

ТЕХНИЧКО РЕШЕЊЕ - ДОКУМЕНТАЦИЈА

„УРЕЂАЈ ЗА ИСПИТИВАЊЕ УТИЦАЈА ЗАТЕЗНИХ РЕБАРА ПРИ КЛИЗАЊУ ЛИМОВА У ПРОМЕНЉИВИМ УСЛОВИМА”

Аутори техничког решења

- Др Србислав Александровић, ред. проф.
- Мр Томислав Вујиновић, дипл. инж.
- Др Милентије Стефановић, ред. проф.

Наручилац техничког решења

- Од идејног решења преко израде до пробних испитивања и пуштања у рад, уређај је урађен у оквиру дисертације кандидата мр Томислава Вујиновића, дипл. инж., под менторством др Србислава Александровића, редовног професора Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

Корисник техничког решења

- Лабораторија за обраду деформисањем и машинске материјале, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

Година када је техничко решење урађено

- 2010.

Област технике на коју се техничко решење односи

- Производно машинство, Технологија пластичног обликовања метала, Трибологија

1. Опис проблема који се решава техничким решењем

Технологија дубоког извлачења танких лимова има велики значај у савременој индустрији. Развојем нових, теже обрадивих материјала и подизањем технолошких захтева на виши ниво, расте потреба за остварењем потпуног управљања процесом обликовања. Да би се у томе успело потребно је, од више утицајних фактора, идентификовати оне на које је могуће утицати за време трајања процеса дубоког извлачења. Утврђено је да су то само два фактора: контактни притисак и висина затезних ребара на ободу комада [1].

Управљање процесом преко активних сложених система захтева сталну динамичку повратну спрегу између задате функције циља, управљаних и управљајућих променљивих [2]. Функције циља и управљане променљиве могу да буду различите: висина набора, стањење у критичној зони, померање обода, промена дебљине обода, сила трења, деформациона сила, напон у зиду комада итд. Задате функције циља се дефинишу било компјутерским симулацијама било претходним експериментима. Управљајућа дејства су притисак на ободу и висина ребра. Захтевају се велика брзина реакције на промене управљаних величина и робусна управљачка апаратура у хардверском и софтверском смислу, која подразумева улагање великих средстава [2, 3, 4].

Постоји и алтернативни, једноставнији приступ. Реализује се само промена управљајуће променљиве, притиска на држачу и (или) висине ребра. За овај случај, пре формирања система управљања у реалним погонским условима неопходно је дефинисати оптималне функције притиска и висине ребра према одговарајућем критеријуму (дубина извлачења, деформациона

сила, квалитет комада итд.). То често захтева обимне експерименте [3, 4, 5], како би се открила природа утицаја поменутих фактора. Управо за извођење таквих сложених експерименталних испитивања намењено је предложено техничко решење. Конкретно, циљ је установити везу између функционалних зависности притиска држача лима и висине затезног ребра, с једне стране и деформационе вучне силе, с друге. На тај начин омогућава се избор оптималних функција притиска и висине ребра на основу жељене промене деформационе силе. Са таквим сазнањима могуће је формирати управљачку апаратуру за непосредну практичну примену у реалним алатима, чији је основни циљ да реализује претходно дефинисане оптималне функције притиска и висине ребра. Опрема овог типа у погледу хардвера и софтвера захтева знатно мања улагања и далеко је приступачнија ширем кругу корисника.

Предложено техничко решење представља истраживачки уређај са могућностима праћења различитих утицаја. То су следећи утицаји: услови трења (суво, примена мазива), геометрија ребра (различити радијуса заобљења), 6 варијанти променљиве функције притиска, 6 варијанти променљиве функције висине ребра и одговарајуће константне вредности притиска и висине ребра (по 4 варијанте).

2. Тренутно стање решавања сличних проблема на интернационалном нивоу

У иностраним истраживачким центрима који се баве проблемима дубоког извлачења и пластичног обликовања метала веома је актуелан проблем коришћења променљивог притиска и променљиве висине ребра као управљачких дејстава током процеса дубоког извлачења.

Једно од првих свеобухватнијих истраживања је спроведено на Мичигенском технолошком универзитету у Хјутону (Michigan Technological University, Houghton, USA), [4]. Апаратура у основи представља физички модел клизања траке лима преко затезног ребра и заобљења ивице матрице. На овај начин симулира се заобљење ивице матрице и обод алата за дубоко извлачење са затезним ребром и држачем. Управљачки систем омогућава задавање променљиве силе држања и променљиве висине ребра током процеса клизања траке. Могуће је мерити вучну силу, силу држања, силу на ребру, ход траке и померање ребра. Коначни циљ експеримента је постићи управљачко дејство висине ребра према вучној сили. Задат је критеријум жељене растуће-оппадајуће зависности вучне силе, а управљачки систем је корекцијом померања ребра остваривао потребне висине ребра да би се задовољио постављени критеријум са довољном тачношћу. Коришћене су траке од класичног нискоугљеничног челичног лима без превлака са затезном чврстоћом од 431 МПа и коефицијентом деформационог ојачавања (n-фактор) 0,245. Ширина трака била је 25 мм, а дебљина 0,8 мм.

Тежиште у овом истраживању било је на сложеној апаратури, а не на целовитој анализи утицаја свих битних фактора на процес деформисања и клизања. Недостаје анализа утицаја услова трења. Такође, не узима се у обзир геометрија ребра. Значај овог рада лежи у томе да је успешним експериментом показана реална могућност искоришћавања променљиве висине ребра, заједно са променљивом силом држања, као управљачког дејства на вучну силу траке током процеса клизања.

Предложено техничко решење је, у извесном смислу, слично претходно описаној апаратури. Разлика је у свеобухватнијем приступу уз праћење услова трења и геометрије ребара, на једноставнијем уређају који је могуће реализовати са нешто мањим улагањима. Коначни циљ није задовољавање управљачких критеријума него добијање најповољније зависности вучне силе у различитим условима. Тако одређене функције вучне силе је касније могуће користити у погонским условима на конкретним комадима.

