

INSTITUTE IMK "14. OCTOBER" KRUŠEVAC
IHP "PRVA PETOLETKA" TRSTENIK
HIGH TECHNICAL MECHANICAL SCHOOL TRSTENIK

in collaboration with many co-organizers

RESEARCH AND DEVELOPMENT
IN MECHANICAL INDUSTRY

RaDMI 2002
PROCEEDINGS

Volume 3

Editors:

M.Sc. Predrag V. Dašić
Prof. dr Miroslav R. Radovanović

Vrnjačka Banja, Yugoslavia
01-04. September 2002.

3

**INSTITUTE IMK 14. OCTOBER KRUŠEVAC
IHP PRVA PETOLETKA TRSTENIK
HIGH TECHNICAL MECHANICAL SCHOOL TRSTENIK**

in collaboration with many co-organizers

**RESEARCH AND DEVELOPMENT
IN MECHANICAL INDUSTRY
RaDMI 2002**

PROCEEDINGS

Volume 3

Editors:

M.Sc. Predrag V. Dašić

Prof. dr Miroslav R. Radovanović

Vrnjačka Banja, Yugoslavia

01-04. September 2002.

Publishers: HIGH TECHNICAL MECHANICAL SCHOOL TRSTENIK
INSTITUTE IMK 14. OCTOBER KRUŠEVAC

For publisher: M.Sc. Petar Ivanović, director of High Technical Mechanical
School of Trstenik
Gligorije Gligorijević, director of Institute IMK 14. October
of Kruševac

Reviewers: Prof. dr Viktor Starkov, Moscow State Technological University
STANKIN , Moskva (Russia)
Prof. dr Mikhail V. Burmistr, academician, rector, Ukrainian
State Chemical Technology University of Dniepropetrovsk,
Dniepropetrovsk (Ukraine)
Prof. dr Gheorghe Girniceanu, University Constantin Brancusi
of Tg-Jiu, Faculty of Engineering, Tg-Jiu (Romania)
Prof. dr Ratomir Ječmenica, University of Kragujevac,
Technical Faculty, Čačak (Yugoslavia)

Admitted from:

1. Scientific Council of Institute IMK 14. October Kruševac
(decision no. 10/2002 from 11. 02. 2002. godine)
2. Educational Council of High Technical Mechanical School in Trstenik
(decision no. 42/5 from 08.05.2002.)

Technical treatment and design: M.Sc. Predrag Dašić
Prof. dr Miroslav Radovanović and
Bojan Damjanović

Circulation: 300

Printed by: GIP BONA FIDES Niš

ORGANIZERS

1. Institute IMK “14. October” - Kruševac
2. IHP Prva petoletka - Trstenik
3. High Technical Mechanical School - Trstenik
4. Yugoslav Association for Standardization and Quality – Department in Rasin Region (JUSK-PRO)
5. Association of Maintenance in Rasin Region

CO-ORGANIZERS

1. Moscow State Technological University STANKIN , Moskva (Russia)
2. Slovak University of Technology, Faculty of Material Sciences and Technology of Trnava, Trnava (Slovak Republic)
3. Danube Adria Association for Automatic & Manufacturing (DAAAM) International, Vienna (Austria)
4. The Association of Mashine – Bulding Technologists of Ukraine (ATMU), Kiev (Ukraine)
5. Ukrainian State Chemical Technology University of Dniepropetrovsk, Dniepropetrovsk (Ukraine)
6. Technical University of Gabrovo, Gabrovo (Bulgaria)
7. Technical University of Sofia, Tribology Center, Sofia (Bulgaria)
8. University Dunarea de Jos of Galati, Galati (Romania)
9. Technical University Gh. Asachi , Faculty of Mechanics, Iași (Romania)

ORGANIZING COMMITTEE

1. M.Sc. Predrag Dašić, High Technical Mechanical School of Trstenik and High Technological School of Kruševac, Chairman
2. Prof. dr Miroslav Radovanović, University of Niš, Faculty of Mechanical Engineering of Niš, Chairman
3. M.Sc. Milovan Radovanović, vice general manager of IMK “14. October” of Kruševac, vice-chairman
4. M.Sc. Petar Ivanović, director of High Technical Mechanical School of Trstenik, vice-chairman
5. Prof. dr Ljubodrag Đorđević, University of Kragujevac, Faculty of Mechanical Engineering of Kraljevo
6. Gligorije Gligorijević, director of Institute IMK “14. October” of Kruševac
7. Zoran Cvetković, director for marketing of IHP Prva petoletka of Trstenik
8. Dr Radovan Petrović, University of Kragujevac, Faculty of Mechanical Engineering of Kraljevo and general manager “Fabrika vagona“ of Kraljevo
9. Zoran Punoševac, president of Yugoslav Association for Standardization and Quality - Department in Rasin region (JUSK-PRO)
10. Predrag Stanojević, president of Association for Maintenance in Rasin region
11. Sava Đurić, Institute IMK “14. October” of Kruševac
12. M.Sc. Svetlana Veselinović, Institute IMK “14. October” of Kruševac
13. M.Sc. Vladeta Jevremović, High Technical Mechanical School of Trstenik

