12, pp. 27-30. ISSN: 1213-2489.
- [8] ČUBAN, J., CALONIUS, O., PIETOLA, M., JERSÁK, J. (2011). Fatigue life and surface integrity measurements of EN S355J2 steel used in hydraulic components, *Manufacturing Technology*, vol. 11, pp. 5-11. ISSN: 1213-2489.
- [9] ULEWICZ, R. (2014). Practical application of quality tools in the cast iron foundry, *Manufacturing Technology*, vol. 14/1, pp. 104-111. ISSN: 1213-2489.
- [10] LEGUTKO, S., KROLCZYK, G., KROLCZYK, J. (2014). Quality evaluation of surface layer in highly accurate Manufacturing, *Manufacturing Technology*, vol. 14/1, pp. 50-56. ISSN: 1213-2489.

Abstract

Article: Reaming of Very Precise Holes in Dydrostatic Component

Authors: Jan Řehoř¹
Jaroslava Fulemová¹

Daniel Rut¹
Veronika Trísková¹
Jan Kutlwašer¹
Karel Kouřil²

Workplace: ¹Faculty of Mechanical Engineering, UWB in Pilsen, PILSEN, Czech Republic
²HAM-FINAL s.r.o., BRNO, Czech Republic

Keywords: Hydrogenerators, Reaming, Solide Carbide, Cermets

Nowaday, one of the motivity in engineering industry is vehicular and manipulating technology. At this branch there are very often used hydrostatic gears. The most important parts of hydrostatic circuit are pumps and hydraulic motors. The pump changes by tilting of block-cast cylinders direction and speed of working fluid. Working fluid is delivered into the hydraulic motor. For the correct operation there is necessary to ensure uniformity and tightness. If it be to the contrary there will be losses. Piston pumps work on principle of piston movement. Pistons are connected and driven by tenton plate. Regulation of working fluid volume is done by tilting either tilting plate or block-cast cylinder. The tilting range is driven by a servo-valve. As was mentioned above, the function of hydrostatic circuits je dramatically influenced by accurate movement of pistons. For that reason there is necessary to ensure sufficient dimensional accuracy, surface quality and geometric hole shape as well. The hole diameter, which can be seen in the Fig. 2 is $12_{+0,002}^{+0,008}$. The next required parameters are geometric toleration of perpendicularity, position and cylindricality.

At the Department of Machining Technology there were done experiments with two different kinds of cutting material. First one was sintered carbide deposited by TiAlN thin layer and the second one was cermet. Reamed material was cast iron and the dimension of reamed hole was 12H7 in the accuracy grade IT7. The main aim of this experiment was explain which cutting material is the best for reaming holes at servo valves. When there was used sintered carbide the real diameter of hole was decreasing. It was caused by removing TiAlN thin layer from cutting edge, see in the Fig. 4. After 3m of reaming the hole dimension was increasing and the roughness of machined surface was increasing too. Explanation of this event is easy, there was build-up edge tool wear, see in the Fig. 7. Due to high values of roughness, there was not kept the the parameter of accuracy grade. In this case the accuracy grade was around IT8 or IT9. On the other hand cermet tool had much better results. The hole diameter and the roughness of machined surface was kept in IT7 and the tool life was much better in comparison with sintered carbide. As a results it is possible to write, for reaming holes at servo valves is better cermet to sintered carbide. There is also higher productivity during using cermet tool.