Истраживања публикована у радовима [2] и [3] урађена су у једном од најпознатијих светских центара за истраживања из области технологије пластичног обликовања, Институту за технологију пластичног обликовања метала у Штудгарту, Немачка (Institute for metal forming technology of the University Stuttgart, Germany).

Рад [2] је заправо обимна студија праваца развоја поменуте области дата на 25 страна. Посебно поглавље обухвата оптимизацију силе држања и висине затезног ребра у простору и времену применом нових алгоритама у софтверима за симулацију. Наиме, први основни критеријум за успешно одвијање процеса обликовања је одговарајућа промена напона у зиду комада, а други – спречавање појаве набора на ободу. Промену напона у зиду комада је веома тешко експериментално одредити, али је могуће извести нумеричку симулацију и добити промену напона при успешно изведеном процесу обликовања. На основу тога подешавају се управљачка дејства силе држања и висине ребра. Са решењем сензора за мерење напона који би био смештен у извлакачу и са постојећим сензорима за мерење зазора на држачу, постаје могуће поставити савршеније верзије интелигентног система за управљање процесом дубоког извлачења. Могуће је закључити да примена променљиве висине затезног ребра представља један од актуелних и веома значајних начина за утицај на ток процеса дубоког извлачења у савременим истраживачким и индустријским системима.

У раду [3] на 20 страна излаже се више детаља о унапређеном експерименталном систему за управљање процесом дубоког извлачења, који је у претходном раду поменут са основним принципима. Централно место у новом систему управљања заузима зависност затезућег напона у зиду комада од хода извлакача, односно дубине извлачења. Наиме, у претходним експериментима дошло се до оптимизираних зависности при којима процес обликовања тече успешно и добија се квалитетан комад без дефеката. Да би се процес управљања поједноставио, сложене криве зависности затезућег напона су линеаризоване између одговарајућих превојних тачака. Комплетан управљачки систем је сложен у хардверском и софтверском смислу и захтева улагање значајних средстава. Њему се задаје референтна зависност затезућег напона у зиду комада. Активним деловањем само затезног ребра без промене силе држања, реална вредност напона у зиду комада држи се у потребним границама. Такође се прати евентуална појава набора на ободу. Презентирани резултати указују да је овај приступ један од најуспешнијих. Пробе су рађене на призматичном комаду, трапезне форме са четири угла, при чему су радијуси заобљења различити. Коришћена су 4 затезна ребра на равним странама и 8 сензора напона на извлакачу. Примењена су два материјала и 5 различитих мазива.

Једини недостатак који је уочен односи се на извесна оштећења комада проузрокована променом геометрије извлакача у зони смештаја сензора напона.

Аутори очекују да ће локалном применом оваквог интелигентног система управљања заснованог на мерењу затезућег напона у зиду комада, на деловима сложене геометрије и код теже обрадивих материјала, добити резултате потпуно упоредиве са карактеристикама комада добијеним у нумеричким симулацијама. Показани систем је веома сложен и изузетно скуп, што отежава практичну примену у мањим индустријским предузећима.

3. Суштина техничког решења

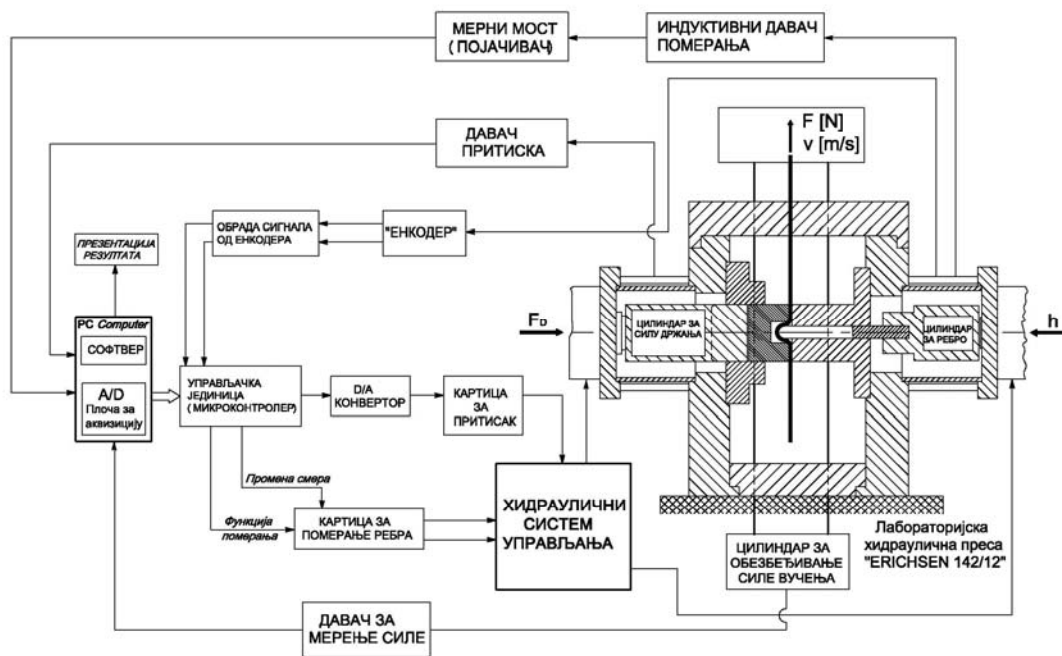
Предложено техничко решење представља експерименталну апаратуру која користи физички модел клизања трака од танког лима преко затезног ребра при чему је висина ребра променљива у зависности од времена тј. хода траке, сагласно задатим функцијама. Током клизања траке, на равним контактним површинама алата задаје се променљиви притисак, такође у форми функционалних зависности од времена или померања траке. Претходним теоријско-емпиријским разматрањима дефинисано је по 4 нелинеарне параболничке функције померања ребра и контактеног притиска, по 2 линеарне зависности и по 4 константне вредности. Излаз су зависности вучне силе од хода траке при различитим условима трења, различитим геометријама ребра, различитим материјалима трака лима и евентуално другим утицајима као што је брзина померања.

На овај начин реализован је својеврстан тест уређај, симулатор који омогућава испитивање сложених утицаја на процес клизања и деформисања траке лима. Добијене

зависности вучне силе могу се касније користити код управљачких система у конкретним алатима за дубоко извлачење делова сложених геометрија од теже обрадивих материјала.