SCIENTIFIC COMMITTEE

1. Prof. dr Yuriy M. Solomenzev, academician, rector, Moscow State Technological University STANKIN , Moskva (Russia), Chairman
2. Prof. dr Žarko Spasić, dean, University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade (Yugoslavia), Vice-chairman
3. Prof. dr Emilia Assenova, Technical University of Sofia, Tribology Center, Sofia (Bulgaria)
4. Prof. dr Milun Babić, University of Kragujevac, Faculty of Mechanical Engineering, Kragujevac (Yugoslavia)
5. Prof. dr Ivan Balashev, Technical University of Gabrovo, Gabrovo (Bulgaria)
6. Prof. dr Krstan Bošnjak, University of Banja Luka, Electrotechnical Faculty, Banja Luka (Bosnia and Herzegovina)
7. Prof. dr Leonid Borisenko, vice-rector, Technical University of Mogilev, Mogilev (Belarus)
8. Prof. dr Konstantin D. Bouzakis, Aristoteles University of Thessaloniki, Faculty of Mechanical Engineering, Thessaloniki (Greece)
9. Prof. dr Mikhail V. Burmistr, academician, rector, Ukrainian State Chemical Technology University of Dniepropetrovsk, Dniepropetrovsk (Ukraine)
10. Prof. dr Jean-Loup Chenot, Centre de Mise en Forme des Materiaux - CEMEF, Sophia Antipolis Cedex (France)
11. Prof. dr Ilija Ćosić, dean, University of Novi Sad, Faculty of Technical Scientific, Novi Sad (Yugoslavia)
12. Prof. dr Vuko Domazetović, Federal Secretary for Development and Science
13. Prof. dr Ljuben Dudesku, vice-dean, University of Skopje, Faculty of Mechanical Engineering, Skopje (Macedonia)
14. Prof. dr Petru Dusa, Technical University Gh. Asachi , Faculty of Mechanics, Iași (Romania)
15. Prof. dr Vladan Đorđević, academician, University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade (Yugoslavia)
16. Prof. dr Friedrich Franek, University of Vienna and president of Austrian Tribology Association, Vienna (Austria)
17. Prof. dr Milomir Gašić, dean, University of Kragujevac, Faculty of Mechanical Engineering, Kraljevo (Yugoslavia)
18. Prof. dr Manfred Geiger, University Erlangen-Nuremberg, Erlangen (Germany)
19. Prof. dr Gheorghe Girniceanu, University Constantin Brancusi of Tg-Jiu, Faculty of Engineering, Tg-Jiu (Romania)
20. Prof. dr Neonila Gontcharenko, academician, Sevastopol State Technical University, Sevastopol (Ukraine)
21. Prof. dr Anatoly Ivanovich Grabchenko, National Technical University, Kharkov Polytechnical Institute, Kharkov (Ukraine)
22. Prof. dr Alexander Janac, Slovak University of Technology, Faculty of Material Sciences and Technology of Trnava, Trnava (Slovak Republic)
23. Prof. dr Ratomir Ječmenica, University of Kragujevac, Technical Faculty, Čačak (Yugoslavia)
24. Prof. dr Vid Jovašević, University of Banja Luka, Faculty of Mechanical Engineering, Banja Luka (Bosnia and Herzegovina)

25. Prof. dr Branko Katalinić, University of Vienna and president of DAAAM International, Vienna (Austria)
26. Prof. dr Marianna Kazimierska - Grebosz, Technical University of Lodz, Faculty of General Mechanics, Lodz (Poland)
27. Dr Sergei A. Klimenko, Director of Association of Mashine – Bulding Technologists of the Ukraine - ATMU, Kiev (Ukraine)
28. Prof. dr Karel Kocman, Technical University of Brno, Brno (Szech Republic)
29. Prof. dr Zdravko Krivokapić, University of Podgorica, Faculty of Mechanical Engineering, Podgorica (Yugoslavia)
30. Prof. dr Janos Kundra, University of Miskolc, Faculty of Production Engineering, Miskolc, (Hungary)
31. Prof. dr Evgeniy A. Kundra, academician, State Technical University of Chita, Chita (Russia)
32. Prof. dr Mikolaj Kuzinovski, vice-dean, University of Skopje, Faculty of Mechanical Engineering, Skopje (Macedonia)
33. Prof. dr Ioan D. Marinescu, director of Precision Micro-Machining Center, Toledo, Ohio (USA)
34. Prof. dr Velibor Marinković, University of Niš, Faculty of Mechanical Engineering, Niš (Yugoslavia)
35. Prof. dr Viktor Oleksijović Morozov, Management Institute of Lviv, Lviv (Ukraine)
36. Prof. dr Danilo Obradović, University of Novi Sad, Faculty of Technical Scientific, Novi Sad (Yugoslavia)
37. Prof. dr Onisifor Olaru, dean, University Constantin Brancusi of Tg-Jiu, Faculty of Engineering, Tg-Jiu (Romania)
38. Prof. dr Liviu Palaghian, vice-dean, University Dunarea de Jos of Galati, Galati (Romania)
39. Prof. dr Tihomir Pantelić, University of Kragujevac, Faculty of Mechanical Engineering, Kraljevo (Yugoslavia)
40. Prof. dr Georgios Petropoulos, University of Thessaly, Faculty of Mechanical & Industrial Engineering, Volos (Greece)
41. Prof. dr Stanislaw Pytko, Technical University of Krakow, Krakow (Poland)
42. Prof. dr Snežana Radonjić, vice-dean, University of Kragujevac, Technical Faculty, Čačak (Yugoslavia)
43. Prof. dr Slavko Sebastijanović, University of Osijek, Mechanical Engineering Faculty, Slavonski Brod (Croatia)
44. Prof. dr Dimitri Yu. Skubov, State Technical University of Sankt Petersburg, Sankt Petersburg (Russia)
45. Prof. dr Radovan Slavković, dean, University of Kragujevac, Faculty of Mechanical Engineering, Kragujevac (Yugoslavia)
46. Prof. dr Georgy Slynko, academician, Zaporozhye National Engineering University, Zaporozhye (Ukraine)
47. Prof. dr Viktor Starkov, Moscow State Technological University STANKIN, Moskva (Russia)
48. Dr Ahmed Syed, CSEM S. A., Surface Engineering Division, Neuchâtel (Switzerland)
49. Prof. dr Veijo Kauppinen, Helsinki University of Technology, Espoo (Finland)
50. Prof. dr Edward Walicki University of Zielona Gora, Faculty of Mechanics, Zielona Gora (Poland)

