

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

**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 STANDARDNA 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

SPECIFIC PROPERTIES OF TRIBOLOGICAL CHARACTERISTICS OF AL-ALLOY SHEET METALS

M. Stefanović¹, M. Samardžić², S. Aleksandrović¹, M. Petrović³

¹ Faculty of Mechanical Engineering, Kragujevac, YUGOSLAVIA

² Institute for automobile, Kragujevac, YUGOSLAVIA

³ Valjaonica bakra, Sevojno, YUGOSLAVIA

Summary: During the last few years the Al-alloys have found the exceptional application in car industry, for all key elements of the vehicle: car-body, drive group, wheels, interior etc. the formability of AL-alloy sheet metals intended for manufacture of car-body elements is significantly reduced in comparison to steel. That is why the tribological conditions are extremely important in the deep drawing process. The paper gives results for Al-Mg alloy sheet metals obtained by main tribo-investigations (sliding tests) in various pressure-speed conditions and with use of various lubricants.

Key words: deep-drawing, Al-alloys, tribo-models

SPECIFIČNOSTI TRIBOLOŠKIH KARAKTERISTIKA LIMOVA OD AL-LEGURA

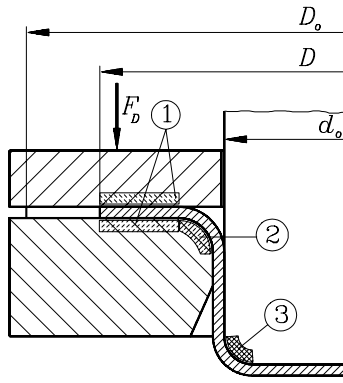
Rezime: Al-legure poslednjih godina nalaze izuzetnu primenu u automobilske industriji, za sve ključne elemente vozila: karoseriju, pogonsku grupu, točkove, enterijer i sl. Obradivost limova od Al-legura, namenjenih izradi elemenata karoserije automobila je znatno umanjena u odnosu na čelik. Zbog toga su tribološki uslovi izuzetno značajni u procesu dubokog izvlačenja. U radu se navode rezultati za limove od Al-Mg legura dobijeni osnovnim tribo-ispitivanjima (testovi klizanja) u različitim pritisno-brzinskim uslovima i pri korišćenju različitih maziva.

Ključne reči: duboko izvlačenje, Al-legure, tribo-model

1. UVOD

Legure aluminijuma se sve više koriste u automobilske industriji za izradu elemenata karoserija, dok su neki modeli (AUDI A2) kompletno uradjeni od ovih materijala. Obradivost limova od Al-legura je značajno umanjena u odnosu na čelične limove, te se pri definisanju tehnologije oblikovanja moraju poštovati vrlo stroge preporuke. U tom smislu, tribološki uslovi i karakteristike samog materijala su izuzetno značajni. Na sl.1.

pokazane su karakteristične zone trenje pri tzv. čistom dubokom izvlačenju. U ovom radu se pokazuju rezultati ispitivanja na tribo-modelu, koji odgovara zoni kontakta na mestu držača i matrice (zona 1). Modelno ispitivanje se realizuje klizanjem trake od lima između ravnih površina kontaktnog para, pri čemu uzdužni napon u epruveti ne prelazi granicu elastičnosti.



Slika 1: Zone trenja pri dubokom izvlačenju

2. TRIBOLOŠKE KARAKTERISTIKE LIMOVA OD Al-LEGURA

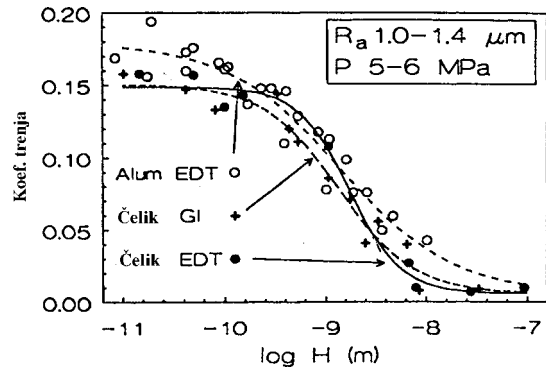
U uslovima graničnog trenja koeficijent trenja zavisi od pritiska, brzine, viskoznosti i hrapavosti površine. To ukazuje da rezultati obrade veoma zavise od kombinacije uslova obrade ili (nekih) karakteristika materijala. U proizvodnim uslovima granično trenje se ostvaruje pri korišćenju maziva male viskoznosti ili pak veoma male količine maziva.