4. Детаљан опис техничког решења

Општа блок шема апаратуре приказана је на сл. 1, склоп централног дела на сл. 2, а физички изглед на сл. 3.



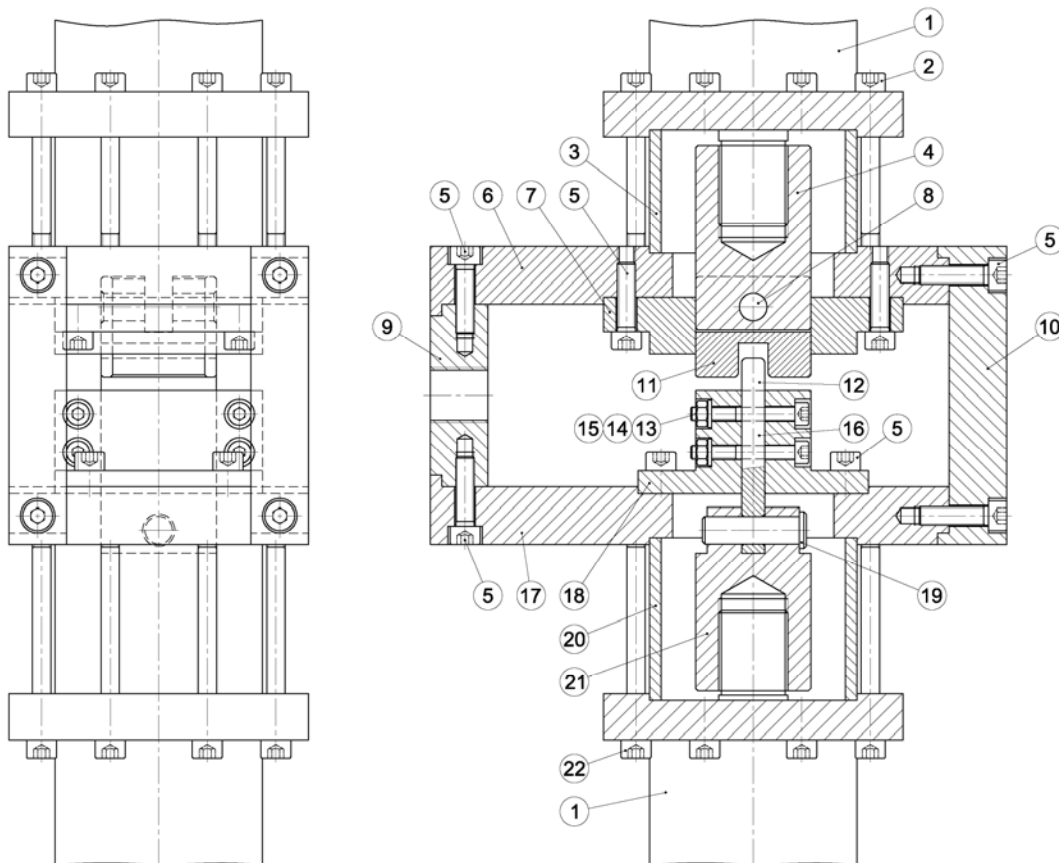
Сл. 1 Блок шема експерименталне апаратуре

Трака лима поставља се вертикално између контактних парова, ребра и матрице, који су изменљиви, сл. 2 и сл. 4. Позиције на централном механичко-хидрауличном склопу (сл. 2) су следеће: **1**-десни хидро цилиндар (хидро цилиндар ребра) $\varnothing 70 \times 40$ мм, **2**-завртањ M8x80, **3**-цев, дистантна чаура 1, **4**-навртка за везу матрице и клипа, **5**-завртањ M8x30, **6**-плоча матрице, **7**-вођица матрице, **8**-осовиница $\varnothing 12 \times 55$ мм, **9**-доња плочица за везу са машином ERICHSEN 142/12, **10**-горња плоча, **11**-матрица, **12**-затезно ребро, **13**-завртањ M6x45, **14**-навртка M6, **15**-подложна плочица A6,4, **16**-бочна вођица ребра, **17**-плоча ребра, **18**-вођица ребра, **19**-осовиница ребра $\varnothing 12 \times 45$ мм, **20**-дистантна чаура 2, **21**-навртка за везу ребра и клипа, **22**-завртањ M8x100 мм.

Описани склоп се поставља на лабораторијску пресу ERICHSEN 142/12. Конфигурација машине је претходно припремљена тако што је намонтиран уређај за затезање трака од лима. У овом случају он служи за пренос вучне силе од клипа главног хидроцилиндра машине на стезну чељуст са горње стране. Потребна ширина траке је 30 мм, а препоручена дужина 250 мм. Ребро и матрица су изменљиви због праћења утицаја различитих радијуса заобљења.

Вучна сила се добија од главног дејства лабораторијске пресе ERICHSEN 142/12 на опсегу 0-20 kN, као и напонски сигнал за мерење силе од одговарајућег индуктивног давача, смештеног у самој преси. Распожива брзина померања траке је у опсегу 0-250 mm/min. Хидроцилиндри за померање ребра и остваривање притиска напајају се посебним

хидрауличним агрегатом ERICHSEN номиналног притиска 100 бара и протока 1,5 l/s. Уље из агрегата иде преко серије управљивих пропорционалних хидро вентила до оба цилиндра.