HONOUR COMMITTEE

1. Prof. dr Dragan Domazet, Minister for Science, Technology and Development of Republic Serbia
2. Prof. dr Zoran Boričić, dean of Faculty of Mechanical Engineering of Niš
3. Radoslav Veselinović, president of Business Chamber of Republic Serbia
4. Vladimir Ivanković, Business Chamber of Republic Serbia
5. Ljubivoje Todorović, Federal Chamber of Yugoslavia
6. Danilo Ivanović, Regional Business Chamber of Kraljevo
7. Prim. dr Sava Popadić, Mayor of Kruševac
8. Dr med. Nikola Jovanović, Mayor of Trstenik
9. Branko Damjanović, vice-Mayor of Trstenik
10. Danica Đorđević, General manager of Delta banka of Kruševac
11. M.Sc. Desimir Pavlović, General manager of IMK 14. October of Kruševac
12. Nenad Trifunović, General manager of Prva petoletka of Trstenik
13. Branislav Jovanović, General manager of NIS FAM of Kruševac
14. Slobodan Mladenović, General manager of Kruševac - put of Kruševac
15. Ljiljana Kostić, Manager of Si & Si company of Kruševac
16. Miomir Simonović, General manager of Fabrika ulja of Kruševac
17. Aleksandar Marić, Technical manager of Branko Perišić of Kruševac
18. Dr Radovan Petrović, General manager of Fabrika vagona of Kraljevo
19. Dr Milovan Bačanac, General manager of Magnohrom of Kraljevo
20. Zoran Srećković, General manager of Colpart of Belgrade

VOLUME 3:

PLENARY PAPERS TRANSLATED ON SERBIAN LANGUAGE (PLENARNI RADOVI PREVEDENI NA SRPSKI JEZIK)

SP-1.	Kauppinen V. (Espoo – Finland) SMANJENJE SREDSTAVA ZA HLAĐENJE U OBRADI REZANJEM	1135
SP-2.	Spasić Ž. (Belgrade - Yugoslavia), Putnik G. (Guimarães - Portugal), Pilipović M. (Belgrade - Yugoslavia) REINŽENJERING POSLOVNIH PROCESA INDUSTRIJE U TRANZICIJI	1139
SP-3.	Franek F. (Vienna - Austria), Dašić P. (Kruševac - Yugoslavia), Assenova E. (Sofia - Bulgaria), Radovanović M. (Niš - Yugoslavia) STANJE MEĐUNARODNIH ORGANIZACIJA I STANDARDIZACIJE U OBLASTI TRIBOLOGIJE	1145
SP-4.	Starkov V. K., Ryabcev S. A. (Moskva - Russia), Frumar J., Fryč P. (Benátky nad Jzerou - Czech republic) VISOKOPOROZNI ABRAZIVNI ALAT ZA PROFILNO BRUŠENJE ZUPČANIK	1156
SP-5.	Pocajt V., Pejnović-Kužić R., Vragolović Z. (Belgrade – Yugoslavia) PRIMER INTERNET POSLOVANJA U METALNOJ INDUSTRIJI: ISKUSTVA ON-LINE PLASMANA WEB APLIKACIJE KEY TO STEEL U SVETU	1161
SP-6.	Popescu A., Welty J. R. (Oregon - USA), Dumitrascu G., Horbaniuc B., Panaite C. (Iași - Romania) EKSPERIMENTALNO ISTRAŽIVANJE MIKROKANALA U MIKRO-MEHANIČKIM SISTEMIMA, Deo II: Numeriči model	1169
SP-7.	Burya A. I., Burmistr M. V. (Dnipropetrovsk - Ukraina), Dubkova V. I. (Mins - Belarus), Arlamova N. T. (Dnipropetrovsk - Ukraina) ISPITIVANJE KARAKTERISTIKA PENILONA OJAČANOG SA MAGNEZIJUM - CARBONSKIM VLAKNIMA	1175
SP-8.	Ahmed I. (Neuchatel - Switzerland) PITANJA U DOMENU MIKROTRIBOLOGIJE	1181

**ABSTRACTS AND PAPERS ON SERBIAN LANGUAGE
(APSTRAKTI I RADOVI NA SRPSKOM JEZIKU)**

SA-1.	Andrić Lj. (Trstenik -Yugoslavia) THE INVOLUTIONAL TRANSFORMATIONS OF MONODIMENSIONAL PROJECTIVE SPACE P INVOLUCIONE TRANSFORMACIJE JEDNODIMENZIONOG PROJEKTIVNOG PROSTORA P	1187
SA-2.	Bojković R., Stanojević P. (Kruševac - Yugoslavia), Đorđević Lj. (Kraljevo - Yugoslavia), Gligorijević S. (Kruševac – Yugoslavia) SIGNIFICANCE OF MAINTENANCE IN FUNCTION OF STRATEGY OF DEVELOPMENT ZNAČAJ ODRŽAVANJA U FUNKCIJI STRATEGIJE RAZVOJA	1194
SA-3.	Čonkić P. (Belgrade – Yugoslavia) VALUATION OF TEAM FOR IMPLEMENTATION ORIGINALITIES IN COMPANIES OF MECHANICAL INDUSTRIES VREDNOVANJE TIMA ZA UVOĐENJE NOVINA U PREDUZEĆIMA MAŠINSKE INDUSTRIJE	1200
SA-4.	Čurčić S., Slavković R., Ječmenica R. (Čačak - Yugoslavia) REENGINERING PRODUC SYSTEMS IN MECHANICAL INDUSTRY IN FUCTION OF IMPROVEMENT QUALITY AND PRODUCTIVITY REINŽENJERING PROIZVODNIH SISTEMA MAŠINSKE INDUSTRIJE U FUNKCIJI KVALITETA PROIZVODA I PRODUKTIVNOSTI	1205
SA-5.	Đokić M., Milićević D. (Kruševac – Yugoslavia), Đorđević Lj. (Kraljevo - Yugoslavia) NECESSITY OF KNOWLEDGE INOVATION BY INEMPLOYED MANS POTREBA INOVIRANJA ZNANJA KOD NEZAPOSLENIH LICA	1211
SA-6.	Đurić S. (Kruševac - Yugoslavia), Radovanović M. (Niš - Yugoslavia), Marić (Kruševac - Yugoslavia) POSSIBILITIES AND EFECTS OF CONTROL AND REGULATION OF ENGAGED ELECTRIC POWER MOGUĆNOSTI I EFEKTI KONTROLE I UPRAVLJANJA ANGAŽOVANOM ELEKTRIČNOM SNAGOM	1216
SA-7.	Erić D. (Čačak - Yugoslavia) SOME ASPECTS USING OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE CAPP SYSTEMS FOR EDM TECHNOLOGY NEKI ASPEKTI UPOTREBE VEŠTAČKE INTELIGENCIJE U CAPP SISTEMIMA ZA EDM TEHNOLOGIJE	1222
SA-8.	Gračner Z. (Trstenik -Yugoslavia) ACSIAL-PISTONED PUMPS AKSIJALNO-KLIPNE PUMPE	1228