Kod detaljnijih ispitivanja od interesa su tzv. tačke prelaza iz jednog režima u drugi. Na slici je prikazana Stribekova kriva za Al i čelik /1/. Na prvi pogled stiče se utisak da ne postoji velika razlika između materijala. Ipak pažljivim posmatranjem zapaža se da postoji razlika u nagibu krivih a naročito vrednosti širine zone prelaza iz graničnog u hidromehaničko trenje.

To znači da u slučaju kada pritisak ne utiče na tačke prelaza iz jednog režima u drugi, porast pritiska može eventualno da utiče na trenje u režimu graničnog podmazivanja. To je slučaj kod čelika.

Takođe i prelazak iz mešovitog u hidrodinamičko trenje zavisi od pritiska pa nije nemoguće da dođe do pojave čistog hidrodinamičkog trenja. Kao dokaz toga mogu su posmatrati rezultati dobijeni za EDT pri visokim pritiscima. Na osnovu toga zaključuje se da kod Al nije moguće prelaženje iz mešovitog u granično trenje samo porastom pritiska /1/. Kod Al dolazi do izrazitog poravnavanja neravnina. Nakon poravnavanja i kod čelika i kod Al se zapaža slično ponašanje u pogledu trenja.

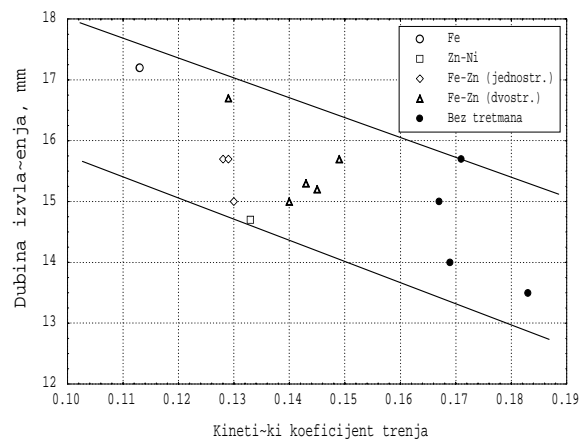
Za stabilnu masovnu proizvodnju, neophodno je, prema /2/, obezbediti: nanošenje tvrde metalne prevlake na površinu lima od Al-legure (npr. Cr-bonazinc), tvrde mazive filmove, pravi izbor materijala alata (npr. liveno gvoždje sa sferoidnim grafitom sa prevlakom hroma). Na tag način, moguće je formirati povoljne uslove obrade, sl.3. Uticaj vrste prevlake na limu na sposobnost oblikovanja, pokazana je na sl.4.



Slika2: Stribekova kriva za Al i čelik /1/



Slika 3: Određivanje polja uspešne obrade /2/



Slika 4: Uticaj koeficijenta trenja na dubinu izvlačenja /2/

3. EKSPERIMENTALNI REZULTATI

Planirani testovi su vršeni na univerzalnoj mašini za ispitivanje limova Erichsen 142/12. To je hidraulična presa trostrukog dejstva sa inverznim položajem pritiskivača. Mašina ima tri nezavisna dejstva: glavno, sa dva opsega sile (0-130 kN i 0-20 kN); dejstvo držača lima (sa silom 0-30 kN) i dejstvo izbacivača sa znatno manjom silom. Nominalna jačina mašine je 120 kN, a opseg promene brzine deformisanja iznosi 0-250 mm/min.

Zadatak ovog ispitivanja se sastojao u određivanju uticaja osnovnih parametara u procesu trenja - pritiska i stanja kontaktnih površina na veličinu sile trenja. Takođe trebalo je odrediti i veličinu koeficijenta trenja kod ove legure.

Uređaj za ispitivanje je posebno konstruisan i smešta se u ram pribora za ispitivanje zatezanjem, pri čemu se glavnim dejstvom ostvaruje kretanje (klizanje) epruvete. Pritisak na epruvetu se ostvaruje hidrauličnim putem, pomoću posebne pumpe snage 0,75 kW, nominalne pritiskne sile 50 kN sa vlastitim meračem sile. Između pumpnog agregata i uređaja za ispitivanje postavljen je tropoložajni razvodnik sa ručnim komandovanjem. Površine kontaktnih parova su kaljene i cementirane a zatim polirane, čime je habanje znatno smanjeno.