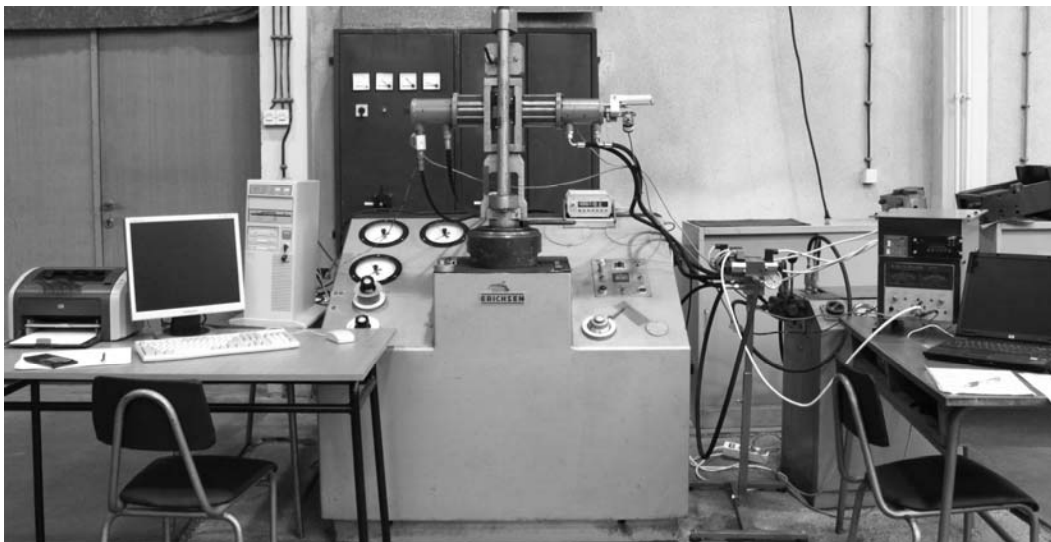


Сл. 2 Склоп механичко-хидрауличног дела апаратуре

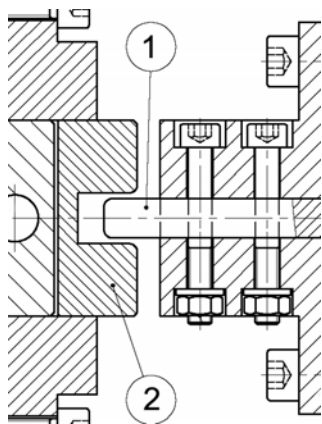
Грана за мерење и управљање притиском (сл. 1) састоји се из индуктивног давача притиска који даје сигнал тренутне стварне вредности и управљачке јединице (микроконтролера) која од софтвера добија задате жељене вредности и даје сигнал Д/А конвертору. Добијени аналогни сигнал предаје се управљачкој картици одговарајућег пропорционалног хидровентила повезаног са цилиндром за притисак држача.

У грани за управљање померањем ребра (сл. 1) тренутни стварни положај ребра читава ротациони енкодер. Сигнали се после обраде шаљу у управљачку јединицу (микроконтролер), а затим у картицу за управљање хидровентилом за хидро цилиндар затезног ребра. Један сигнал се односи на промену смера, а други на вредности функције померања ребра. За мерење и читавање стварног положаја ребра изведена је помоћна грана са линеарним индуктивним давачем и одговарајућим појачивачем сигнала. Разлог за увођење праволинијског индуктивног давача је повећање тачности мерења положаја ребра и једноставнија обрада сигнала.

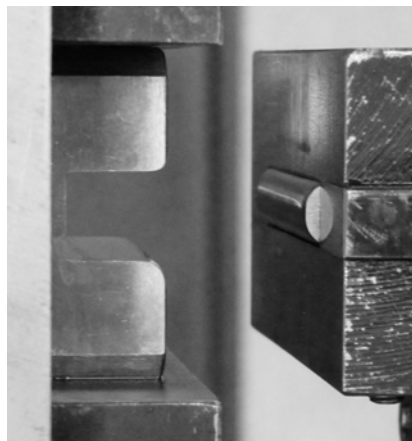
Сви сигнали стварних вредности (вучна сила, притисак држача и померање ребра) уводе се у РС компјутер са интегрисаном А/Д картицом и одговарајућим оригиналним софтвером, који омогућава праћење свих величина, њихово меморисање, презентацију, као и генерисање функција притиска и померања ребра неопходних за рад микроконтролера.



Сл. 3 Физички изглед експерименталне апаратуре



Сл. 4 Шема деловања ребра



Сл. 5 Ребро и матрица пре контакта



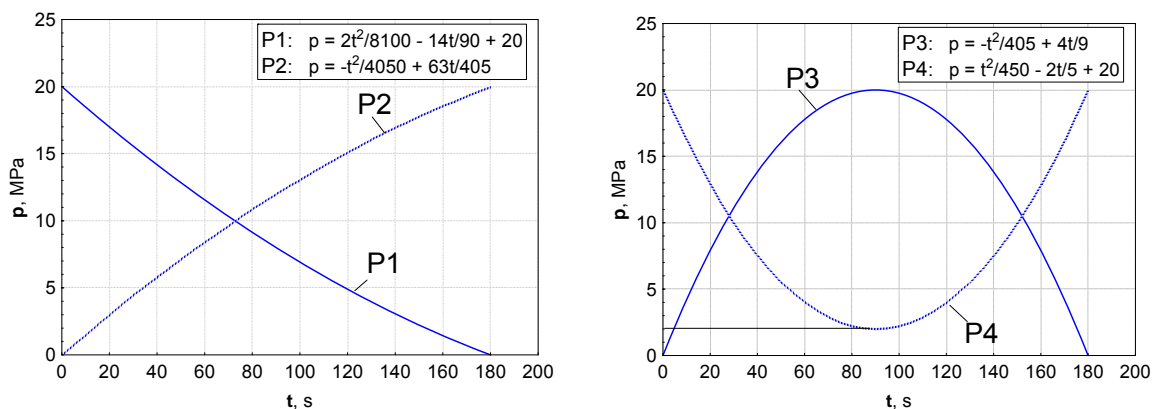
Сл. 6 Контакт ребра и матрице

Сл. 4 даје приказ детаља ребра (1) и матрице (2). Матрица и затезно ребро су изменљиви елементи. У тренутној гарнитурџ је једна матрица и два затезна ребра. Једно ребро има радијус заобљења од 2 мм (приказано на сл. 4), а друго радијус 5 мм (приказано на фотографијама, сл. 5 и 6). Дебљина ребра је 10 мм. Радијус заобљења матрице је 2 мм, а отвор матрице 12 мм. И ребро и матрица могу се мењати са циљем праћења утицаја промене геометрије ребра. Активне површине ребра и матрице су фино брушене и полиране.