SA-9.	Ivanović P., Mihajlović G., Mijatović M. (Trstenik – Yugoslavia) PNEUMATIC SENZORS FOR CONTEMPORARY PROCESS- ACTIVE AND POST-PROCESS-PASSIVE MEASURING- CONTROL SYSTEMS PNEUMATIČKI SENZORI ZA SAVREMENE PROCESNE - AKTIVNE I POSLEPROCESNE - PASIVNE MERNO - KONTROLNE SISTEME	1233
SA-10.	Jakovljević S. (Kraljevo -Yugoslavia) BASIC CHARACTERISTICS OF CHAMBER SYSTEM WITHIN EUROPEN COMMUNITY AND ITS NEMBERS OSNOVNE KARAKTERISTIKE KOMORSKOG SISTEMA EVROPSKE UNIJE I NJENIH ČLANICA	1240
SA-11.	Jakovljević S. (Kraljevo -Yugoslavia) ENTERPRISE PERFORMANCE CONTROL KONTROLA PERFORMANSI PREDUZEĆA	1245
SA-12.	Jakovljević S. (Kraljevo -Yugoslavia) TRANSNATIONALIZATION AND ENTERPRISE QUALITY MANAGMENT TRANSNACIONALIZACIJA I UPRAVLJANJE KVALITETOM PREDUZEĆA	1252
SA-13.	Jevremović V. (Trstenik - Yugoslavia), Stefanović S. (Niš - Yugoslavia), Radovanović M. (Kruševac - Yugoslavia) PROCESSES AND TRANSITIONS IN INDUSTRY AND THEIR INFLUENCE ON STRUCTURE OF HIGH EDUCATED CADRES PROCESI I PROMENE U PRIVREDI I NJIHOV UTICAJ NA STRUKTURU VISOKOOBRAZOVANIH KADROVA	1258
SA-14.	Jovanić D., Rančić M. (Zrenjanin -Yugoslavia) ANNEX OF TECHNO-ECONOMICAL PROCESS OPTIMIZATION OF MACHINING BY MILLING PRILOG TEHNOEKONOMSKOJ OPTIMIZACIJI PROCESA MAŠINSKE OBRADJE GLODANJEM	1264
SA-15.	Karić M. (Trstenik - Yugoslavia) INTENSIFEING OF BIOMASS GASIFICATION PROCESS BY USING PHISACAL HELTH INTENZIFIKACIJA PROCESA GASIFIKACIJE BIOMASE KORIŠĆENJEM FIZIČKE TOPLOTE PRODUKATA	1274
SA-16.	Kovačević P. (Bor - Yugoslavia) A CONTRIBUTION TO THE STRATEGY OF THE COUNTRY’S MECHINICAL SECTOR TRANSFORMATION PRILOG STRATEGIJI MOGUĆEG PREOBRAŽAJA PREDUZEĆA DOMAĆE MAŠINOGRADNJE	1282
SA-17.	Krstić M., Ljubičić M., Bežanović T. (Kruševac - Yugoslavia) TECHNOLOGICAL CONCEPT OF SQUEAMISH HALF HOLLOW STEEL FORGINGS ON HYDRAULIC PRESS TEHNOLOŠKI KONCEPT ISTISKIVANJA POLUŠUPLJIH ČELIČNIH OTKOVAKA NA HIDRAULIČNOJ PRESI	1286

SA-18.	Majdandžić N. (Slavonski Brod - Croatia) ERP SYSTEMS FOR PRODUCTION COMPANIES ERP SISTEMI ZA PROIZVODNA PREDUZEĆA	1293
SA-19.	Malešević R. (Novi Sad - Yugoslavia) BENCHMARKING AS AN INSTRUMENT IN INDUSTRIAL ENTERPRICE MANAGEMENT BENCHMARKING KAO INSTRUMENT UPRAVLJANJA INDUSTRIJSKIM PREDUZEĆEM	1300
SA-20.	Marić A. (Kruševac - Yugoslavia), Đorđević Lj. (Kraljevo - Yugoslavia) AMPLIFICATION OF ENERGETIC EFECTIVNESS IN PROCESS OF LOAF PRODUCTION POVEĆANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI U PROCESU PROIZVODNJE HLEBA	1307
SA-21.	Micić Ž. (Čačak - Yugoslavia), Obradović J. (Berane - Yugoslavia) QUALITY IMPROVEMENT OF EDUCATION FOR AND WITH IT IN MONTE NEGRO - WHY? ... HOW? UNAPREĐENJE KVALITETA OBRAZOVANJA ZA I SA IT U CRNOJ GORI - ZAŠTO? . . . KAKO?	1314
SA-22.	Mihajlović G., Trifunović D. (Trstenik – Yugoslavia) THERMAL STABILITY OF MACHINE SYSTEMS WITH A BUILT-IN SLIDING BEARINGS TERMIČKA STABILNOST MAŠINSKIH SISTEMA SA UGRAĐENIM KLIZNIM LEŽAJIMA	1325
SA-23.	Milenković D., Ilić S., Nikolić D. (Kruševac – Yugoslavia) THE INFLUENCE OF EXPLOITATION FACTORS ON PROTECTING ABILITY OF ACTIVATED CARBON BASED FILTERS UTICAJ VLAŽNOSTI AKTIVNOG UGLJA NA ZAŠTITNU MOĆ FILTRA ZA SORPCIJU AMONIJAKA	1332
SA-24.	Nikolić D. (Kruševac - Yugoslavia) PENETRATION OF CONTAMINATED AIR INTO THE SHELTERS OF WORKERS' PROTECTION DURIN THE CHEMICAL ACCIDENTS PRODIRANJE KONTAMINIRANOG VAZDUHA U SKLONIŠTA ZA ZAŠTITU RADNIKA PRI HEMIJSKIM UDESIMA	1336
SA-25.	Nikolić M., Janković R. (Zrenjanin – Yugoslavia) QUANTITATIVE MODEL OF MAINTAING STRATEGY CHOICE ON THE TECHNICAL SYSTEM WHEAT MILL SIEVE PLATE SVU ZMAJ KVANTITATIVNI MODEL IZBORA STRATEGIJE ODRŽAVANJA NA TEHNIČKOM SISTEMU MLINSKO PLANSKO SITO SVU ZMAJ	1342
SA-26.	Novaković Rajčić B. (Kruševac – Yugoslavia) THE PLACE OF MARKETING IN THE STRATEGIC MIX OF THE BUSINESS FUNCTIONS MESTO MARKETINGA U STRATEGIJSKOM MIKSU POSLOVNIH FUNKCIJA	1348