Za eksperimente su korišćeni materijali namenjeni dubokom izvlačenju: niskouglenični čelični Č0148P5 i legura AlMg4,5 Mn, debljina 0,8 mm. Karakteristike ovih materijala odgovaraju propisanim standardnim vrednostima, i detaljno su navedene u radovima /3, 4/.

Ispitivane epruvete su imale dimenzije: $l_0/b_0/s_0=200/20/0,8$ mm a kontaktna površina je iznosila $A=360$ mm². Imajući u vidu dimenzije epruvete i pritisknih elemenata alata, kao i mogućnost tačnog podešavanja sile pritiska, usvojene su sledeće vrednosti radnih pritiskaa: $p=2,4\pm 13,3$ MPa. Te vrednosti su uzete u skladu sa vrednostima koje su bile korišćene u sličnim testovima. Za brzinu klizanja s obzirom na obim ispitivanja usvojeno je $V=20$ mm/min. Pri ispitivanju su korišćena dva maziva za duboko izvlačenje M1 i M2. Nanošenje maziva se vrši u tankom sloju. Takođe su posmatrane suve kontaktne površine. Površine epruveta su detaljno očišćene i odmašćene acetonom. Trake od lima su dobijene prosecanjem tako da je ostvarena identičnost svih epruveta. Pre stavljanja epruvete površine kontaktnog para se čiste a ukoliko dođe do lepljenja čestica materijala za kontakti par vrši se čišćenje brusnim papirom.

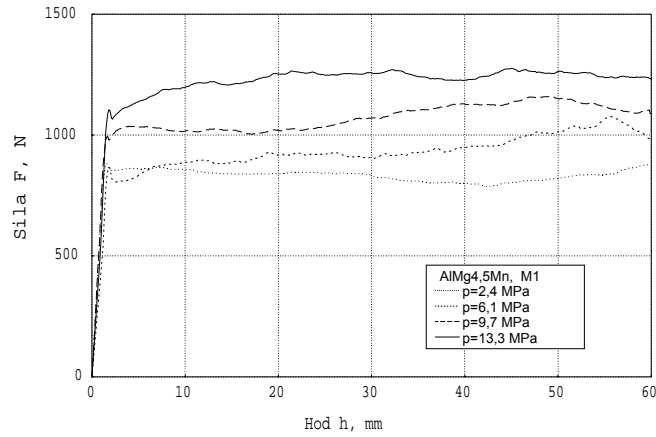
Na slikama 5. i 6 dati su dijagramski prikazi zavisnosti sile od hoda, za različite tribološke uslove. Hod trake je 60 mm a merno mesto je uzeto da bude na 30 mm od početka klizanja.

Za pritisak $p=2,4$ MPa nije bilo značajnije razlike u vrednostima sile provlačenja kada na površinu nije nanošeno mazivo. Za veće vrednosti pritiska razlika u sili provlačenja je bila značajna. Pri režimu suvog tranja dolazi do intenzivnog lepljenja čestica sa površinskog sloja lima na kontakti par što za posledicu ima nagli porast sile klizanja. Do pojave intenzivnog lepljenja čestica je dolazilo i pored toga što je pre svake probe vršeno detaljno čišćenje i površine kontaktnog para i površine lima.

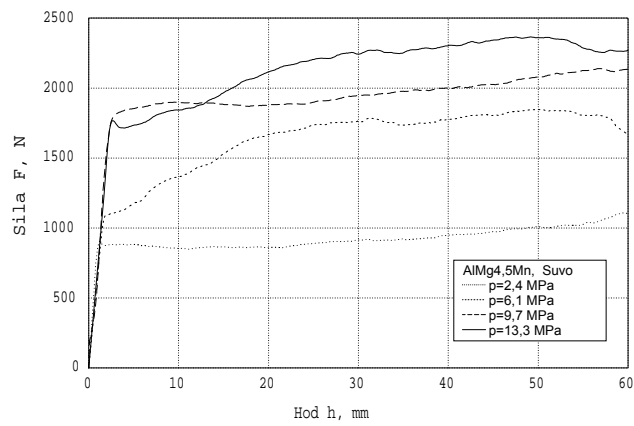
Kao i kod čelika i kod Al–legure pri porastu pritiska raste sila trenja.