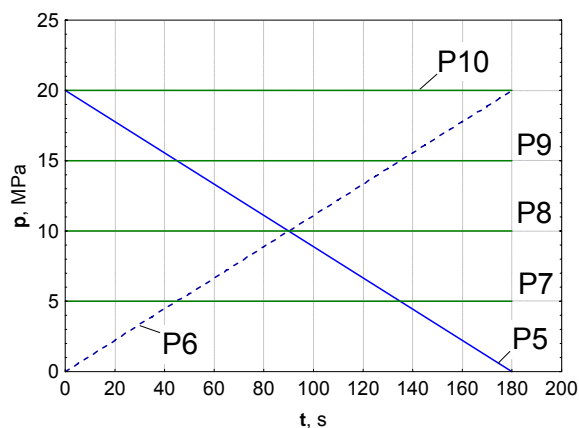
4.1 Претходно задате и реално остварене функције притиска и висине ребра

За потребе планираних експерименталних истраживања дефинисано је по 6 променљивих зависности притиска држача и померања ребра од времена као задатих функција. На сликама 7 до 10 те функције су означене бројевима 1 до 6. Зависности 5 и 6 су линеарне, а зависности 1, 2, 3 и 4 нелинеарне – параболичне. Функције су дефинисане на основу емпиријских вредности минимума и максимума притиска (0-20 МПа) и висине

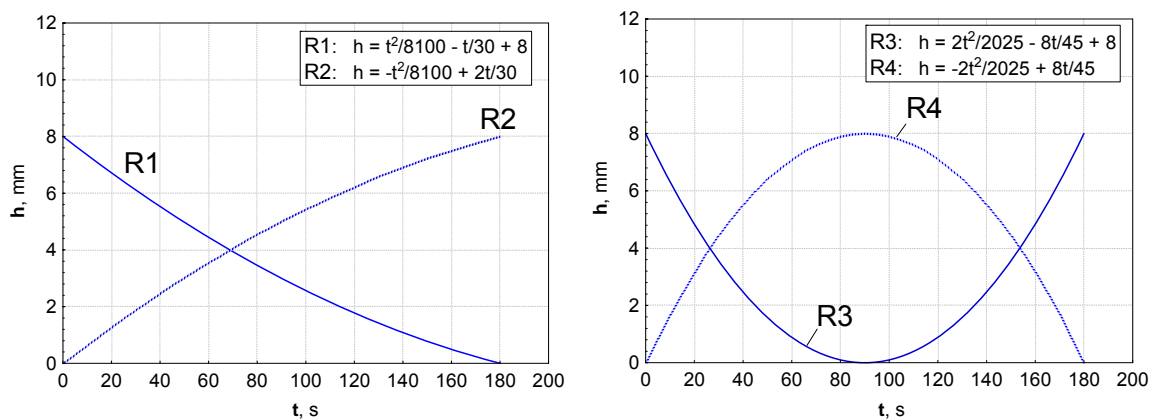
ребра (0-8 мм). Време трајања процеса узроковано је лимитираним ходом траке и усвојеном брзином клизања од 20 мм/мин. То је условило максимално трајање процеса од 3 мин. Ознаке функционалних зависности од 7 до 10 односе се на константне вредности притиска и висине ребра.



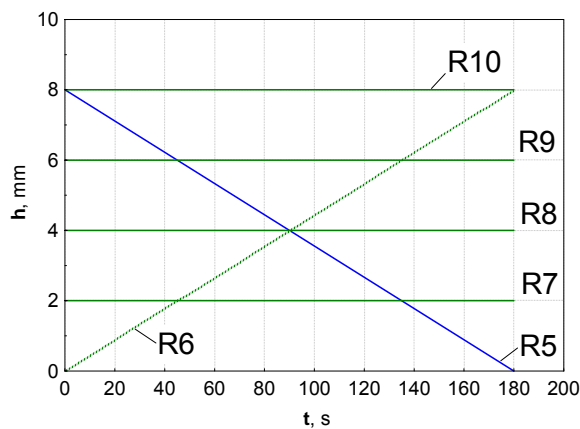
Сл. 7 Претходно дефинисане функције контактнoг притиска држача



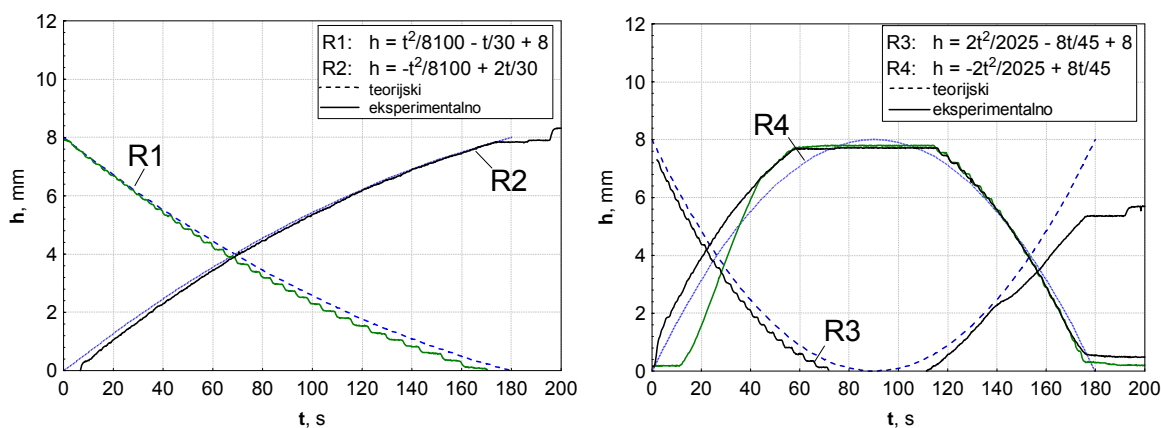
Сл. 8 Претходно дефинисане зависности контактнoг притиска држача