SA-27.	Pantelić T. (Kraljevo -Yugoslavia) , Lazić A. (Kruševac – Yugoslavia) THE RESEARCH OF RELIABILITY AND ECONOMIC EFFECTIVENESS OF MEASURING DEVICES DURING THE WARRANTY PERIOD ISTRAŽIVANJE POUZDANOSTI I EKONOMSKE EFEKTIVNOSTI MERNIH SREDSTAVA U GARANTNOM ROKU	1352
SA-28.	Parović Z. (Kruševac - Yugoslavia), Tomić R. (Trstenik - Yugoslavia), Đurić S. (Kruševac - Yugoslavia) ONE OF POSSIBLE ANSWERS OF MAINTENANCE OF HIDRAULIC AND PNEUMATIC PIPING AND HOSES JEDNO OD MOGUĆIH REŠENJA ODRŽAVANJA HIDRAULIČKIH I PNEUMATSKIH CEVOVODA I CREVOVODA	1356
SA-29.	Pecić Lj. (Trstenik -Yugoslavia) THE PROBLEMS OF THE LEADING THE SYSTEM OF QUALITY AND THE INFORMATIONAL SYSTEM AT THE SAME TIME PROBLEMI JEDNOVREMENOG UVOĐENJA INFORMACIONOG SISTEMA I SISTEMA KVALITETA U PPT KOČNA TEHNIKA	1361
SA-30.	Plančak M., Vilotić D., Skakun P. (Novi Sad - Yugoslavia) POSSIBILITIES OF BEARING RING MANUFACTURING MOGUĆNOSTI IZRADE PRSTENOVA ZA KOTRLJAJNE LEŽAJEVE	1368
SA-31.	Radosavljević Ž. (Belgrade – Yugoslavia) REENGINEERING AS A MODERN TECHNIQUE OF INDUSTRIAL MANAGEMENT REINŽENJERING KAO SAVREMENA TEHNIKA INDUSTRIJSKOG MENADŽMENTA	1375
SA-32.	Radovanović M., Đurić S., Veselinović S. (Kruševac - Yugoslavia) POSSIBILITIES AND EFECTS OF REVITALIYATION WORKING SYSTEMS IN MACHINERY MOGUĆNOSTI I EFEKTI REVITALIZACIJE OBRADNIH SISTEMA U MAŠINOGRADNJI	1382
SA-33.	Samaržija Jovanović S., Jovanović V. (Kruševac - Yugoslavia), Marković G. (Piroć - Yugoslavia) APPLICATION OF THE RHEOMETER IN RUBBER INDUSTRY PRIMENA REOMETRA U GUMARSKOJ INDUSTRIJI	1388
SA-34.	Simonović S., Đurić S. (Kruševac - Yugoslavia), Đorđević Lj. (Kraljevo - Yugoslavia) POSSIBILITIES OF APPLICATION OF NATURE GAS IN FOUNDRY OF CAST IRON OF IMK “14. OCTOBER” KRUŠEVAC MOGUĆNOSTI PRIMENE PRIRODNOG GASA U LIVNICI ČELIČNOG LIVA IMK “14.OKTOBAR” AD KRUŠEVAC	1394

SA-35.	Stefanović M., Samardžić M., Aleksandrović S. (Kragujevac - Yugoslavia), Petrović M. (Sevojno - Yugoslavia) SPECIFIC PROPERTIES OF TRIBOLOGICAL CHARACTERISTICS OF AL-ALLOY SHEET METALS SPECIFIČNOSTI TRIBOLOŠKIH KARAKTERISTIKA LIMOVA OD AL-LEGURA	1401
SA-36.	Stefanović S. (Niš - Yugoslavia), Adamović Ž. (Smederevo - Yugoslavia), Dašić P. (Kruševac - Yugoslavia), Jevremović V. (Trstenik - Yugoslavia) EXPERT SYSTEMS IN TECHNOLOGY MAINTENANCE OF THE TECHNICAL SYSTEMS EKSPERTNI SISTEMI U TEHNOLOGIJI ODRŽAVANJA TEHNIČKIH SISTEMA	1407
SA-37.	Stefanović S. (Niš - Yugoslavia), Jevremović V., Ćirić M. (Trstenik - Yugoslavia) LUBRICATION OF HIDRAULIC AND PNEUMATIC COMPONENTS ON DEVICES OF TECHNICAL SYSTEMS IN TEXTILE INDUSTRY PODMAZIVANJE HIDRAULIČNIH I PNEUMATIČKIH KOMPONENTI NA UREĐAJIMA TEHNIČKIH SISTEMA U TEKSTILNOJ INDUSTRIJI	1415
SA-38.	Stevanović V. (Kruševac - Yugoslavia) DEVELOPMENT OF E-BUSINESS RAZVOJ E-POSLOVANJA	1421
SA-39.	Šušteršič V., Babić M., Gordić D. (Kragujevac - Yugoslavia) A PROPOSAL OF SOLUTION FOR CITY AND SUBURBAN BUSES AUTOMATIC TRANSMISSION PREDLOG REŠENJA AUTOMATSKE TRANSMISIJE ZA GRADSKE I PRIGRADSKA AUTOBUSE	1427
SA-40.	Todić M., Miletić O. (Banja Luka – Bosnia and Herzegovina) STAMPING OUT THERMOBIMETALLIC STRIP INVAR-(Fe-Ni-Mn) PROSJEKANJE TERMOBIMETALNE TRAKE INVAR-(Fe-Ni-Mn)	1431
SA-41.	Todorović M. (Trstenik - Yugoslavia), Marinković B. (Čačak - Yugoslavia), Jevremović V. (Trstenik - Yugoslavia) A CONTRIBUTION TO BALANCE OF MACHINE FOR SIFTING CELLS OF CEREALS PRILOG URAVNOTEŽENJU MAŠINE ZA PROSEJAVANJE ZRNA ŽITARICA	1437
SA-42.	Tomić R., Jovančić M. (Trstenik - Yugoslavia), Radovanović M. (Kruševac - Yugoslavia) CONTRIBUTION TO MAINTENANCE OF BRAKES OF THE RAILWAY VEHICLE BASED ON PRODUCTS MADE IN IHP "PRVA PETOLETKA" PRILOG ODRŽAVANJU KOČNICA ŽELEZNIČKIH VOZILA NA BAZI PROGRAMA IHP "PRVA PETOLETKA"	1443