Sa slika se vidi da sila klizanja zavisi i od stanja kontaktnih površina i od specifičnog pritiska za oba materijala. Sa porastom specifičnog pritiska raste sila klizanja. Za istu vrednost pritiska, za oba materijala, najveća vrednost sile klizanja se dobija za klizanje bez maziva. Razlika između maziva M₁ i M₂. Pri istim vrednostima specifičnog pritiska i stanja kontaktnih površina dobijaju se veće vrednosti za čelik.

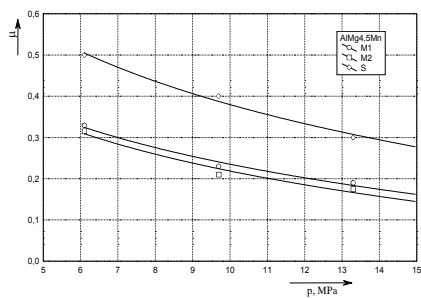
Za srednje vrednosti sila klizanja izračunate su vrednosti koeficijenta trenja.



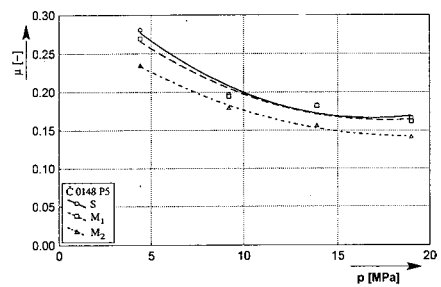
Slika 5: Zavisnost F-h pri mazivu M₁



Slika 6: Zavisnost F-h bez maziva



Slika 7: Zavisnost koeficijenta trenja od pritiska za aluminijum



Slika 8: Zavisnost koeficijenta trenja od pritiska za čelik

4. ZAKLJUČAK

Prema prethodno navedenim razmatranjima, potvrđen je značaj izbora maziva kao i tribo-uslova u zoni držača pri dubokom izvlačenju. Za pritisak $p=2,4$ MPa nije bilo značajnije razlike u vrednostima sile klizanja-trenja kada na površinu nije nanošeno mazivo. Za veće vrednosti pritiska razlika u sili klizanja je bila značajna.

Pri režimu suvog tranja dolazi do intenzivnog lepljenja čestica sa površinskog sloja lima na kontaktni par što za posledicu ima nagli porast sile klizanja. Do pojave intenzivnog lepljenja čestica je dolazilo i pored toga što je pre svake probe vršeno detaljno čišćenje i površine kontaktnog para i površine lima.

Kao i kod čelika i kod Al-legure pri porastu pritiska raste sila trenja, ali se smanjuje koeficijent trenja. Rezultati pokazuju da sila klizanja zavisi i od stanja kontaktnih površina i od specifičnog pritiska za oba materijala. Za istu vrednost pritiska, za oba materijala, najveća vrednost sile klizanja se dobija za klizanje bez maziva.

Limovi od Al-legura su znatno osetljiviji na pogoršanje tribo-uslova: porast pritiska u kontaktu, korišćenje maziva manje viskoznosti, klizanje preko nečistih površina i sl. Pored razvoja novih materijala u klasi Al-legura i uvođenja novih tehnologija, posebna pažnja pri dubokom izvlačenju limova od Al-legura mora se obratiti optimalnom definisanju triboloških uslova.

LITERATURA

- [1] Emmens W., F. Schoepen: Some friction aspects of aluminum in sheet metal forming, 19th IDDRG Congress, Eger, 1996, 487-496.
- [2] Sato A., Nakamura S., Tomioka Y, Automobile Aluminium Panel Stamping Mass Production Technology, IDDRG, Lisbon, 1994, Proceed.479-490.
- [3] Stefanović M., Aleksandrović S., Milovanović M., Samardžić M., Razvoj i primena Al-legura u izradi elemenata karoserija putničkih automobila, DEMI 2000., Banja Luka, Zbornik radova, 37-40.
- [4] Milovanović M., Stefanović M., Nedeljković B., Needs for Introduction of New Plastic Materials to the passenger Cars Body in Order to Comply with the Regulations, science and Motor Vehicles 2001, Belgrade, 2001., Proceed. 189-192.