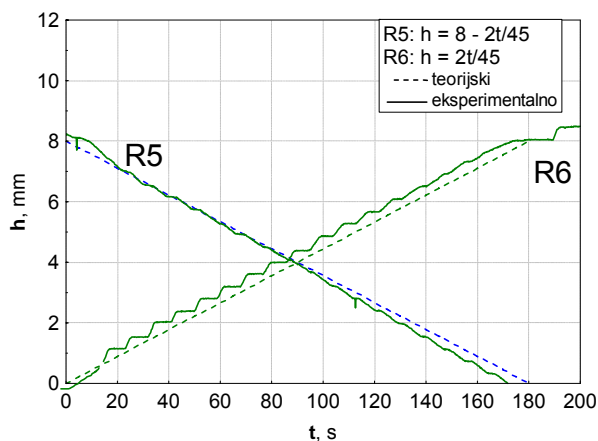
Сл. 9 Претходно дефинисане функције померања затезног ребра



Сл. 10 Претходно дефинисане зависности померања затезног ребра

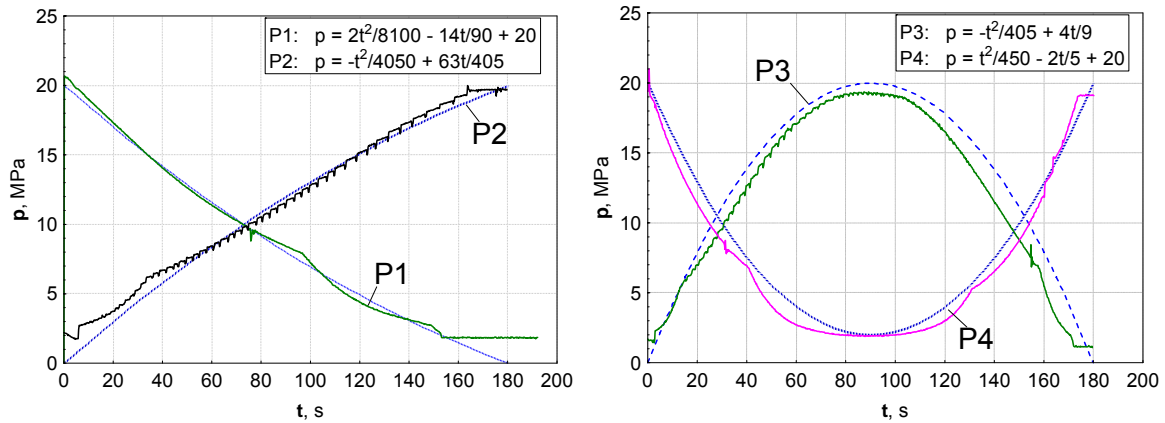


Сл. 11 Претходно дефинисане и реално остварене зависности висине ребра од времена

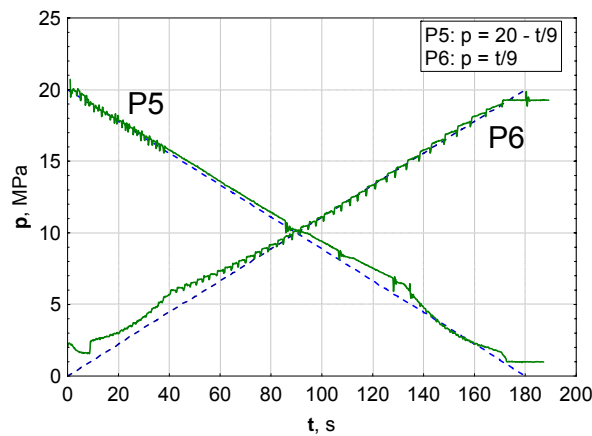


Сл. 12 Претходно дефинисане и реално остварене зависности висине ребра од времена

На сл. 11 до 14 испрекиданим линијама приказане су претходно дефинисане функције, а пуним линијама реално остварене. Колебања стварних вредности последица су рада управљачког система по систему повратне спреге. Просечна вредност одступања не прелази 5%. Остварење константних вредности (сл. 8 и сл. 10) остварује се са занемарљивим одступањима и овде није показано.



Сл. 13 Претходно дефинисане и реално остварене зависности притиска од времена



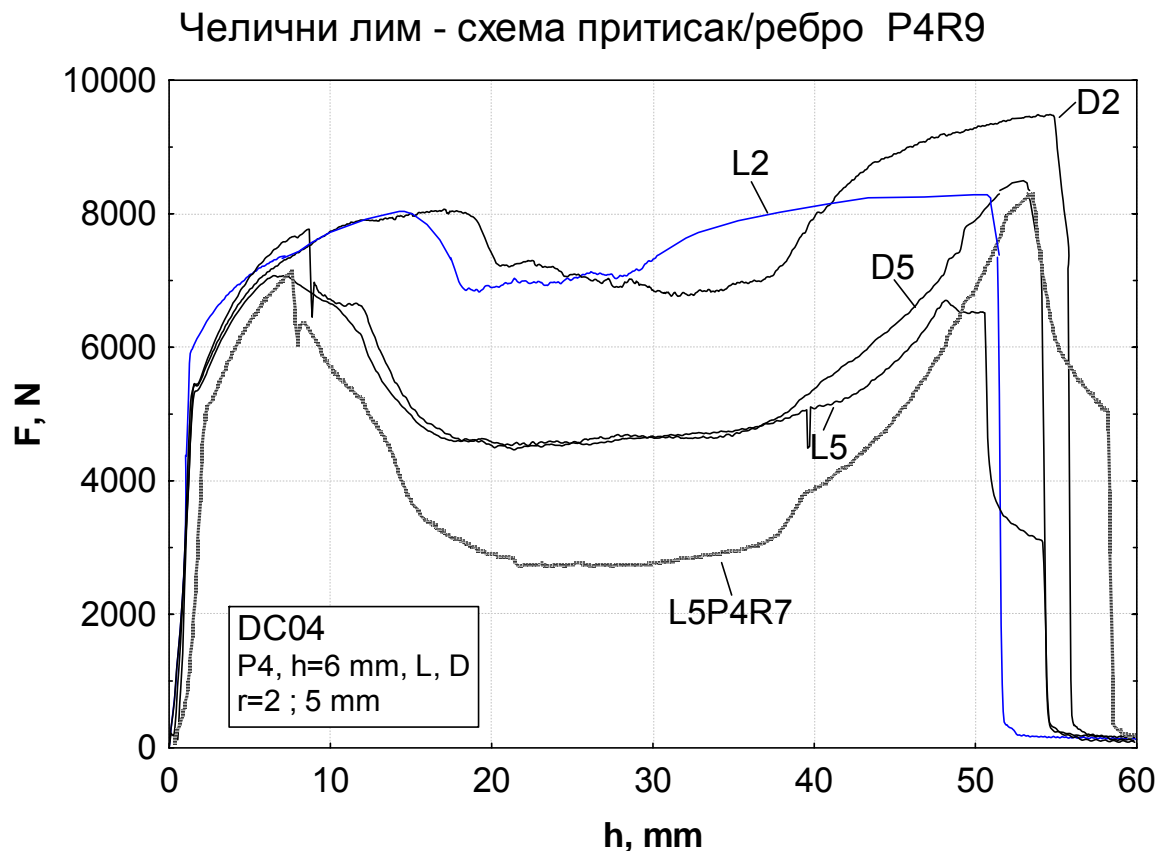
Сл. 14 Претходно дефинисане и реално остварене зависности притиска од времена