- SA-43. **Vasković Ž., Đurić S. (Kruševac - Yugoslavia), Vukičević M. (Kraljevo - Yugoslavia)** 1453
 TECHNOLOGICAL REFERENCES FOR PRODUCTION AND REPARATION OF WELDING CONSTRUCTIONS FROM PLACKED SHEETS
 TEHNOLOŠKE PREPORUKE ZA IZRADU I POPRAVKU ZAVARENIH KONSTRUKCIJA OD PLAKIRANIH LIMOVA
- SA-44. **Veljović A., Radojičić M. (Čačak – Yugoslavia)** 1460
 BUSINESS PROCESS REINGENEERING
 REINŽENJERING POSLOVNIH PROCESA
- SA-45. **Vujinović T. (Banja Luka – Bosnia and Herzegovina), Stefanović M., Aleksandrović S. (Kragujevac – Yugoslavia)** 1464
 LIMIT FORMABILITY IN MULTI-PHASE DEEP DRAWING OF THIN SHEET METALS
 GRANIČNA DEFORMABILNOST PRI VIŠEFAZNOM DUBOKOM IZVAČENJU TANKIH LIMOVA
- SA-46. **Vukanovic B. (Kruševac - Yugoslavia), Mihajlovic R. (Kragujevac - Yugoslavia), Antonijevic M (Bor - Yugoslavia), Đorđević Z. (Trstenik - Yugoslavia)** 1469
 PYRITE AS ELECTROCHEMICAL SENSOR FOR THE POTENTIOMETRIC DETERMINATION OF ASCORBIC ACID
 PIRIT KAO ELEKTROHEMIJSKI SENZOR ZA POTENCIOMETRIJSKO ODREĐIVANJE ASKORBINSKE KISELINE
- SA-47. **Zlatković R. (Belgrade – Yugoslavia)** 1473
 HISTORIC ASPECT OF DEVELOPMENT MRP II CONCEPT
 ISTORIJSKI ASPEKT RAZVOJA MRP II KONCEPTA
- SA-48. **Živić V., Mihailović H., Nikolić D., Nikolić A. (Niš – Yugoslavia)** 1481
 CONTROL OF ENGAGED POWER IN INDUSTRIAL INSTALLATIONS
 KONTROLA ANGAŽOVANE SNAGE U INDUSTRIJSKIM POSTROJENJIMA
- SA-49. **Živković M. (Trstenik - Yugoslavia)** 1487
 CHARACTERISTIC ATRIBUTES OF VIBRATION TESTING SYSTEMS
 KARAKTERISTIČNA OBELEŽJA OSCILATORNIH ISPITNIH SISTEMA
- SA-50. **Živković M. (Trstenik - Yugoslavia)** 1494
 TRENDS OF DEVELOPMENT BY MAKE MEHATRONIC TESTING SYSTEMS
 TENDENCIJE RAZVOJA KOD GRADNJE MEHATRONIČKIH ISPITNIH SISTEMA

**PAPERS TRANSLATED ON SERBIAN LANGUAGE
(RADOVI PREVEDENI NA SRPSKI JEZIK)**

SS-1.	Damjanović B., Tomić Z. (Kruševac - Yugoslavia) PARAMETARSKI CAD SISTEM ZA IZRADU PROJEKTNE DOKUMENTACIJE	1503
SS-2.	Dašić P. (Kruševac - Yugoslavia), Trifunović D. (Trstenik - Yugoslavia), Nedić B. (Kragujevac - Yugoslavia) KOMPARATIVNA METODA ISPITIVANJA OBRADLJIVOSTI SIVOG LIVA PRI STRUGANJU PREVUČENIM REZNIM ALATOM	1509
SS-3.	Dašić P. (Kruševac - Yugoslavia), Wasilkowska A. (München - Germany), Sebastijanović S. (Slavonski Brod - Croatia), Blagojević D. (Banja Luka - Bosnia and Herzegovina) RAZVOJ MEĐUNARODNIH STANDARDA U OBLASTI PROIZVODNOG INŽENJERSTVA	1514
SS-4.	Gavrić Z. (Kruševac - Yugoslavia) FEA SOFTVERSKI ALATI – ZNAČAJAN DEO INŽENJERSKOG PROJEKTOVANJA	1521



2nd International Conference
"Research and development in mechanical industry"
RaDMI 2002
02 - 04. September 2002, Vrnjačka Banja, Yugoslavia

LIMIT FORMABILITY IN MULTI-PHASE DEEP DRAWING OF THIN SHEET METALS

Mr T. Vujinović¹, prof. Dr M. Stefanović², doc. Dr S. Aleksandrović³

¹ "Rudi Čajavec", Banja Luka, BOSNIA AND HERZEGOVINA

² Faculty of Mechanical Engineering, Kragujevac, YUGOSLAVIA

Abstract: The use of classic and new materials in technologies of plastic metal forming represent the reliable defining of formability parameters. At deep drawing of thin sheet metals the aspect of formability is most certainly one of the most important and most investigated aspects. The paper carries out the analysis of additional operations of deep drawing which are realized by standard and opposite-direction procedure, and it gives the results of experimental researches. The paper shows the dependencies of forming force on travel, strain distribution and it also shows the relations in limit forming diagram.