Циљ овако дефинисаних функционалних зависности, различитих по карактеру, је обухватање широког дијапазона могућих променљивих утицаја притиска држача и померања ребра: опадајућих, растућих, комбинованих опадајуће-растућих и растуће-опадајућих, линеарних и нелинеарних зависности. Праћење одзива вучне силе на деловање оваквих зависности заједно са условима трења и геометријом ребра најважнији је циљ истраживања за која је развијено предложено техничко решење. Добијене зависности вучне силе од хода драгоцен су податак за практичну примену у алатима за дубоко извлачење, као и примену у нумеричким симулацијама процеса клизања лима преко затезног ребра у условима променљивог притиска држача.

Као илустрација, на сл. 15 дат је један пример промене вучне силе при испитивању траке од нискоугљеничног каросеријског челичног лима за дубоко извлачење квалитета DC04. Примењена је сложена нелинеарна зависност притиска држача по схеми P4 (сл. 7 десно и сл. 13 десно) и константна висина ребра од 6 мм (схема R9 са сл. 10). Услови трења обухватили су два случаја: суве контактне површине, потпуно одмашћене ацетоном (D на сл. 15) и обилно подмазане површине уљем за дубоко извлачење (L на сл. 15). Коришћене су две геометрије ребра: са радијусом заобљења 5 мм и радијусом заобљења 2 мм. Укупно има 4 комбинације утицаја. На сл. 15 додата је и пета крива вучне силе као референтна. Она се односи на примену уља, радијус ребра 5 мм и константу висину ребра од 2 мм (схема R7 са сл. 10), што даје блаже услове клизања траке.

Разматрањем сл. 15 могуће је извући неколико закључака. Криве се групишу према

заобљењу ребра, што значи да је оно утицајније од услова трења. Сличност промене вучне силе и задате функције притиска све је већа како услови клизања постају блажи (мања висина ребра, већи радијус заобљења, примена мазива). Апаратура је показала поузданост у раду и широке могућности у праћењу сложених утицаја при клизању трака лима.



Сл. 15 Промена вучне силе на примеру испитивања челичне траке лима

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] WAGNER, S.: *Tribology in drawing car body parts*, 11th International colloquium: Industrial and automotive lubrication, Technische Akademie Esslingen, 1998., Proceedings, Vol. III, pp. 2365-2372.
- [2] LIEWALD, M.: *Current Trends in Research on Sheet Metal Forming at the Institute for Metal Forming Technology (IFU) at the University Stuttgart*, Papers of the International Conference on "New Developments in Sheet Metal Forming", IFU Stuttgart, 2008., pp. 263-288.
- [3] BLAICH, C.; LIEWALD, M.: *New Approach for Closed-Loop Control of Deep Drawing Processes*, Papers of the International Conference on "New Developments in Sheet Metal Forming", IFU Stuttgart, 2008., pp. 363-384.

- [4] MICHLER, J. R.; WEINMANN, K. J.; KASHANI, A. R.; MAJLESSI, S. A.: *A strip-drawing simulator with computer-controlled drawbead penetration and blankholder pressure*, Journal of Materials Processing Technology, 43 (1994), 177-194.
- [5] HU, S. G.; BOHN, M. L. AND WEINMANN, K. J.: *Drawbeads and their Potential as Active Elements in the Control of Stamping*, Papers of the International Conference on "New Developments in Sheet Metal Forming", IFU Stuttgart, 1998., pp. 269-303.
- [6] ALEKSANDROVIC, S.; VUJINOVIC, T.; STEFANOVIC, M.; ADAMOVIĆ, D.: *Computer controlled experimental device for investigations of tribological influences in sheet metal forming*, International conference DEMI 2011, Banja Luka, RS, BiH, Proceedings ISBN 978-99938-39-36-1, pp. 285-290.
- [7] ALEKSANDROVIC, S.; VUJINOVIC, T.; STEFANOVIC, M.; LAZIC, V.; ADAMOVIĆ, D.; DJACIC, S.: *Adjustable drawbead and variable contact pressure as tribological influences in sheet metal stripe sliding test*, 4th International conference ICMEN 2011, Thessaloniki, Greece, Proceedings ISBN 978-960-98780-4-3, pp. 597-605.
- [8] ALEKSANDROVIC, S.; VUJINOVIC, T.; STEFANOVIC, M.; ADAMOVIĆ, D.; LAZIC V.; TARANOVIC D.: *Variable Contact Pressure and Variable Drawbead Height Influence on Deep Drawing of Al Alloys Sheets*, Strojarstvo – Journal of Theory and Application in Mechanical Engineering, (prihvaćen rad).