Key words: Deep drawing, forming limit, sheet metal

GRANIČNA DEFORMABILNOST PRI VIŠEFAZKOM DUBOKOM IZVAČENJU TANKIH LIMOVA

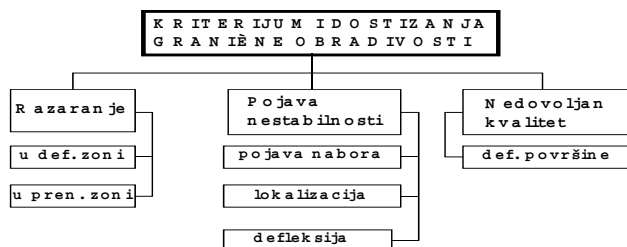
Rezime: Korišćenje klasičnih i novih materijala u tehnologijama plastične obrade metala pretpostavlja pouzdano definisanje parametra obradivosti. Pri dubokom izvlačenju tankih limova, svakako je aspekt deformabilnosti jedan od najvažnijih i najviše istraživanih. U radu se vrši analiza naknadnih operacija dubokog izvlačenja koje se realizuju standardnim i suprotnosmernim postupkom, i navode rezultati ekperimentalnih istraživanja. Pokazane su zavisnosti sile oblikovanja od hoda, distribucije deformacija i odnosi u dijagramu granične deformabilnosti.

Gljučne reči: duboko izvlačenje, granična deformabilnost, tanki limovi

1. UVOD

Pri projektovanju tehnologije procesa obrade metala dubokim izvlačenjem, od suštinskog značaja je i poznavanje granične deformabilnosti, koja se može definisati kao sposobnost za ostvarivanje maksimalnih deformacija u zadatim uslovima obrade (naponsko–deformaciona shema, brzina, temperatura, tribološki uslovi i sl.). Na taj način, granična deformabilnost je jedan od ograničavajućih faktora pri definisanju obradivosti,

koja uključuje i složene kriterijume za nastanak pojava nestabilnosti (nabori, lokalizacija–stanjenje, defleksija), razaranja i td., sl.1.



Slika 1: Osnovni kriterijumi dostizanja granične deformabilnosti

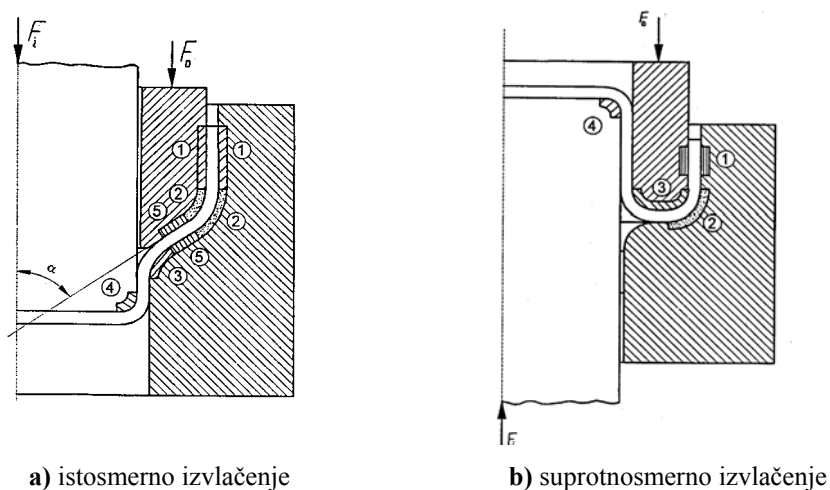
Kod izvlačenja delova složene geometrije (na primer, elementi karoserije automobila), postoje teškoće u formulisanju kriterijuma za optimalno iskorišćavanje svojstava plastičnosti materijala koji se oblikuje. Stepenu deformacija kod takvih komada različit je u pojedinim tačkama. U zavisnosti od spoljašnjih uticaja, lokacija zone nestabilnog deformisanja može se pomerati. Korišćenjem eksperimentalnih postupaka na bazi mernih mreža, ili numeričkih metoda i simulacija, moguće je odrediti ostvareni stepen deformacije na jednom mestu, u široj zoni ili po čitavoj površini komada. Dobijeni rezultati predstavljaju osnovu za tzv. lokalnu ili inegralnu deformacionu analizu. Uvid u ostvarenu raspodelu deformacija kompletnog dela, odnosno složenog proizvoda, omogućava znatno složenije analize.

Upoređivanjem vrednosti ostvarenih deformacija sa onima iz dijagrama granične deformabilnosti (DGD), može se doneti zaključak o stepenu kritičnosti izvučenog dela. Pri tome, s obzirom na statistički karakter pojave nestabilnosti, kriva granične deformabilnosti odražava određeni nivo verovatnoće razaranja. Za kontrolu procesa dubokog izvlačenja u praksi se koriste statističke metode, koje omogućavaju ocenu stabilnosti i tehnoloških mogućnosti procesa, kao i efikasnost preduzetih mera. Identifikacijom i izdvajanjem kritičnih parametara obezbeđuje se mogućnost za efikasnu analizu i uspešno upravljanje procesom obrade. Pri tome se široko koriste DGD, kao i sve kvalitetnije numeričke kompjuterske simulacije /1/.

Granični iznosi deformacija zavise ne samo od naponskog stanja, već i od istorije deformisanja. Grafički se istorija može predstaviti kao trajektorija tačaka koje se unose u DGD za svaki trenutak izvlačenja. Po pravilu, ima smisla koristiti samo onaj DGD, određen na način koji odgovara uslovima realnog procesa oblikovanja. Do izmene istorije najčešće dolazi pri višeoperacionom izvlačenju, kada se menjaju pravci glavnih deformacija, često uz zaokretanja i pravaca glavnih osa. U ovakvim slučajevima može se svaka faza razmatrati kao parcijalno proporcionalno deformisanje /2/.