Одлуком Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу бр. 01-1/4313-15 од 22. 12. 2011.г. именовани смо за рецензенте техничког решења „**УРЕЂАЈ ЗА ИСПИТИВАЊЕ УТИЦАЈА ЗАТЕЗНИХ РЕБАРА ПРИ КЛИЗАЊУ ЛИМОВА У ПРОМЕНЉИВИМ УСЛОВИМА**”, аутора др Србислава Александровића, ред. проф., мр Томислава Вујиновића дипл. инж. и др Милентија Стефановића, ред. проф. На основу документованог предлога овог техничког решења подносимо следећи:

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

ПРИМЉЕНО 29.12.2011			
Ср. јил.	Број	Прилог	Вредност
01-1/4313			

ИЗВЕШТАЈ

Техничко решење „**УРЕЂАЈ ЗА ИСПИТИВАЊЕ УТИЦАЈА ЗАТЕЗНИХ РЕБАРА ПРИ КЛИЗАЊУ ЛИМОВА У ПРОМЕНЉИВИМ УСЛОВИМА**”, аутора др Србислава Александровића, ред. проф., мр Томислава Вујиновића дипл. инж. и др Милентија Стефановића, ред. проф., приказано је на 11 страница формата А4. Садржи 15 графичких приказа од којих су 3 фотографије. Реализовано је 2010.г. Предлог техничког решења састављен је, поред уводних података, из следећих поглавља:

1. Опис проблема који се решава техничким решењем,
2. Тренутно стање решавања сличних проблема на интернационалном нивоу,
3. Суштина техничког решења,
4. Детаљан опис техничког решења,
5. Литература.

Техничко решење припада области Производног машинства, ужим областима Технологије пластичног обликовања лима и Трибологије.

Апаратура и поједини резултати публиковани су на домаћим и међународним научним скуповима [1, 2, 3]. Рад са међународне конференције производног машинства у Нишу ICPE 2011, одабран је за објављивање у часопису са SCI листе *Strojarstvo – Journal of Theory and Application in Mechanical Engineering* у Загребу, што сведочи о веома добром пријему у стручним круговима.

- [1] ALEKSANDROVIC, S.; VUJINOVIC, T.; STEFANOVIC, M.; ADAMOVIC, D.: *Computer controlled experimental device for investigations of tribological influences in sheet metal forming*, International conference DEMI 2011, Banja Luka, RS, BiH, Proceedings ISBN 978-99938-39-36-1, pp. 285-290.
- [2] ALEKSANDROVIC, S.; VUJINOVIC, T.; STEFANOVIC, M.; LAZIC, V.; ADAMOVIC, D.; DJACIC, S.: *Adjustable drawbead and variable contact pressure as tribological influences in sheet metal stripe sliding test*, 4th International conference ICMEN 2011, Thessaloniki, Greece, Proceedings ISBN 978-960-98780-4-3, pp. 597-605.
- [3] ALEKSANDROVIC, S.; VUJINOVIC, T.; STEFANOVIC, M.; ADAMOVIC, D.; LAZIC V.; TARANOVIC D.: *Variable Contact Pressure and Variable Drawbead Height Influence on Deep Drawing of Al Alloys Sheets*, *Strojarstvo – Journal of Theory and Application in Mechanical Engineering*, (prihvaćen rad).

Техничко решење је инсталирано у Лабораторији за обраду деформисањем и машинске материјале на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу и до сада је испитано преко 500 епрувета од челичног лима и лима од алуминијумских легура.

МИШЉЕЊЕ

Техничко решење „УРЕЂАЈ ЗА ИСПИТИВАЊЕ УТИЦАЈА ЗАТЕЗНИХ РЕБАРА ПРИ КЛИЗАЊУ ЛИМОВА У ПРОМЕНЉИВИМ УСЛОВИМА ”, аутора др Србислава Александровића, ред. проф., мр Томислава Вујиновића дипл. инж. и др Миленција Стефановића, ред. проф., документовано је јасно и прегледно. Детаљно је описан целокупан склоп и функција свих делова.

Предложено техничко решење представља оригиналан лабораторијско-експериментални уређај за истраживање сложених променљивих утицаја на процес клизања лима преко затезног ребра, што је основа за успешно решавање проблема управљања процесом обликовања комада сложених геометрија у реалним алатима.

Према до сада добијеним резултатима види се да је вучна сила повољан и осетљив параметар за праћење посматраног процеса обликовања. Према зависностима вучне силе од хода траке, односно времена, могуће је успоставити везу са функцијама промене висине ребра и контактосг притиска које представљају управљачке променљиве.

*Техничко решење „УРЕЂАЈ ЗА ИСПИТИВАЊЕ УТИЦАЈА ЗАТЕЗНИХ РЕБАРА ПРИ КЛИЗАЊУ ЛИМОВА У ПРОМЕНЉИВИМ УСЛОВИМА ”, аутора др Србислава Александровића, ред. проф., мр Томислава Вујиновића и др Миленција Стефановића, ред. проф., је оригинално и успешно изведено од идеје до конкретне реализације. Показало је поуздан рад и валидну серију резултата, **па стога предлажемо да се прихвати као ново лабораторијско постројење, односно ново експериментално постројење, М83 према класификацији Министарства за просвету и науку Републике Србије.***


26. децембар 2011.г.

Рецензенти

Др Бранко Тадић, ред. проф.



Др Слободан Митровић, доцент





УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

Факултет инжењерских наука

Број: ТР-61/2012

26. 01. 2012. године

КРАГУЈЕВАЦ

Наставно-научно веће Факултета инжењерских наука у Крагујевцу на својој седници од 26. 01. 2012. године на основу члана 200. Статута Факултета инжењерских наука, донело је

ОДЛУКУ

Усвајају се позитивне рецензије техничког решења „УРЕЂАЈ ЗА ИСПИТИВАЊЕ УТИЦАЈА ЗАТЕЗНИХ РЕБАРА ПРИ КЛИЗАЊУ ЛИМОВА У ПРОМЕЊИВИМ УСЛОВИМА“, аутора др Србислава Александровића, редовног професора, мр Томислава Вујиновића, дипл. инж. и др Миленгија Стефановића, редовног професора.

Решење припада класи М83, према класификацији из Правилника о поступку, начину вредновању, и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, („Сл. Гласник РС“ - бр. 38/2008).

Рецензенти су:

1. **Др Бранко Тадић**, редовни професор, Факултет инжењерских наука, Крагујевац,
2. **Др Слободан Митровић**, доцент, Факултет инжењерских наука, Крагујевац.

Достављено:

- Ауторима
- Архиви



ДЕКАН ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ
НАУКА

Др Мирослав Бабић, редовни професор