2. GRANIČNA DEFORMABILNOST PRI DVOFAZNOM DUBOKOM IZVLAČENJU

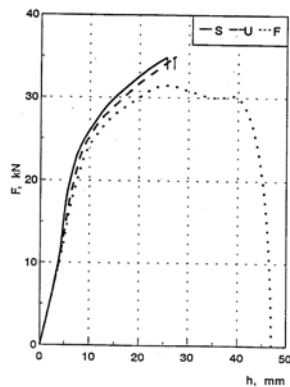
Kao ilustracija prethodnih razmatranja, u ovom radu su pokazani neki rezultati tzv. integralne deformacione analize za standardno-istosmerno i suprotnosmerno-preobratno čisto duboko izvlačenje. Eksperimenti su realizovani na specijalnim modelnim alatima, čije su šeme pokazane na sl. 2. Na slikama su posebno naznačene zone trenja. U oba slučaja prečnik razvijenog stanja je 80 mm, prečnik izvlačka u prvoj fazi 50 mm. U drugoj fazi prečnik izvlačka je 32 mm, odnosno stepen izvlačenja je identičan, $\beta=1,56$. Za eksperimente je korišćen niskouglenični čelični lim Č0148P5, debljine 0,8 mm namenjen izradi složenih delova karoserija automobila. Sve mehaničke karakteristike površina i sl. su u skladu sa odgovarajućim standardom za ovu vrstu materijala (JUS C.B4.016). Kao sredstvo za podmazivanje korišćeno je mazivo-ulje za duboko izvlačenje (U), folija polietilena (P- "kvazhidrodinamičko podmazivanje"). U posebnom slučaju, sve kontaktne površine su odmašćivane acetonom (S-suve površine). Na sl. 3 pokazane su promene sile izvlačenja u funkciji hoda izvlačka za različite postupke obrade i uslove ispitivanja.



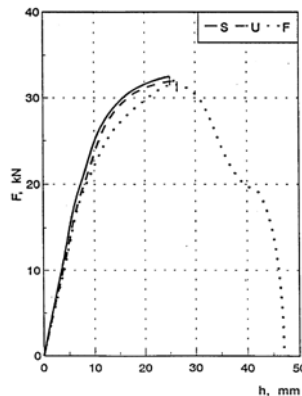
Slika 2: Šeme izvlačenja u drugoj operaciji

U drugoj fazi je realizovano izvlačenje, koje odgovara proporcionalnom deformisanju (linearni odnosi glavnih deformacija u svim fazama oblikovanja). Distribucije deformacija i prikazi u DGD za slučaj klasičnog izvlačenja su pokazani na sl. 4. Rezultati za neproporcionalno izvlačenje navedeni su u drugim radovima /3/.

S obzirom na relativno mali stepen prvog izvlačenja ($\beta=1,6$) ne postižu se značajne razlike u graničnim deformacijama. U oba slučaja u prvoj fazi izvlačenja nije bilo podmazivanja; druga faza se uspešno realizuje isključivo u uslovima potpunog odsustva kontakta komada i alata (mazivo P). Zona intenzivnog stanjenja odgovara mestu zaobljenja čela izvlačka (oblast $\varphi_2 > 0$, polje 3, 4, 5), sl. 5.

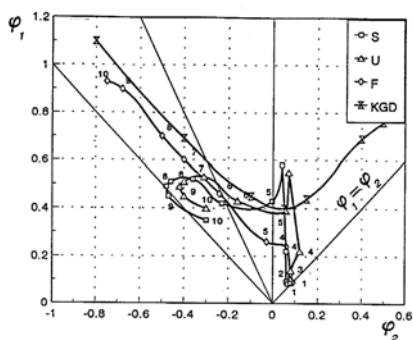


a) istomerno izvlačenje

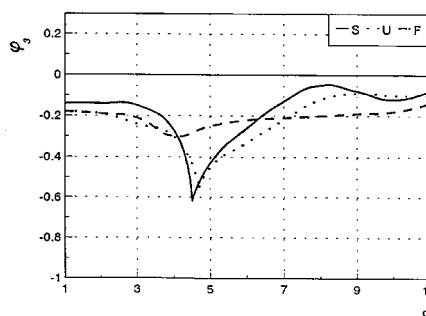


b) suprotnosmerno izvlačenje

Slika 3: Zavisnost sile izvlačenja od hoda



Slika 4: Raspodela deformacija u DGD za istomerno izvlačenje



Slika 5: Raspodela deformacije po debljini zida (šema prema sl. 2.a)

3. ZAKLJUČAK

Relevantni pokazatelji sposobnosti oblikovanja dubokim izvlačenjem se dobijaju na osnovu deformativne analize, koja se u ovom slučaju bazira na eksperimentalnoj metodologiji mernih mreža. Analiza se sprovodi u kritičnim presecima komada koji se izvlači.

Tribološki uslovi pokazuju izuzetan uticaj na proces oblikovanja, posebno u oblasti graničnog deformisanja. Povoljna kombinacija parametara obradivosti materijala, tribo-uslova i osnovne šeme oblikovanja, omogućava pouzdano odvijanje procesa dubokog izvlačenja.

LITERATURA

- [1] M. Stefanović, S. Aleksandrović, Ž. Babić, T. Vujinović, Obradivost tankih limova pri dubokom izvlačenju u uslovima novih tehnologija i primene savremenih materijala, DEMI 2002., Banja Luka, Zbornik radova, str. 43-54.
- [2] S.Aleksandrović, M.Stefanović, Integralni pristup pri analizi deformabilnosti tankih limova, 26. SPMJ, 1996., Budva, Zbornik radova, str. 9-14.
- [3] M.Stefanović, S.Aleksandrović, T.Vujinović, Uticaj tribo-uslova pri dvofaznom dubokom izvlačenju, YUTRIB '95., Herceg Novi, 1995., Zbornik abstracta 185.